



**MARTA COSTA
GONÇALVES**

**PROJETO DE DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE
ARTIGOS DO ARMAZÉM PHF PARA AS NAVES
FABRIS, NA RENAULT CACIA**



**MARTA COSTA
GONÇALVES**

**PROJETO DE DISTRIBUIÇÃO AUTOMÁTICA DE
ARTIGOS DO ARMAZÉM PHF PARA AS NAVES
FABRIS, NA RENAULT CACIA**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira, Professor Associado com Agregação do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este documento aos meus pais, por terem feito de tudo, para que a sua realização fosse possível.

À minha irmã, por tornar visualmente mais atrativo qualquer coisa que eu crie ou execute.

A toda a minha família, por fazerem valer a pena partilharmos o mesmo sangue. Aos meus amigos, que tornam esta vida em algo muito mais divertido e estiveram sempre presentes, rejubilando de alegria nos melhores momentos e apoiando-me e animando-me nos mais difíceis.

“Tudo é ousado para quem a nada se atreve.” - Fernando Pessoa

o júri

presidente

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof^a. Doutora Maria Leopoldina Mendes Ribeiro de Sousa Alves
professora coordenadora do Instituto Politécnico de Leiria

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
professor associado com agregação da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Gostaria de agradecer aos meus pais, pelo apoio incansável em qualquer situação e fase da minha vida e por permitirem que a realização do meu percurso e curso de Engenharia e Gestão Industrial fossem possíveis. À minha irmã por estar sempre disponível para me ajudar e com quem sei que posso contar nos momentos mais difíceis.

Aos meus padrinhos e a toda a minha família por serem um pilar, desde sempre, e por me incentivarem a nunca desistir dos meus sonhos e que estes sejam o meu foco dia após dia.

Ao professor Carlos Ferreira e ao engenheiro Cláudio Seabra, por toda a orientação dada e ajuda prestada, ao longo dos oito meses de estágio e na concretização neste documento.

Ao Pedro Pereira, por toda a cooperação, formação dada, ajuda essencial e apoio constante ao longo da realização do projeto. Por ter podido contar com ele para me ajudar a solucionar qualquer contratempo que acontecesse e os mais diversos imprevistos que impossibilitaram o avançar do projeto tanto quanto gostaríamos.

À Ângela Pinto, Ivo Sérgio, Francisco Cunha, Gonçalo Salgueiro e ao Rafael Saudade por terem sido uns excelentes colegas de trabalho e terem trabalhado ao meu lado para que a distribuição automática de artigos pudesse vingar. Um agradecimento especial aos dois primeiros que se tornaram amigos que me ajudaram e contribuíram imenso para a realização deste documento.

Ao Mauro Cruz, Tiago Alves, Liliana Chaves e ao Daniel Lopes por todo o companheirismo, ajuda prestada e por me fazerem gostar tanto de ter tido o privilégio de trabalhar na Renault Cacia.

A todos os colaboradores da mesma, com quem tive o enorme prazer de trabalhar e aprender, mas, principalmente, à Ana Salvador, Alexandre Ribeiro, Elísio Moreira, João Mendes, João Reis, João Sanhudo, João Silva, Hélder Ribeiro, Patrício Martins, Paulo Andril e ao Petherson Queiroz por todos os conhecimentos transmitidos ao longo do estágio, por me deixarem aprender com eles, diariamente, nas suas mais diversas funções dentro do armazém e por contribuírem para um excelente ambiente de trabalho. À equipa do CGO mas, principalmente, ao Silvino Sá, João Silva e Diogo Vieira, ao Óscar Lopes, Carlos Simões e Vítor Tavares do Progresso Contínuo e Fernando Araújo da Logística, pela excelente coordenação com o projeto que desenvolvi e auxílio em qualquer situação. À Beatriz Oliveira, Ana Camarinha, Sara Pinto, Ana Sousa, Cidália Marques e à Patrícia Queirós por terem facilitado o meu acolhimento e integração na organização e pelas dicas de trabalho e de procedimentos a adotar.

Aos colegas de matrícula pelos apontamentos partilhados, momentos criados e aventuras vividas ao longo destes 5 anos. A todos estes, mas, principalmente à Beatriz Simões, Sara Castro, Cristina Borges, Ana Sofia Cardoso, Beatriz Castanheira, Sofia Neves, Carolina Tavares e aos restantes amigos que fiz durante esta jornada e contribuíram para os últimos e melhores cinco anos até hoje, que sei que vou levar para a vida, por todo o companheirismo, amizade, apoio em momentos de desespero pré e pós exames ou realização de trabalhos e por terem estado sempre presentes no meu dia a dia.

E por último, mas não menos importante, a todos aqueles que mantive até então, e que têm e terão, sempre, um lugar muito especial no meu coração.

palavras-chave

AGV, distribuição automática, armazém PHF, materiais, *Bull*

resumo

Nos dias de hoje é, cada vez mais comum, em unidades fabris, a utilização de robôs de distribuição, em ambientes logísticos, de determinadas peças essenciais para a fabricação de outras, constituindo assim, todo o processo de produção da empresa. O contributo humano, na realização destas tarefas é cada vez menos vantajoso, na medida em que as tarefas que não podem ser realizadas por máquinas começaram a ficar atrasadas ou adiadas para o dia seguinte, provocadas por uma excessiva carga de trabalho sentida pelos conferentes do armazém PHF.

Juntando a este facto, o da necessidade de determinados artigos ou materiais ser urgente e de os colaboradores da Renault Cacia poderem adquiri-los sem terem de se deslocar ao armazém e, simultaneamente, sem que os responsáveis do mesmo tenham de os ir distribuir aos diferentes setores e ateliers, contribuiu para que surgisse, desta forma, um projeto de distribuição automática de artigos, para substituir a manual, auxiliada por um carro *Bull*.

Assim, ao longo deste documento, é estudada a hipótese de desenvolvimento de um meio de distribuição automática do armazém PHF, localizado fora das naves fabris, para toda a fábrica, culminando com a decisão de alugar um AGV, *Automated Guided Vehicle*, para concretização da mesma.

Através da aplicação de diversas ações e resolução de várias tarefas que vão de encontro à concretização dos objetivos esperados, foram encontrados entraves e contratempos, diariamente, que puseram em causa o funcionamento do novo método adotado, mas que, no final, deram sentido ao novo procedimento e o enriqueceram, proporcionando oportunidade para que este vingasse e alcançasse os resultados pretendidos, tendo margem de manobra para possíveis melhorias.

A distribuição, passou a ser realizada de uma forma mais automática, apesar de ainda não ser a 100%, o rendimento de trabalho dos colaboradores da Renault Cacia aumentou, assim como os ganhos consequentes, verificados na produção da mesma. A taxa de serviço ao cliente aumentou, assim como o funcionamento do armazém PHF, ganhou outra desenvoltura e, neste momento, os seus conferentes estão mais libertos para poderem desempenhar as suas funções.

keywords

AGV, automatic distribution, warehouse PHF, materials, Bull

abstract

Nowadays, it is increasingly common in production units to use robots for the distribution of certain pieces, that are essential for the manufacture of others, in a logistic environment, and thus constitute the entire production process of the company. The human contribution in the case of on-going is less advantageous, once that the tasks, which can't be carried out by a machine, started to be deferred to the next day, caused by excessive workload felt by the warehouse PHF.

Furthermore, the urgent need of certain articles or materials felt by the workers, the fact that they can have them without having to go to the warehouse to pick them, and the responsables of the PHF don't have to make the distribution of the same articles through the sectors and ateliers, contributed to the creation of the project of the automatic distribution of the articles, to substitute the manual one, that has been done with the Bull car.

Thus, throughout this document, a simulation of the development of a PHF distribution made from the outside of the ship factories to the inside, is studied for an entire factory, with the participation of an AGV, Automated Guided Vehicle, for the realization of the job and performance.

Through the application of various actions and resolution of various tasks that meet the expected objectives, obstacles and setbacks were found, on a daily basis, that reorganized the functioning of the new method adopted, but which, in the end, gave meaning to the new procedure and enriched it by giving it an opportunity to achieve the desired results, with room for possible improvements and achievements.

The distribution started to be executed in a more automatic way. Although not at 100%, the work income of the employees of the Renault Cacia increased, as well as the consequent gains obtained in the production cycle. The customer service increased, as well as the operation of the PHF warehouse, has gained a new edge and at this time, once that its workers are more freed up to be able to perform their duties.

Índice

Capítulo 1: Introdução	1
1.1. Motivação e Contextualização do trabalho	2
1.2. Metodologia utilizada	3
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Estrutura do documento	5
Capítulo 2: A empresa	7
2.1. Grupo Renault	7
2.1.1. Renault Cacia.....	8
Capítulo 3: Enquadramento Teórico	19
3.1. Em que consiste um plano Estratégico?.....	20
3.2. <i>Supply Chain</i>	21
3.3. <i>Toyota Production System</i> – o que é?.....	22
3.4. Filosofia <i>Lean</i>	23
3.4.1. <i>Lean Manufacturing</i>	28
3.4.2. Standardized Work – Trabalho padronizado	28
3.4.3. Melhoria contínua – <i>Continuous Improvement (CI)</i>	29
3.4.4. As ferramentas <i>Lean</i>	29
3.4.5. Just In Time.....	29
3.4.6. <i>Jidoka</i>	30
3.4.7. Os 7+1 Desperdícios.....	30
3.5. A Qualidade	32
3.5.1. As ferramentas da Qualidade	33
3.5.2. Gestão da Qualidade	37
3.5.3. Gestão da Qualidade Total	38
3.6. Ciclo PDCA.....	38
3.7. Logística	39
3.7.1. Logística reversa.....	40
3.7.2. Aspectos relacionados com a Logística reversa	40
3.7.3. Outros aspetos logísticos.....	40

3.7.4. Logística global	41
3.7.5. Logística interna.....	41
3.8. Automated Guided Vehicles – AGV.....	41
3.8.1. Características de um AGV	42
3.8.2. Formas de orientação	43
3.8.3. Sensores e sistemas de anti colisão.....	45
3.8.4. Sistema RFID.....	47
3.8.5. Layout utilizado	48
Capítulo 4: Caso prático – O projeto	49
4.1. Contextualização do projeto no modo de funcionamento do armazém	49
4.2. Estado inicial	51
4.2.1. Recolha dos artigos requisitados.....	51
4.2.2. Meios de entrega	53
4.2.3. Funcionamento	53
4.2.4. Distribuição das requisições pelos setores.....	53
4.3. Estado Atual	54
4.3.1. Surgimento do projeto da distribuição automática de artigos.....	54
4.3.2. Separação de artigos a distribuir	55
4.3.3. Separação dos artigos pelas caixas	56
4.3.4. Mecanismo utilizado para a distribuição.....	57
4.3.5. Encurtamento da distância da base rolante ao AGV.....	58
4.3.6. Modo operacional.....	60
4.3.7. Ferramentas necessárias para a deslocação do AGV	62
4.3.8. Programação das <i>tags</i>	64
4.3.9. Ferramentas utilizadas na resolução do projeto prático.....	71
4.3.10. Testes e contagem de tempos.....	82
Capítulo 5: Melhorias alcançadas no desenrolar do projeto	85
5.1. Evolução das caixas utilizadas para a distribuição.....	85
5.2. Percursos Independentes.....	86
5.2.1. Circuito Logística.....	86
5.2.2. Circuito CGO.....	86
5.2.3. Circuito Eletrónica	87
5.3. Base rolante	87

5.4. Alterações nos circuitos já existentes	89
5.4.1. Circuito realizado na nave das Caixas de velocidades	89
5.4.2. Percurso DLI	90
5.5. Sistemas de apoio ao funcionamento da distribuição.....	90
Capítulo 6: Conclusão.....	93
6.1. Resultados obtidos	93
6.2. Apreciação geral do trabalho desenvolvido	94
6.3. Futuros trabalhos.....	95
Referências Bibliográficas	97
ANEXOS.....	102

Índice de Figuras:

Figura 1: Entrada para o armazém PHF, vista de fora das naves fabris.	13
Figura 2: Balcão de atendimento do armazém PHF	14
Figura 3: Menu principal do catálogo digital de artigos que podem ser requisitados no PHF.....	15
Figura 4: Menu de acesso ao programa MAP de requisições de artigos.	17
Figura 5: Separador do programa/servidor onde se podem fazer as requisições, retirado de Saraiva (2013)	17
Figura 6: Elementos de um fluxograma, retirados do artigo de Lins (1993).....	34
Figura 7: Exemplo de uma Folha de Verificação – tabela de ocorrências, retirado do artigo de Lins (1993)	34
Figura 8: Exemplo de um Diagrama de Pareto, adaptado do artigo de Lins (1993)	35
Figura 9: Exemplo de um desdobramento em níveis das causas mais significativas verificadas no Diagrama de Pareto, retirado do artigo de Lins (1993).....	36
Figura 10: Exemplo de um Diagrama de Causa Efeito ou Espinha de Peixe, adaptado do artigo de Lins (1993).....	37
Figura 11: Exemplo de uma requisição correspondente a um pedido urgente	49
Figura 12: Exemplo de uma requisição correspondente a um pedido normal	50
Figura 13: Exemplo de uma requisição para a qual não havia <i>stock</i> no armazém	50
Figura 14: Estante utilizada para colocar as requisições <i>guichet</i>	51
Figura 15: Representação das movimentações realizadas por um conferente para servir os artigos.	52
Figura 16: Carrinho <i>Bull</i> com o qual era realizada a distribuição dos artigos do PHF para as duas naves.	53
Figura 17: Caixas onde eram colocados os artigos a ser distribuídos com o <i>Bull</i>	54
Figura 18: Automated Guided Vehicle alugado, pelo armazém PHF, à CMayor - 1959	55
Figura 19: Local do armazém PHF onde são colocadas as caixas, quando não estão a ser utilizadas para transportar artigos	56
Figura 20: AGV e respetiva base rolante, atrelada, com as caixas de transporte de artigos.....	57
Figura 21: Base de transporte de equipamentos ou materiais de grandes dimensões ou para reparação.	57
Figura 22: Base rolante atrelada ao AGV pelo gancho	58
Figura 23: Local onde foi colocada a placa.....	59
Figura 24: Cilindro onde foi presa a placa, permitindo atrelar a base rolante ao AGV.....	59
Figura 25: AGV do armazém PHF com a respetiva estante de transporte de artigos atrelada, pelo novo mecanismo implementado.....	59
Figura 26: Baliza a sinalizar que o cruzamento está desimpedido e qualquer AGV pode avançar	62

Figura 27: Baliza a sinalizar que o cruzamento está ocupado e que é necessário esperar que a passagem fique livre para que o AGV possa avançar	62
Figura 28: Exemplo de <i>tags</i> e fita protetora que serve de revestimento para impedir que a <i>tag</i> seja danificada ou arrancada	63
Figura 29: Fita-cola de dupla face e fita magnética implementada no solo, sobre a qual o AGV se desloca	63
Figura 30: Exemplo de um troço de circuito representado pela fita magnética e pela <i>tags</i> que são lidas em ambos os sentidos de transição	64
Figura 31: Bateria do AGV no local fixo de carga	64
Figura 32: Bateria a carregar.....	64
Figura 33: Bateria do AGV e ferramenta necessária para deslocação da mesma.....	64
Figura 34: Mapa dos circuitos realizados pelo AGV do PHF, na fábrica Renault Cacia	65
Figura 35: Mapa atualizado dos circuitos realizados pelo AGV do PHF, na fábrica Renault Cacia.	65
Figura 36: Botão de edição nos circuitos do PHF	66
Figura 37: Representação do botão do programa para edição das configurações das <i>tags</i>	66
Figura 38: Menu de procura das <i>tags</i> já utilizadas e possível introdução de novas.....	66
Figura 39: Exemplo das diferentes opções de codificação e programação no trajeto a seguir pelo AGV, quando lê uma determinada <i>tag</i> , e as indicações que a mesma fornece.....	67
Figura 40: Exemplo das diferentes opções de mapas de segurança que podem ser escolhidos na codificação de uma determinada <i>tag</i> , presente no trajeto a seguir pelo AGV.....	68
Figura 41: Exemplo de como se associa uma baliza a uma determinada <i>tag</i> e de quais são as balizas que existem nos circuitos existentes.....	69
Figura 42: Exemplo da programação de uma <i>tag</i> para informar o AGV de que o cruzamento se encontra livre para avançar.....	70
Figura 43: Número de circuitos que é possível associar a uma determinada <i>tag</i>	70
Figura 44: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as anomalias verificadas na distribuição e a percentagem com que elas se verificam.....	72
Figura 45: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.....	73
Figura 46: Exemplo de uma situação em que o AGV está parado devido à presença de um obstáculo	73
Figura 47: Exemplo de um troço de fita magnética danificado	74
Figura 48: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 3, 4 e 5 e a percentagem com que elas se verificam.....	74
Figura 49: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 6, 7, 8, 9 e 10 e a percentagem com que elas se verificam.....	75
Figura 50: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as anomalias verificadas na distribuição e a percentagem com que elas se verificam.....	77

Figura 51: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.....	77
Figura 52: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.....	77
Figura 53: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 6, 7, 8, 9 e 10 e a percentagem com que elas se verificam.....	78
Figura 54: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as anomalias verificadas na distribuição e a percentagem com que elas se verificam.....	79
Figura 55: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.....	80
Figura 56: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.....	80
Figura 57: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 6, 7, 8, 9 e 10 e a percentagem com que elas se verificam.....	80
Figura 58: Primeiras caixas utilizadas para distribuir os artigos pelos respetivos setores/pontos de entrega	85
Figura 59: Caixas utilizadas, atualmente, para distribuir os artigos pelos respetivos setores/pontos de entrega	86
Figura 60: AGV a transportar equipamentos e material que é preciso levar do CGO até ao armazém PHF	87
Figura 61: Primeira base utilizada para transportar os artigos a distribuir pelos respetivos setores/pontos de entrega.....	88
Figura 62: Base rolante com três prateleiras, onde é fácil mover as caixas, utilizada para transportar os artigos a distribuir pelos respetivos setores/pontos de entrega.....	88
Figura 63: Pirlampo de aviso de chegada do AGV	91
Figura 64: Baliza que dá sinal ao pirlampo	91
Figura 65: Relé de ativação do pirlampo aquando da chegada do AGV ao setor/ponto de descarga	91
Figura 66: Cabo de ligação entre a baliza e o pirlampo.....	91

Índice de Tabelas:

Tabela 1: Comparação dos tempos de <i>picking</i> : normal e agrupado	52
Tabela 2: Tempo dispensado na entrega de artigos com o carro <i>Bull</i>	53
Tabela 3: Folha de Verificação do número de ocorrências de quatro situações que influenciam a distribuição	71
Tabela 4: Folha de Verificação do número de ocorrências de quatro situações que influenciam a distribuição	76
Tabela 5: Folha de Verificação do número de ocorrências de quatro situações que influenciam a distribuição	79
Tabela 6: Ensaio realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da manhã para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave dos CM.	83
Tabela 7: Ensaio realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da tarde para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave dos CM.	83
Tabela 8: Ensaio realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da manhã para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.....	84
Tabela 9: Ensaio realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da tarde para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.....	84
Tabela 10: Ensaio realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da manhã para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.....	89
Tabela 11: Ensaio realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da tarde para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.	90
Tabela 12: Análise da poupança de tempo do conferente do armazém PHF, por dia de trabalho	93
Tabela 13: Análise da poupança de tempo dos colaboradores da Renault Cacia, por dia de trabalho	94

Lista de Acrónimos e Siglas

AEQ	Árvore de Equilibragem
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i>
APW	<i>Alliance Production Way</i>
AT	<i>Atelier</i>
AT1C	<i>Atelier 1 de Manutenção</i>
AT1P	<i>Atelier 1 de Produção</i>
AT2C	<i>Atelier 2 de Manutenção</i>
AT2P	<i>Atelier 2 de Produção</i>
AT3C	<i>Atelier 3 de Manutenção</i>
AT3P	<i>Atelier 3 de Produção</i>
AT4C	<i>Atelier 4 de Manutenção</i>
AT4P	<i>Atelier 4 de Produção</i>
AT3/4P	<i>Ateliers 3 e 4 de Produção</i>
AT3/4C	<i>Ateliers 3 e 4 de Manutenção</i>
BOCV	Bomba de Óleo de Cilindrada Variável
BOK	Bomba de Óleo K
CGO	Centro de Gestão de Ferramentas
CM	Componentes dos Motores
CUET	Chefe da Unidade Elementar de Trabalho
CV	Caixas de Velocidades
DLI	Departamento de Logística Interna
EPI	Equipamento de proteção individual
FOS	Folha de Operação Standard
GI	Grupo de Intervenção
GQT	Gestão da Qualidade Total
JIT	<i>Just In Time</i>
MAP	<i>Maintenance Access Portal</i>
MABEC	<i>Matières - Articles - Biens d'Equipement et de Consommation</i>
PDCA	Ciclo <i>Plan, Do, Check, Act</i>
POE'S	Piece Oeuvrée Externe - Peças externas ao grupo Renault – encomendadas a outras empresas
POI'S	Piece Oeuvrée Interne - Peças internas produzidas na Renault – produzidas na própria empresa
PHF	<i>Pieces/Produits Hors Fabrication</i> – Peças fora da cadeia de fabricação da empresa
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SAP	Sistemas Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados

SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
UET	Unidade Elementar de Trabalho
VA	Valor Acrescentado
VNA	Valor Não Acrescentado
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

Capítulo 1: Introdução

“A indústria automóvel tem vindo a ser um dos motores de crescimento dos países mais desenvolvidos e é já uma das indústrias mais importantes nas economias emergentes. Esta é essencial para a prosperidade dos mercados mundiais, contendo uma importância enorme enquanto empregador de pessoal qualificado e impulsionador fundamental do conhecimento e da inovação”, Saraiva (2013).

Assim, o setor automóvel é uma das áreas industriais com maior competitividade, uma vez que ter um meio de transporte próprio, sem depender de terceiros, se tornou, nos dias de hoje, praticamente imprescindível para a vida de qualquer cidadão e, assim sendo, o comprometimento da criação de valor para o cliente que o adquire e a preocupação em deixá-lo satisfeito com os novos modelos, mais sofisticados e inovadores que vão surgindo, torna-se no principal objetivo e mais importante foco, de qualquer organização deste setor.

Desta forma, existem algumas filosofias e ferramentas a ser adotadas de modo a tornar mais eficiente e rentável o trabalho realizado, o ambiente da organização e, acima de tudo, a sua forma de funcionamento.

A filosofia *Lean Manufacturing*, muito conhecida atualmente, por ter como principal foco a criação e, conseqüente, maximização de valor para o cliente, eliminando qualquer desperdício inerente ao processo necessário para o alcançar, está a ser cada vez mais utilizada e desenvolvida nas empresas e entidades fabris.

A adoção desta filosofia, que será explorada ao longo do documento apresentado, tem como principal objetivo facilitar “a vida” a todos os trabalhadores de qualquer setor industrial, neste caso do setor automóvel, na medida em que proporciona o cumprimento das tarefas e alcance dos objetivos estipulados e definidos, sem que haja uma sobre utilização e desperdício de recursos tangíveis e intangíveis, principalmente os recursos humanos.

Esta gestão consiste na eliminação do valor não acrescentado (VNA), isto é, gerir da melhor forma os recursos utilizados pela empresa para que esta possa cumprir os seus objetivos e alcançar o lucro desejado, de forma sustentável para o seu crescimento. Este aspeto torna-se um fator crítico e essencial no que diz respeito à competitividade organizacional dos mercados industriais. A Indústria 4.0, aplicada atualmente na Renault Cacia, empresa onde realizei o meu estágio curricular, tem um particular impacto no desenvolvimento de processos com maior e mais valor acrescentado (VA), ou na otimização de processos existentes ou através da introdução de sistemas de informação.

Quanto maior for a interatividade e relação entre os sistemas de informação, numa empresa ou unidade industrial, as máquinas com as quais opera e os seus colaboradores, isto é, a intervenção humana, maior será o potencial acréscimo de valor, tanto para a empresa, a nível de satisfação dos seus colaboradores a nível pessoal e profissional, como para a faturação e os resultados obtidos.

Para que uma atividade de produção ocorra sem interrupções e avarias, é necessário que qualquer ferramenta necessária esteja disponível e no local preciso à sua utilização. Desde a fase inicial de fabricação de uma caixa de velocidades, por exemplo, até ao momento em que é concluída, esta passa por várias etapas e fases de produção, não estando sempre no mesmo local, linha de produção ou máquina. Assim, é fundamental toda a operação logística que sustenta o transporte do produto criado de um local de fabricação para outro até à sua inclusão na fabricação completa do automóvel.

No entanto, a preocupação maior da Renault Cacia não é, apenas, assegurar que todos os requisitos e métodos essenciais à produção garantam o seu cumprimento, mas também que existam métodos logísticos que aliviem e melhorem a sobrecarga dos trabalhadores de toda a fábrica, facilitando o seu trabalho e evitando certas movimentações desnecessárias, o tal valor não acrescentado, assim como deslocações de cargas pesadas, entre outras.

“A Renault Cacia, em concordância com as políticas e os valores do Grupo Renault, opera segundo o pensamento *lean*, em fluxos contínuos, na flexibilidade produtiva, em níveis de *stock* reduzidos, na produção *just in time*, na minimização dos desperdícios e na padronização dos processos. A fábrica sediada em Cacia está, constantemente, em busca de possíveis oportunidades de melhoria, procurando aplicar a filosofia *lean* nos diversos departamentos”, Jorge (2017).

1.1. Motivação e Contextualização do trabalho

A empresa onde realizei o meu estágio curricular, e que serviu de base à realização deste documento, foi a Renault Cacia. Esta empresa faz parte da indústria automóvel, sendo um dos líderes de mercado neste ramo. Tem diferentes departamentos, sendo que o departamento onde se integra o meu estágio é o departamento técnico, do qual faz parte o armazém PHF (*Pieces Hors Fabrication*) onde estão todas as peças que não correspondem a produto acabado. Isto é, são peças e materiais que não fazem parte da cadeia de fabricação da empresa e que, por isso, não são produzidos ou fabricados na Renault Cacia, são encomendados a outras empresas e servem de auxílio e suporte à fabricação das peças que realmente são produzidas na empresa. Estas integram todo o tipo de peças e materiais essenciais para o funcionamento geral das máquinas dos diferentes setores, contribuindo para a sua manutenção, na medida em que providenciam recursos para que estas nunca deixem de trabalhar por falta de algum tipo de ferramenta, assim como contribuem para a segurança de todos os trabalhadores e colaboradores, que dela fazem parte, ao facultar todos os materiais de prevenção e de segurança essenciais.

Estes materiais e peças de suporte às máquinas e realização das tarefas de chão de fábrica, são essenciais para a fabricação das caixas de velocidades e motores, o produto que é fabricado na Renault Cacia. E precisam de ser entregues ao trabalhador, condutor de linha ou operador que necessite deles para garantir o cumprimento das tarefas e funcionamento das máquinas. Assim, a sua distribuição, de forma eficaz, é uma das preocupações do armazém PHF, pelo que o estudo das ferramentas e meios logísticos a utilizar, para realizar a sua distribuição, foi o meu objeto de estudo durante o estágio realizado.

1.2. Metodologia utilizada

Inicialmente foi necessário conhecer o funcionamento da fábrica Renault Cacia e, mais concretamente, do armazém PHF, como é que eram feitas as requisições dos artigos rececionados e armazenados, adquirir conhecimentos base de *SAP* e, posteriormente, perceber as necessidades dos trabalhadores da Renault Cacia e em que é que o armazém PHF pode procurar satisfazê-las.

Na altura em que iniciei o meu estágio na empresa, foi criada uma equipa de desenvolvimento de um projeto de distribuição automática de artigos do PHF para as naves fabris, que começou por estudar meios de a desenvolver de forma sincronizada e eficiente com todas as linhas de produção e áreas de trabalho da empresa.

Fui, então, integrada na equipa de trabalho constituída por pessoas de várias áreas, desde Engenharia Mecânica, Eletrónica e Gestão Industrial que trabalham em diversas áreas da empresa desde a manutenção, qualidade e gestão de *stocks* e o passo seguinte foi compreender e estudar o processo de distribuição existente até então, e quais as suas particularidades.

É, então, neste patamar, que se integra o meu projeto de estágio – estudo de um possível eficiente e rentável meio automático de transporte de artigos, alternativo ao manual realizado anteriormente.

Para isso, foram-me disponibilizadas uma série de ferramentas, possíveis de utilizar, a fim de serem alcançados os objetivos esperados com a criação do projeto, documentos e informação acerca das diretrizes, objetivos e o propósito do mesmo, por parte do seu responsável e pelo meu orientador na empresa.

Adicionalmente foram-me dadas a conhecer algumas das melhores práticas da empresa, assim como os cuidados a ter em chão de fábrica, por questões de eficiência e segurança. Posteriormente, de forma a complementar os conhecimentos necessários à realização do meu projeto de estágio, foi necessário realizar alguma pesquisa bibliográfica, de forma a melhorar a abordagem ao problema e a aprofundar os meus conhecimentos acerca do tipo de ferramentas necessárias ao seu desenvolvimento.

Assim sendo, para que estes objetivos anteriormente referidos fossem alcançados e o projeto de distribuição automática de artigos do armazém PHF para os vários setores da fábrica fosse executado na perfeição, e continuasse a avançar dia após dia, até que fosse feito eficazmente na fábrica inteira e sem qualquer falha, foi realizada uma reunião semanal, ao longo dos meus oito meses de estágio com a equipa responsável pelo projeto. Nestas, utilizámos o **ciclo PDCA**, planejar, fazer, verificar e agir, para cada tarefa e ação formulada, planeada e executada, para que cada fase do projeto fosse realizada uma a seguir à outra, segundo uma estrutura lógica e, quando falhasse alguma coisa, fosse possível perceber porque é que falhou e atuar diretamente no erro, de modo a que este fosse corrigido imediatamente e não interferisse com o encadeamento de atividades necessárias e o projeto resultasse e alcançasse os resultados esperados.

Para além do **ciclo PDCA**, foi necessária a utilização de várias ferramentas da qualidade, como o **fluxograma**, o **quadro de frequências** e o **diagrama da causa-efeito** ou **espinha de peixe**, que quando algo não correu como planeado, permite perceber que fatores poderão ter sido

responsáveis por determinado acontecimento e atuar diretamente na causa raiz do problema, solucionando-o de imediato.

Ao longo da implementação do projeto foram criadas **FOS (Folha de Operação Standard)** com os devidos procedimentos a realizar, antes de ser feita a distribuição e durante, no manuseamento de certos mecanismos e ferramentas, como será explicado mais adiante, no documento.

1.3. Objetivos

Numa fase inicial, antes da necessidade e surgimento do projeto, a ferramenta utilizada na distribuição, e a forma como esta era realizada, servia as necessidades dos clientes e do armazém. No entanto, o número de artigos e materiais existentes começou a aumentar e, conseqüentemente, o número de artigos que precisavam de ser distribuídos, também aumentou, assim como a quantidade daqueles que chegavam para rececionar e dar entrada. Contrariamente ao número de artigos que dão entrada no armazém e aqueles que são requisitados, o número de colaboradores não aumentou, na mesma proporção e, por isso, o método de distribuição realizado deixou de ser eficaz, pelo que a situação atual exigiu uma melhoria e eventual automatização.

De forma a evitar que se acumule *stock* desnecessário e em excesso no armazém, o que acarreta custos elevados evitáveis, e que sejam criados *stocks* intermédios, por parte dos trabalhadores da fábrica que, por receio de que o armazém nem sempre consiga satisfazer as suas necessidades momentâneas de alguma peça ou artigo, requisitam, de cada vez, uma quantidade de artigos maior do que aquela que realmente necessitam, houve necessidade de otimizar a distribuição dos mesmos. Surgiu, assim, um projeto da distribuição automática de artigos do PHF, para as naves fabris da Renault Cacia, com os seguintes objetivos:

- **A sincronização da distribuição com o funcionamento da fábrica, *ateliers* e linhas de produção;**
- **Preocupação máxima em satisfazer as necessidades dos clientes;**
- **Eliminação de *stocks* intermédios**, criados por falta de confiança na existência de *stock* no armazém;
- **Redução da movimentação dos conferentes do armazém que não terão de se deslocar aos diferentes setores para realizar as entregas dos artigos previamente requisitados;**
- **Aumento do tempo disponível para conferir os materiais e artigos** rececionados no armazém PHF, por parte dos seus conferentes;
- **Redução do tempo** desperdiçado pelos trabalhadores ao terem de se deslocar ao armazém PHF, que se localiza fora de qualquer uma das naves, para irem buscar os artigos requisitados;
- **Poupança no tempo no transporte dos artigos requisitados, tornando o processo mais eficaz**, uma vez que com um meio de transporte automático poderão ser realizadas mais viagens consoante o grau de urgência dos pedidos;

- **Impedir a ocorrência do tempo de espera de alguma máquina** por falta de alguma peça essencial.

Ao serem alcançados estes objetivos, espera-se:

- **Eliminar o valor não acrescentado** e fazer com que todas as tarefas realizadas sejam em benefício e prol de criar valor acrescentado a todos os trabalhadores da fábrica e clientes do armazém PHF, assim como a todos os seus gestores de *stocks* e conferentes que nele trabalham diariamente;
- **Reduzir custos** - diminuição da existência de *stocks* no armazém, os trabalhadores confiam no PHF e que este tem o material de que necessitam, pelo que não há necessidade de encomendas de volumes exagerados;
- **Estabelecer um laço de confiança entre os clientes da Renault Cacia e o armazém PHF**, na medida em que aqueles confiam que quando precisarem de alguma peça ou artigo este irá estar à disposição de requisição, pelo que apenas requisitam o que precisam na quantidade que precisam no momento, evitando criar *stocks* intermédios de material nas suas UETs;
- **Alcançar uma taxa de serviço ao cliente de 100%**.

1.4. Estrutura do documento

Este documento é composto por seis capítulos onde serão exploradas diversas questões e abordados temas que lhes procuram dar resposta.

No **primeiro capítulo** é feita uma pequena introdução ao tema desenvolvido no estágio, a sua contextualização na empresa em que foi realizado, assim como a metodologia utilizada para solucionar os desafios que me foram propostos, os objetivos pretendidos ao longo do projeto desenvolvido e explicada a estrutura do documento realizado.

O **segundo capítulo** consiste numa breve introdução da empresa Renault e apresentação do grupo Renault Cacia, de alguns departamentos e áreas de trabalho, assim como produtos aí fabricados.

No **terceiro capítulo** é apresentado o enquadramento teórico que serviu de base para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de alguns conceitos necessários para compreensão das tarefas a desenvolver e o seu significado, assim como a elaboração do relatório de estágio. São abordados temas como o *Lean*, a Logística, a Qualidade, assim como metodologias e ferramentas aplicadas ao longo do projeto realizado e que possibilitaram atingir os resultados referidos no último capítulo.

No **quarto capítulo** é explicado o conceito do projeto de distribuição automática de artigos, as suas particularidades, diferentes fases, etapas, tarefas realizadas, desafios. É analisado o procedimento manual anteriormente realizado e contextualizado o surgimento do método atualmente utilizado, comparando-os, explicando a necessidade de evolução e transição do primeiro

para o último. São, também, descritas as ferramentas e metodologias utilizadas ao longo do projeto e elaboração do relatório de estágio.

O **quinto capítulo** expõe e explica as melhorias alcançadas ao longo da implementação, realização e desenvolvimento do projeto, desde a sua fase inicial até ao momento atual. São referidas todas as alterações realizadas, desde a primeira medida adotada, até à última mudança verificada, antes do término do estágio.

Por fim, no **sexto** e último capítulo, é feita a apreciação geral de todo o trabalho realizado, são comentados os valores e resultados alcançados, assim como se os objetivos criados no início do projeto foram atingidos, porquê e quais os trabalhos que poderão vir a ser desenvolvidos no futuro, bem como perspetivas de crescimento do projeto.

Capítulo 2: A empresa

2.1. Grupo Renault

A empresa Renault, pertencente à indústria automóvel, foi fundada em 1898, em França. É, atualmente, uma multinacional, reconhecida pelo fabrico e comercialização de veículos particulares e tem cerca de 120 000 colaboradores em 36 países e um volume total de vendas a ultrapassar os 3 milhões de veículos em 128 países. Este grupo automóvel dispõe, ainda, de cerca de 12 000 postos de venda em todo o mundo.

A Renault possui 37 fábricas de produção localizadas em 17 países, adotando uma estrutura descentralizada de decisões e responsabilidades, o que permite dotar o grupo de flexibilidade e agilidade, possibilitando-lhe produzir mais perto dos seus clientes e favorecer a integração local, sendo cada uma das fábricas considerada autónoma quando comparada com outra. Todos os locais de produção da empresa Renault apresentam o mesmo sistema de produção, para que os processos de fabrico sejam *standard – seguem sempre o mesmo padrão de fabricação* – e, por isso, as exigências são as mesmas para o seu desempenho, qualidade de produção e respeito pelos princípios de desenvolvimento sustentável, (Renault, 2017).

Em 1999, com o intuito de alcançar vantagens competitivas no mercado, de responder aos avanços tecnológicos e consolidar a sua internacionalização, a Renault, comprometida com uma mobilidade sustentável em soluções inovadoras reforçou as suas parcerias, o que levou à formação de uma aliança com o construtor japonês Nissan, originando a *Alliance Production Way (APW)*, com o objetivo de melhorar o seu desempenho e colocar estas duas grandes multinacionais numa posição de elite à escala global. Desta forma, aumentar-se-ia a produtividade e consequentes exportações a nível mundial, combinando os sistemas de produção das duas marcas.

As duas empresas uniram-se tendo como base três princípios:

- ✓ o respeito pela identidade de cada empresa;
- ✓ o respeito pela autonomia;
- ✓ o desenvolvimento de sinergias com o objetivo de melhorar a *performance* de cada uma.

Esta sinergia permite a partilha de custos inerentes de desenvolvimento e montagem de veículos, levando a aliança a tornar-se numa das mais competitivas do mundo e, neste momento, o grupo Renault-Nissan é considerado o quarto maior grupo do mundo na indústria automóvel.

O Grupo Renault divide o seu volume de vendas por três marcas: Renault, considerada a marca francesa número um no mundo; a Dacia, a marca número um em Marrocos, Roménia e Bulgária e ainda a Renault Samsung Motors, sediada na Coreia do Sul.

A aliança Renault-Nissan conta com oito marcas: Renault, Dacia, Renault Samsung Motors, Nissan, Infiniti, Datsun, Venucia e Lada. Existem ainda parcerias estratégicas com a empresa alemã Daimler, a empresa líder automóvel russa Avtovaz, a Mitsubishi (Japão) e a Dongfeng (China), que estenderam as suas parcerias já existentes com a Nissan ao grupo Renault-Nissan. Em todas as fábricas Renault existe um compromisso igual para com o desempenho, a qualidade de produção,

o respeito pelos princípios de desenvolvimento sustentável e a aplicação dos ideais presentes no sistema de produção adotado pela aliança.

O *Drive the Change* é um plano estratégico concebido para 6 anos com uma reavaliação a meio do período, no final do 2013. Os seus principais objetivos são o crescimento dos volumes de negócios do grupo e a criação sustentável de *free cash flow*. O Grupo Renault apoia o seu plano em sete alavancas principais para atingir estes objetivos:

- Continuação da sua política de inovação;
- Renovação e reforço da oferta do produto;
- Reforço da imagem da marca Renault;
- Excelência da rede na relação cliente;
- Controlo das despesas com a pesquisa e desenvolvimento e do investimento;
- Redução de custos;
- Manutenção da sua posição na Europa e crescimento a nível internacional.

Em 2016 foi a altura da Mitsubishi integrar este projeto, juntando-se às 8 marcas que já faziam parte do Grupo Renault.

Até 2022, a Aliança pretende produzir 12 novos modelos 100% elétricos e 40 novos modelos equipados com tecnologia de condução autónoma, alguns dos quais com autonomia total.

A nova estratégia da Aliança assenta principalmente na disponibilização da oferta de um serviço de transporte de pessoas com veículos robotizados.

Com o passar dos anos, a aliança foi-se expandindo para novos projetos e parceiros e, atualmente, detém um total de nove marcas: Renault, Nissan, Renault Samsung, Infiniti, Venucia, Dacia, Datsun, Lada e, mais recentemente, a Mitsubishi, (Renault-Nissan 2017).

Atualmente os produtos da unidade fabril Renault Cacia são exportados para 14 países: Espanha, França, Inglaterra, Irão, Roménia, Turquia, Marrocos, Rússia, Chile, Brasil, Índia, Indonésia, Tailândia e África do Sul. É importante referir que todos os automóveis Renault têm na sua constituição pelo menos um produto originário de Cacia. Portugal revê-se como um país com importância para o Group Renault pois detém uma das mais relevantes presenças na quota de mercado na Europa e uma excelente localização geográfica, (Renault, 2017).

2.1.1. Renault Cacia

A Renault Cacia, cujas iniciais da palavra Cacia significam Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel, fundada em 1981, tem sede na zona industrial de Aveiro. É um dos 37 locais de produção do Grupo Renault e, com mais de 1100 colaboradores e uma faturação anual superior a 260 M€, é a segunda maior unidade industrial de construtores automóveis em Portugal, num dos mais importantes centros industriais de Portugal.

As instalações da Renault Cacia ocupam uma superfície total de 300 000m² e uma área coberta de 70 000m², que se divide em dois setores de produção: a área de produção de Caixas de Velocidade (CV) com 80% da produção total da fábrica e a de Componentes dos Motores (CM) com

20%. Em 2014 terminou a produção com 550 450 caixas de velocidade, 3 milhões de componentes para motores e 1 milhão de bombas de óleo.

O Grupo Renault desenvolve veículos que visam responder às necessidades do cliente e à procura do mercado. Cada fábrica Renault foca-se na produção de um ou vários componentes constituintes de um veículo, sendo a de Cacia uma das fabricantes de caixas de velocidade no grupo.

O modelo de negócio da empresa corresponde à aquisição de peças em bruto para a sua maquinaria e exportação; no caso das caixas de velocidades, os componentes produzidos entram em linhas de montagem e o produto final são as Caixas de Velocidades já acabadas.

Produz componentes para veículos particulares abrangendo diferentes modelos da gama Renault, Dacia, Nissan, Daimler e AvtoVaz, de entre os quais, caixas de velocidades do tipo JR e ND e componentes mecânicos para motores. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas Renault e Nissan de mecânica e de montagem de veículos.

Dispõe de meios de controlo de qualidade e ensaios, sofisticados, onde se reafirma continuamente o domínio de todo o processo produtivo e competências para implementar a industrialização de projetos utilizando as metodologias mais avançadas recomendadas pelo Grupo Renault. Produz, atualmente, caixas de velocidades assim como vários componentes para motores, nomeadamente bombas de óleo, árvores de equilibragem e outros componentes em ferro fundido e alumínio. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas Renault e Nissan de montagem de veículos e de mecânica situadas em países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, África do Sul, Irão e Índia.

Segundo o manual da Renault Cacia, são sete as principais etapas de produção da fábrica:

- Entrega das peças em bruto: peças que provêm das fundições e que sofrerão transformações ao longo do processo produtivo;
- Maquinação: consiste em dar as características definitivas às peças, devido à operação das máquinas e ferramentas produtivas altamente automatizadas;
- Tratamento térmico e retificação: as peças maquinadas sofrem alterações ao passar por fornos, para melhorar as suas características, segundo ciclos de aquecimento e arrefecimento e conseqüente retificação para fazer desaparecer os possíveis defeitos;
- Entrega de peças aos fornecedores: chegada às linhas de montagem das peças compradas a fornecedores externos e das peças maquinadas. Os POE'S chegam à fábrica por camião e cabe aos responsáveis pelos abastecimentos fazer as peças chegar às linhas de montagem no local e momento certos;
- Montagem: cada tipo de órgão é montado numa linha de montagem específica antes de receber os seus últimos acessórios;
- Banco de ensaios: os órgãos são controlados para garantir a sua conformidade e qualidade;

- Entrega: os órgãos são entregues por barco ou camião para as fábricas de montagem de carroçaria do Grupo Renault-Nissan.

2.1.1.1. Produtos fabricados na Renault Cacia

A Renault Cacia é a principal produtora de caixas de velocidades do grupo a nível mundial. Produzem-se dois tipos de caixas de velocidades no setor CV da empresa sediada em Cacia: as caixas de 5 velocidades, da família JR e as caixas de 6 velocidades, da família ND. Ainda no setor CV a fábrica produz outros componentes, como cárteres de embraiagem e de mecanismo, árvores primárias e secundárias, carretos e caixas diferenciais.

No setor CM produzem-se bombas de óleo, árvores de equilibragem, tambores, cárteres de distribuição, cárteres intermédios, tampas da culassa e apoios de cambota.

A caixa de velocidades é considerada um produto estratégico para a empresa, pois representa a maior parcela do volume de negócios.

A caixa de velocidades ND é fabricada em Cacia desde 2001 e é utilizada em veículos particulares da Renault e Nissan com motorizações 1.6 DCI, 1.9 DCI e 2.0 RS. Nesta gama incluem-se os modelos Mégane, Scénic e Qashqai, Renault (2017). O modelo JR é produzido desde 2002 e integra veículos da Renault, Dacia, Daimler e Mobius com motores de 1.5 DCI, 0.9 TCe e 1.2 TCe. Esta produção é realizada na área de caixas de velocidades (CV) da fábrica. No setor dos componentes dos motores (CM) produzem-se componentes para motores, nomeadamente as bombas de óleo, árvores de equilibragem, cárteres de distribuição, tampas da culassa, cárteres intermédios - *semelle*, apoio de cambota - *chapeaux pallier* e BSE – *boitier de sortie d'eau*.

No que diz respeito à zona de produção de Caixas de Velocidades, abrangem os seguintes componentes:

- Caixas de Velocidades dos modelos JR (JR5 e JRQ) e ND (ND4 R9M, ND4 F9Q, ND6 E NDO);
- Cárteres de embraiagem e mecanismo dos modelos TL4, JR, ND e JH;
- Carretos ou Pinhões Loucos e Fixos (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª mudanças do tipo JR e 6ªPk para outro modelo);
- Árvores Primárias e Secundárias do modelo JR;
- Coroas e Caixas diferenciais do modelo JR;
- Eixos dos modelos JR.

Quanto aos Componentes de Motores, têm-se seguintes componentes:

- Bombas de óleo modelos VDOP Hxx/M9/R9 e COP F/M9/K9/K4;
- Caixas multifunções dos modelos K e F;
- Coroas;
- Tambores dos Modelos MT9" DEA e V;
- Árvores de Equilibragem;

- Volantes do modelo M9;
- Balanceiros e eixos de balanceiros do modelo D4;
- Apoio de Cambota modelos H4 e H5;
- Cárteres de Distribuição do modelo H4 e H5;
- Cárteres Intermédios do modelo H5;
- Coletores dos modelos K4, F4 e D4F;
- Tampa da Culassa modelo H5;
- Cones de Crabot.

A fábrica encontra-se num período de grande crescimento e transformação devido ao início da implementação da produção de uma nova caixa de velocidades com previsão de início de produção em 2020. Consequentemente, prevê-se o encerramento da produção de caixas ND, uma mudança drástica no *layout* da implantação, alterações significativas nos fluxos de material, aquisição de novas máquinas e tecnologia e ainda obras civis.

A organização da Renault Cacia segue a organização *standard* do grupo Renault. A Direção Geral assume a gestão da Renault Cacia perante supervisão da Direção do Grupo Renault. Num plano transversal à empresa temos o departamento Financeiro/Compras, os Recursos Humanos (responsáveis pela comunicação) e a Informática. Na ótica da produção a Renault CACIA está assente em 6 pilares: Engenharia, Departamento Técnico, Qualidade, Logística e APW (LEAN/Monozukuri), que apoiam a fabricação, dividida em dois setores: fabricação de caixas de velocidade e fabricação de motores. Os vários departamentos são autónomos e a sua interação é um fator essencial para a persecução dos objetivos da empresa.

Os princípios fundamentais da unidade fabril de Cacia são a segurança, a qualidade, a ética, as responsabilidades social e ambiental, a participação dos colaboradores e o respeito pela *Alliance Production Way*, (Renault-Cacia, 2017).

2.1.1.2. Alliance Production Way

O Sistema de Produção Renault encontrava-se em vigor na unidade de Cacia desde 2002 e o seu propósito principal era o de uniformizar e padronizar todas as fábricas do grupo, a nível de fabrico, de qualidade, de desempenho e de respeito pelos princípios. Devido à aliança entre a Renault e a Nissan, o que era denominado SPR, tornou-se *Alliance Production Way*, quando os responsáveis da aliança decidiram unir forças e aumentar o nível de cooperação entre os grupos empresariais, em 2015. O objetivo do sistema de produção da aliança é melhorar a rentabilidade e a competitividade da empresa de modo sustentável e construir o melhor sistema de produção. A APW caracteriza-se por duas ações permanentes que conduzem todas as atividades com foco nas necessidades dos clientes: **a sincronização permanente e a identificação constante dos problemas seguida da aplicação de soluções robustas.**

Os princípios fundamentais do sistema APW são a valorização dos colaboradores da empresa e a consciência ambiental, procurando proporcionar um bom ambiente de trabalho onde cada colaborador possa trabalhar em segurança e com eficácia. Estes princípios são extensíveis a todas as organizações da aliança Renault-Nissan e a fábrica de Cacia é um dos bons exemplos da boa aplicação deste sistema de produção.

2.1.1.3. Os departamentos constituintes da fábrica

A estrutura da organização portuguesa está disposta em nove departamentos, cada um liderado por uma pessoa responsável pelo seu funcionamento. Os departamentos dividem-se em fabricação, departamento técnico, logística, qualidade, APW/*monozukuri*, financeiro/compras, recursos humanos, engenharia e informática. O departamento de fabricação encontra-se dividido em duas áreas distintas, CV e CM ambos compostos por diversos *ateliers* responsáveis pela produção de vários componentes:

- **AT1** (peça negra e peça branca) - área de produção de componentes para a montagem das caixas de velocidades, como os pinhões, árvores primárias e secundárias e que necessitam de atravessar diferentes fases, como a retificação, granalhagem, fosfatação, tratamentos térmicos e maquinação;
- **AT2** (eixos e cárteres) - espaço associado ao setor CV, em que ocorre a produção dos eixos de sincronização e forquilha e se maquinam os cárteres de mecanismo e embraiagem;
- **AT3** (componentes dos motores - tampa da culassa, cárter de distribuição, chapéu, BSE e bombas de óleo) - zona integrante do departamento CM onde são fabricadas bombas de óleo, tampas da culassa, apoios da cambota e cárteres intermédios e distribuição;
- **AT4** (componentes dos motores - tambor, árvore de equilibragem e coletor) – *atelier* dos componentes mecânicos onde se produzem árvores de equilibragem, tambores, cones *crabot*, rampas e eixos de balanceiros;
- **AT5** (montagem de caixas de velocidades) – zona da montagem final das caixas de velocidades.

Cada *atelier* é composto por:

- Uma **Unidade Elementar de Trabalho (UET)**: pode corresponder a uma linha de maquinação ou de montagem (linha de produção) e é constituída por uma ou mais pessoas que têm determinadas funções definidas;
- **Células Técnicas**: apoiam a produção, em termos de Qualidade, Manutenção, Engenharia, Produto e Processo;
- **Postos de Trabalho**: local onde se realizam as atividades de transformação e montagem de peças – operações de fabrico.

O departamento da fabricação depende, assim, inteiramente das funções associadas aos departamentos de suporte, maioritariamente do departamento de logística, que gere as atividades de fabricação.

O departamento de qualidade garante a conformidade dos produtos, o departamento de manutenção gere os recursos de produção, o departamento de engenharia é responsável pela evolução e desenvolvimento dos processos de fabrico e os departamentos de controlo da qualidade acompanham a aplicação de *standards*, métodos e ferramentas de produção para atingir a excelência.

Os princípios fundamentais na Renault Cacia são a segurança, a qualidade, a diversidade, a formação dos colaboradores e o respeito pela APW. A Cacia tem como visão ser a referência nas fábricas mecânicas a nível da Aliança pela competitividade dos seus produtos de excelência e pela equipa humana, assegurando o futuro industrial, (Renault, 2017).

2.1.1.4. O armazém PHF



Figura 1: Entrada para o armazém PHF, vista de fora das naves fabris.

Fora das duas naves fabris, existe um armazém central com artigos fora da cadeia de fabricação, mas que, no entanto, é necessário para permitir e facilitar o bom funcionamento da empresa e contribuir para a segurança de todos os seus colaboradores e trabalhadores. Assim, o armazém PHF, já mencionado no início do documento, é o local onde é feita a gestão de todo o *stock* de produto não acabado na empresa. Quem nele trabalha, tem o objetivo de que seja adquirido o *stock* estritamente necessário, constituindo assim, *stocks* intermédios do material mais utilizado, não dando azo a acumulações de *stock*, e contribuindo para uma melhor sincronização dos artigos mais requisitados e necessários com os artigos a encomendar. Isto leva a uma maior confiança de

todos os trabalhadores da empresa no PHF, uma vez que sempre que precisarem de algum artigo e o requisitarem, ele estará em armazém.

É, também, no PHF que se faz a gestão dos POE'S, que são todas as peças externas ao grupo Renault, como material de eletrónica que é necessário para alguma máquina.



Figura 2: Balcão de atendimento do armazém PHF.

A manutenção de *stocks* é necessária para qualquer organização que produza ou tenha produtos físicos, visto que não é, de uma forma geral, possível providenciar produções instantâneas ou entregas seguras e diretas de material e artigos aos clientes, Saraiva (2013). Desta forma, a administração de *stocks* é uma área crucial, para uma boa administração das empresas e para que essa administração seja realizada com sucesso, a gestão de *stocks* deve ter em conta três grandes decisões – qual é a quantidade a encomendar, quando se deve fazer essa encomenda e qual será a quantidade de *stock* de segurança que se deve manter, para satisfazer os seus requisitos.

Estas três grandes decisões levam a um número de artigos aprovisionados, que convém existirem no armazém, na quantidade certa, tal como mencionado anteriormente, nem em demasia, nem em quantidades demasiado reduzidas, de forma a estarem ao dispor de qualquer colaborador quando for necessário.

No entanto, estas quantidades existentes não são fáceis de determinar e cabe a cada empresa adotar a estratégia a utilizar e definir a existência de *stocks* que seja vantajosa. Devem adotar um método que garanta uma boa taxa de serviço ao cliente, diminua os custos de produção e, desta forma, aumente a margem de manobra produtiva e a probabilidade de solucionar qualquer situação imprevista.

Ter um *stock* de segurança numa empresa ou armazém, apesar de ser uma mais-valia, também é uma despesa, porque ter o material e os artigos à disposição custa dinheiro, já para não falar dos cuidados a ter com a manutenção desse *stock* e os riscos associados como a obsolescência, perda, deterioração e roubo de material.

“Um valor de stock de segurança pequeno, e que não seja pensado racionalmente terá todas as consequências contrárias ao anterior, existindo ainda o risco de rutura de *stock*, que poderá pôr em causa toda a produção de uma empresa, e conseqüentemente o incumprimento de prazos de entrega e a perda de prestígio no mercado envolvente”, Saraiva (2013).

Os *stocks* podem ser organizados em cinco formas ou estágios produtivos. Inicialmente existe o *stock* de matérias-primas e acessórios, seguindo-se o de ferramentas, maquinaria, equipamentos e artigos de manutenção, sendo estes todos os materiais e artigos presentes no armazém PHF, que dão, mais tarde, lugar aos produtos em curso de fabrico, seguidos dos produtos intermédios e, por fim, pelos produtos acabados ou produzidos, finalizados.

2.1.2.1. Artigos existentes para requisitar

No armazém PHF é possível requisitar todo o tipo de artigos desde pneumática, hidráulica, motores, materiais e equipamentos eletrónicos, EPIs, para todos os trabalhadores como luvas, batas, casacos, sapatos de biqueira de aço, tampões auditivos (cuja utilização é obrigatória em chão de fábrica), entre outros.

Para isso, foi criado um catálogo digital, por dois estagiários, onde é possível consultar todo o tipo de artigos existentes e disponíveis para requisição, no armazém, como mostra a Figura 3.



Figura 3: Menu principal do catálogo digital de artigos que podem ser requisitados no PHF.

2.1.2.2. Plataforma de requisição

As requisições, realizadas pelos colaboradores da Renault Cacia, são geradas informaticamente numa plataforma chamada MAP. “A sigla MAP significa “Maintenance Access Portail” e é utilizado desde 2008. Este programa gere todos os investimentos necessários a realizar, reduz o tempo gasto no sistema, simplifica o acesso a outras aplicações, reduz o custo de manutenção de aplicações e melhora o acompanhamento dos custos de manutenção”, Saraiva (2013).

O ambiente fabril e produtivo, em qualquer indústria, está em constante mudança e, desta forma, estão sempre a surgir novos equipamentos e novas máquinas, novos processos produtivos, entre outros que provocam alterações no que já é conhecido e nos procedimentos utilizados.

“Todas estas ocorrências levam a uma contínua entrada e saída de artigos necessários para a manutenção das máquinas. Cabe, assim, a diferentes departamentos da empresa fazer a receção das novas ou remodeladas máquinas e respetivos artigos, verificando quais desses devem ser homologados. O processo de homologação consiste numa descrição dos artigos e, por fim, a atribuição de um MABEC. Confirmada a homologação, os artigos podem ser consultados no sistema interno MAP e carregados nas máquinas onde são aplicados, para mais tarde poderem ser requisitados ao armazém. Quando é feita essa homologação, é criado um documento intitulado por: Ficha de Homologação”, Saraiva (2013).

Um MABEC é, então, uma espécie de referência que representa a identidade de cada artigo presente na Renault Cacia e que possa ser sujeito a uma requisição.

Assim, para que os artigos sejam requisitados é necessário que os trabalhadores conheçam as suas características ou saibam o nome técnico do artigo a requisitar o que, por vezes, não é nada fácil, pois existem dezenas de parafusos, anilhas, entre outros materiais e é, praticamente impossível, saber como os pesquisar, a fim de proceder à sua requisição, pelo que foi desenvolvido um catálogo digital com fotografias e nomes técnicos dos artigos (Figuras 3).

O portal MAP permite, assim:

- a realização de requisições de artigos;
 - a emissão de ordens de trabalho (OTs);
 - a digitalização de tempo de mão de obra;
 - a consulta de documentos técnicos;
 - a consulta de máquinas;
 - a consulta do histórico e relatórios de avarias;
 - a visualização do histórico de consumos;
- entre outras funções importantes ao pleno funcionamento da fábrica.

Nas Figuras 4 e 5, está representado o menu principal de acesso ao programa MAP, com os campos a preencher, para requisitar um determinado artigo, assinalados.

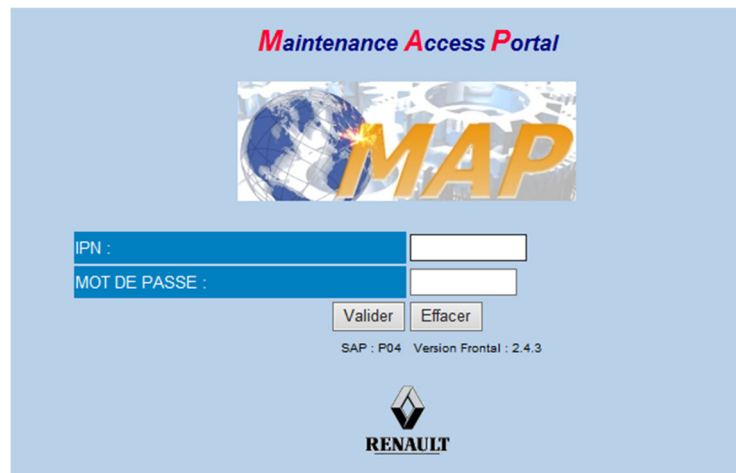


Figura 4: Menu de acesso ao programa MAP de requisições de artigos.

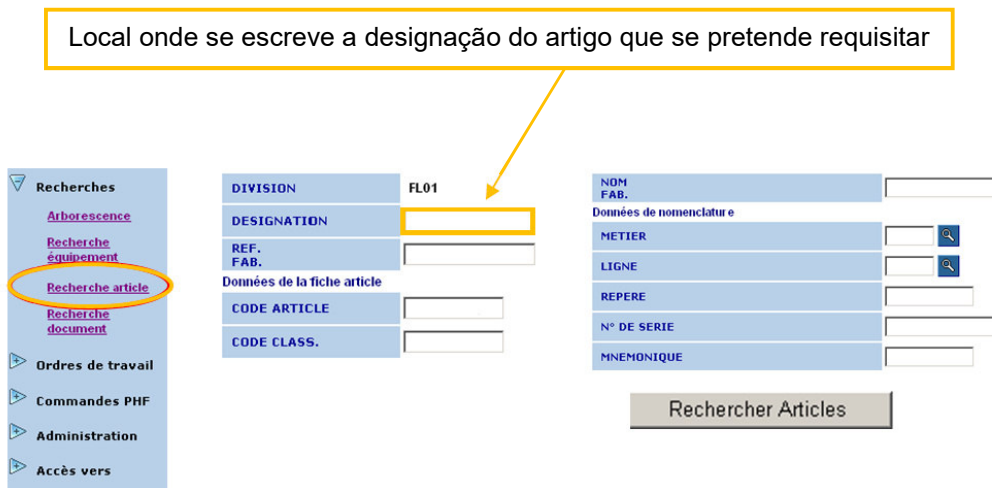


Figura 5: Separador do programa/servidor onde se podem fazer as requisições, retirado de Saraiva (2013).

Capítulo 3: Enquadramento Teórico

Dörnhöfer, Schröder, e Günthner (2016), afirmam que, atualmente, as empresas funcionam num ambiente cada vez mais desafiante, que se reflete no aumento da complexidade do produto nas indústrias de manufaturação, impulsionado pelos clientes. Além disso, os custos permanecem altos e a indústria automóvel já enfrenta este desafio há vários anos.

Um dos fatores chave, para uma empresa ser bem-sucedida, é a sua capacidade de inovação, uma vez que esta, “contribui, em larga medida para o seu inquestionável sucesso. Embora as vantagens competitivas possam vir da dimensão do número de ações praticadas, a matriz está a pender cada vez mais para aquelas empresas que mobilizam o conhecimento, a experiência e as capacidades tecnológicas para criar novos produtos, processos e serviços” Tidd, Joe; Bessant, John; Pavitt (2001). Acrescentam, ainda, que “analogamente, ser capaz de oferecer um melhor serviço, mais rápido, mais barato e de melhor qualidade, é, de há muito tempo assumido, como a fonte da competitividade de sucesso.”

Responder a esses desafios amplia o leque dos processos logísticos, além das tarefas anteriormente conhecidas.

Segundo, Caldera, Desha, e Dawes (2018), um modelo de negócio sustentável é descrito como um modelo de negócio que traz vantagem competitiva, fornecendo um excelente valor para o cliente e é fundamental para o desenvolvimento sustentável da empresa, bem como da sociedade. A definição de estratégia, o suporte organizacional, as motivações intrínseca e extrínseca foram identificadas como facilitadores-chave na implementação da prática empresarial de sustentabilidade nas organizações empresariais. A modelação de negócios sustentáveis beneficia de uma ferramenta de mapeamento de valor, que propõe três formas de valor, como valor capturado, perdido ou desperdiçado e oportunidade.

De acordo com Reis, Stender, e Maruyama (2017), as empresas, a fim de atender às expectativas dos clientes, procuram a excelência num ambiente cada vez mais competitivo. Isto é crucial na tomada de decisão do armazém e na integração da produção, adaptando e criando os produtos de encontro às metas estabelecidas na fabricação. As organizações vislumbram a integração das operações internas, deixando de lado a visão individualista, caminhando em direção ao trabalho coordenado, de entreaajuda e de equipa.

Processos eficientes de manufatura e logística são uma vantagem competitiva fundamental, além da capacidade de fornecer o produto certo ao cliente com um *lead time* ótimo, sendo este o tempo necessário para um produto estar finalizado e pronto a ser comercializado e “levado” até ao cliente.

Numa empresa, a distribuição dos materiais entre os departamentos, de um lado para o outro do chão de fábrica, é a base para o processo de produção, como referido anteriormente, pois a fabricação de um determinado produto integra diferentes fases que passa por diferentes máquinas e etapas de produção sendo, assim, a logística, uma atividade indispensável para a realização das restantes.

No entanto, segundo Mendes (2016), a logística interna é, na ótica da indústria automóvel, uma atividade sem valor acrescentado ao produto, na medida em que o cliente final não paga por atividades logísticas realizadas ao nível da produção, mas sim um veículo com determinadas características. Assim, na logística pretende-se fazer mais com menos, e para alcançar esse objetivo é necessário perceber onde e quando é que os produtos são produzidos, bem como a forma como estes são transportados.

“Antes do aparecimento da robótica móvel, o manuseamento de materiais era realizado com uma forte intervenção humana, como é o caso de veículos guiados manualmente e isso ainda acontece frequentemente em muitas fábricas e empresas. Com o aparecimento de tecnologias de navegação para veículos autónomos e o aumento da capacidade de processamento de computadores, apareceram os primeiros robôs móveis industriais, com o objetivo de reduzir a intervenção humana em vários sistemas e meios de fabrico. A utilização destes robôs, permite:

- Aumentar o grau de automação e flexibilidade, facilitando a integração total e o controlo otimizado do sistema, através de uma rede de computadores;
- Otimizar o fluxo de materiais, através de um correto escalonamento de tarefas, contribuindo para uma melhoria significativa na produtividade global do sistema;
- Eliminar a presença humana em ambientes potencialmente agressivos e perigosos para a saúde, como é o caso do chão de fábrica, indústria pesada, química e nuclear”, Rocha (2001).

Por mais mecanismos automáticos que facilitem a realização de atividades de distribuição no setor industrial, tem de existir um plano estratégico por detrás de cada método e ação realizados que permita que sejam alcançados os resultados esperados. A utilização de determinadas estratégias pode ser feita inconscientemente, como algo que já é natural para alguém que traça um determinado plano. No entanto, a utilização de uma estratégia não é completamente inconsciente. De acordo com Striteska e Jelinkova (2015), ocorre como resultado de alguém fazer um esforço consciente para resolver um problema que encontrou. Atividades como, por exemplo, gerar perguntas sobre o assunto que foi aprendido, responder a perguntas sobre o que está a ser aprendido, resumir, mostrar o material de aprendizagem em formatos como gráficos, explicando o que é aprendido, podem ser consideradas partes integrantes de uma estratégia de aprendizagem. Além disso, os esforços realizados, por exemplo no caso de estudantes, como sublinhar, fazer anotações nas margens do texto, revisão mental, categorizar, fazer analogias, organizar, fazer perguntas, criar representações espaciais, tomar notas, também estão incluídos dentro de estratégias de aprendizagem.

3.1. Em que consiste um plano Estratégico?

Segundo Striteska e Jelinkova (2015), o ponto de partida da gestão estratégica de desempenho das empresas é definir uma estratégia que expresse o que a empresa quer alcançar no futuro e através de quais atividades. A maioria das empresas tem um conceito estratégico de longo prazo definido, incluindo objetivos e processos focados no cliente. A estratégia a longo prazo

é definida apenas como um esboço e é trabalhada em detalhe e através de vários passos e etapas, ao longo de um ano.

A estratégia é o caminho a percorrer e a traçar, até ser alcançado um objetivo claramente definido. No ambiente atual, com tantas mudanças rápidas e instantâneas, deve existir uma abordagem geral da estratégia. Esta deve ser dinâmica, flexível e inovadora. Conhecer os objetivos estratégicos, então, não pode ser visto como uma abordagem rígida e rotineira de forma a atingir metas estacionárias. No novo conceito, a estratégia é antes uma percepção sintética da direção correta e deve ser criada ou modificada de forma abrangente e contínua.

Striteska e Jelinkova (2015) acrescentam, ainda, que a pressão constante e crescente sobre a competitividade das empresas, globalmente leva os gestores a tentarem melhorar, continuamente, o desempenho das suas empresas e a fortalecer a sua posição no mercado. O desempenho, especialmente no que diz respeito aos clientes, está-se a tornar uma questão importante a debater e reflete-se e traduz-se na criação de valor que o cliente atribui a determinado produto.

3.2. Supply Chain

Shakerian, Dehnavi e Shateri (2016) defendem que a gestão do conhecimento é considerada uma necessidade estratégica para as instituições, organizações e partes de serviços. É uma abordagem que pode ser implementada pela gestão das organizações com pouca flexibilidade e trazer competitividade no futuro, sendo progressiva para os novos produtos e serviços, conquistando novos mercados e criando outros, mantendo o capital do conhecimento.

A ligação e conexão destes fatores leva-nos a um novo conceito – *supply chain*, que em português significa cadeia de abastecimento.

Segundo Sunil Chopra e Peter Meindl (2001), uma cadeia de abastecimento consiste em todas as etapas envolvidas, direta ou indiretamente, no cumprimento de uma solicitação do cliente. A cadeia de fornecimento não inclui apenas o fabricante e os fornecedores, mas também os transportadores, armazéns, produtores e os próprios clientes. Dentro de cada organização, como fabricante, a cadeia de abastecimentos inclui todas as funções envolvidas no preenchimento de uma solicitação do cliente. Essas funções incluem, mas não estão limitadas, ao desenvolvimento de novos produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e atendimento ao cliente.

O objetivo de toda a cadeia de abastecimento é maximizar o valor total gerado. O valor que esta gera é a diferença entre o valor final do produto para o cliente e o esforço gasto para atender à solicitação do cliente.

Christopher (2005) define cadeia de abastecimento como uma rede de organizações envolvidas, através de ligações a montante e a jusante, nos diferentes processos e atividades que produzem valor sob a forma de produtos e serviços nas mãos do consumidor final.

Segundo Shakerian, Dehnavi e Shateri (2016), a gestão da cadeia de abastecimento é uma situação estratégica fundamental que afeta diretamente o sucesso da organização num ambiente de negócios mais competitivo. As cadeias de valor tradicionais enfatizaram custos e fatores como fluxo de materiais e peças, fluxo de informações e fluxos financeiros. Hoje, o mercado precisa de

responder mais rapidamente às necessidades do mercado e de ter “ferramentas” e “know-how” para o conseguir fazer. A gestão tradicional de fatores não responde às necessidades atuais das cadeias, pelo que a chave para sobreviver no mundo atual é ter vantagem competitiva face aos concorrentes. Por outro lado, as empresas têm de adaptar a sua conduta e desempenho de forma a singrar no mundo empresarial.

“As cadeias de abastecimento, além de recursos e ativos tangíveis, têm-se concentrado em ativos intangíveis, como o conhecimento. Muitos dos recursos intangíveis podem produzir-se em vantagem competitiva e, muitas vezes, são estes que fazem toda a diferença”, Shakerian et al. (2016).

Christopher (2005) refere que Porter (1985) afirma que a vantagem competitiva não pode ser entendida olhando para uma empresa como um todo. Esta decorre das muitas atividades discretas que uma empresa realiza na conceção, produção, marketing, entrega e suporte do seu produto. Cada uma dessas atividades pode contribuir para a posição de custo relativo de uma empresa e criar uma base para a sua diferenciação no mercado. A **cadeia de valor** desagrega uma empresa nas suas atividades estrategicamente relevantes para entender o comportamento dos custos e as fontes existentes e potenciais de diferenciação. Desta forma, uma empresa ganha vantagem competitiva ao realizar essas atividades estrategicamente importantes de forma mais barata ou melhor do que as suas concorrentes.

3.3. *Toyota Production System – o que é?*

“O Toyota Production System (TPS) é talvez o sistema de produção e gestão de operações mais estudado no mundo”, Williams (2007).

“A definição do TPS é um sistema de fabricação que:

1. Tem um foco no controlo da quantidade para reduzir custos, eliminando o desperdício;
2. É construído sobre uma base sólida de processo e qualidade do produto;
3. Está totalmente integrado;
4. Está em constante evolução;
5. É perpetuado por uma cultura saudável e forte que é gerida conscientemente, continuamente e consistentemente”, Wilson (2017).

Segundo Melton (2005), o nascimento do *Lean* foi no Japão, dentro da Toyota, na década de 1940. O Sistema de Produção da Toyota baseava-se no desejo de produzir num fluxo contínuo, que não dependesse de longos períodos de produção para ser eficiente. Baseou-se em torno do reconhecimento de que apenas uma pequena fração do tempo total e do esforço era necessária para processar um produto que agregasse valor para o cliente final. Isto era claramente o oposto do que o mundo ocidental estava a fazer - aqui a produção era feita em massa, baseada no planeamento de recursos materiais (MRP) e sistemas computacionais complexos, que se estava a desenvolver junto das filosofias de produção em massa originalmente desenvolvidas por Henry Ford, ou seja, grandes volumes de produção de produtos padronizados.

Taiichi Ohno, começou a trabalhar no sistema de produção da Toyota em 1940 e continuou o seu desenvolvimento até ao final dos anos 80, livre dos avanços nos computadores que permitiram que a produção em massa fosse mais "aprimorada" pelos sistemas MRP. Na década de 1970, a base de fornecimento da Toyota era *Lean*.

3.4. Filosofia *Lean*

Williams (2007) refere que o termo *Lean* se tornou associado a uma certa capacidade comercial - a capacidade de realizar mais com menos. As organizações *Lean* recorrem, o menos possível, a esforços humanos para realizar determinadas tarefas, assim como menos material para criar os seus produtos e serviços; conseqüentemente, menos tempo para os desenvolver e menos energia e espaço para os produzir. A sua orientação é a procura do cliente e desenvolvem produtos e serviços de alta qualidade da maneira mais eficaz e económica possível.

Schonberger (2019) afirma que o principal objetivo do *Lean* é servir os clientes, dando uma resposta mais rápida, mais flexível e de maior qualidade, de forma a atrair os potenciais clientes com os cumprimentos dos requisitos por estes estabelecidos. A redução do *stock* é um contributo importante em termos de serviços e bens. Qualquer item que fique no *stock* aumenta o tempo de espera e as filas de espera e pode originar confusões e contratempos desnecessários. Em muitos serviços, a "vítima" dessas esperas é o cliente, que tem de aguardar que o seu produto esteja pronto.

Caldera et al. (2018) confirma o que antes foi defendido, dizendo que o pensamento *Lean* é uma abordagem de negócios que oferece melhor valor aos clientes, removendo atividades que não agregam valor. O conceito *Lean* evoluiu do chão de fábrica do fabricante japonês *Toyota Motor Corporation*, que se concentrou na redução do desperdício nas operações.

"Um processo *Lean* não é apenas financeiramente e fisicamente mais "magro", é emocionalmente muito mais magro e as pessoas trabalham com mais confiança, com mais facilidade, e com uma maior paz do que o típico caótico, reacionário, num plano de mudança, de manufatura, de hora em hora e com horas de trabalho extra", Wilson (2017).

O *Lean* é, então, "uma filosofia e uma abordagem de longo prazo comprovada, que alinha tudo no negócio para oferecer maior valor ao cliente. Consiste em orientar as pessoas e os sistemas fornecendo um fluxo contínuo de valor para o cliente e eliminar desperdícios e deficiências em todo o processo. O *Lean* é uma prática quotidiana a todos os níveis, para executar, de uma forma consistente, bem como para melhorar, consistentemente, o desempenho", Williams (2007).

Os princípios e práticas das organizações *Lean* são reconhecidos em todo o mundo como a maneira mais poderosa e eficaz de construir e sustentar continuamente melhorias em negócios e instituições. Seguindo um caminho *Lean*, qualquer negócio em qualquer setor, de qualquer tamanho ou tipo, pode melhorar continuamente a longo prazo.

Segundo Sundar, Balaji, e Satheesh Kumar (2014), os princípios *Lean* definem o valor do produto/serviço conforme percebido pelo cliente e, em seguida, tornam o fluxo alinhado com o cliente e procuram a perfeição através da melhoria contínua para eliminar o desperdício,

classificando a atividade de Valor Acrescentado (VA) e Não Valor Acrescentado (NVA). As fontes para os resíduos da atividade do NVA são Transporte, Inventário, Movimento em Espera, Excesso de produção, Retrabalho e Defeitos. O desperdício de atividade do NVA é um obstáculo vital para a atividade do VA. A eliminação destes resíduos é conseguida através da implementação bem-sucedida de elementos enxutos.

Williams (2007) afirma que o *Lean* é uma filosofia, uma abordagem para aplicar à vida, em geral, e ao trabalho. A filosofia *Lean* é uma jornada, sem caminho predefinido ou estado final. É um caminho a seguir que garante a melhoria contínua. Não é uma dieta ou uma moda passageira, mas sim um estilo de vida.

“O *Lean* é uma maneira de conseguir mais com menos recursos, criando uma organização que responde a uma maior flexibilidade com prazo de entrega e onde o foco está no cliente, externo e interno”, Harish e Selvam (2015).

De acordo com Wilson (2017), as definições populares de *Lean Manufacturing* e do *Toyota Production System* (TSP) geralmente consistem no seguinte: “É um conjunto abrangente de técnicas que, quando combinadas e maduras, permitem reduzir e eliminar os sete resíduos. Este sistema não só torna a empresa numa entidade mais limpa como, posteriormente, mais flexível e mais apta a reduzir o desperdício.”

A adoção da filosofia e práticas *Lean* tem, como principal objetivo, entender a fonte e erradicar as causas do desperdício de determinado processo, nas atividades que dão origem ao produto final. A prática do *Lean* tem como foco a eliminação das causas básicas que estão a causar o mínimo desperdício. Qualquer negócio tem como principal intenção a venda de produtos e serviços aos clientes e estes têm a necessidade e definem o objetivo do negócio. Tudo começa e termina com o que o cliente exige, pelo que este é o único verdadeiro árbitro de valor e está disposto a pagar pelo seu produto ou serviço somente quando acreditar que este vale o dinheiro que nele vai investir, pelo que tem de ser **a combinação certa de produtos e serviços de qualidade, no lugar certo, na hora certa e pelo preço certo**. A criação de valor é um processo que consiste numa combinação de etapas que, corretamente desempenhadas, resultará na criação de produtos e serviços que o cliente valorizará adequadamente. O desperdício diminui o processo de criação de valor. Coisas que naturalmente se infiltram e impedem que as etapas de um processo fluam de maneira rápida e eficaz inibirão a criação de valor para o cliente.

Segundo Williams (2007), um processo perfeito não tem desperdício. Se cada etapa do processo for plenamente capaz, fluir perfeitamente e se puder adaptar e transformar plenamente conforme a necessidade, o processo irá desenvolver e fornecer produtos e serviços sem qualquer tipo de desperdício. Processos perfeitos maximizam o valor do cliente e quanto mais próximo da perfeição se torna um processo, mais efetiva é a criação de valor, mais satisfeitos se tornam os clientes e mais bem-sucedido é o esforço.

O pensamento *Lean* começa com o cliente e a definição de valor. Portanto, segundo Melton (2005), como um processo de manufatura é uma forma de agregar valor (um produto) a um cliente, os princípios do pensamento *Lean* devem ser aplicáveis às indústrias de processos e aos processos de fabricação específicos dentro dessa mesma indústria.

Os benefícios observados na indústria automóvel, estão bem documentados:

- Diminui o *lead time* dos clientes;
- Os *stocks* são reduzidos para os fabricantes;
- Melhor gestão do conhecimento.

Qualquer atividade num processo que não agregue valor para o cliente, como, segundo Diego Fernando e Rivera Cadavid (2013), *stocks*, configurações de máquinas, tempo de inatividade, movimentações de peças e sucata, é chamada de desperdício. Às vezes o desperdício é uma parte necessária do processo e agrega valor à empresa e isso não pode ser eliminado como, por exemplo, o controlo financeiro. Nesses casos, os desperdícios já não podem ser classificados como desperdícios porque, apesar de necessitarem de muito tempo e atrasarem a realização de outras atividades, são essenciais para não comprometer o bom funcionamento da empresa e todo o seu processo produtivo. Sendo, por isso mesmo, indispensáveis e acrescentando, assim, valor para o cliente.

Este valor é criado ao longo de toda a cadeia de abastecimento, criada na empresa durante o planeamento e fabricação de determinado produto, e a gestão desta “é a integração dos processos chave de negócio desde os fornecedores originais até ao utilizador final, que permite oferecer produtos, serviços e informação que acrescentam valor aos clientes e aos *stakeholders*”, Instituto para a Qualidade na Formação (2006).

Segundo Melton (2005) e o Lean Enterprise Research Centre, LERC (2004), a *Cardiff Business School* destacou que, para a maioria das operações de produção:

- 5% das atividades agregam valor;
- 35% são atividades necessárias sem valor;
- 60% não adicionam valor algum.

Portanto, não há dúvida de que a eliminação de resíduos representa um enorme potencial em termos de melhorias na fabricação - a chave é, então:

- ✓ Identificar tanto o desperdício como o valor;
- ✓ Desenvolver a base de gestão do conhecimento;
- ✓ Perceber que a melhoria sustentável exige a adesão das pessoas que operam os processos e gerem os negócios e, portanto, uma cultura de melhoria contínua atravessa fronteiras funcionais e, normalmente, organizacionais.

No entanto, segundo Fernando Diego e Cadavid Rivera (2013) e Čiarnienė e Vienažindienė (2012), os conceitos básicos do *Lean* não são apenas a eliminação do desperdício e a criação de

valor, apresentando cinco etapas básicas, que vão de encontro aos dois conceitos especificados, detalhando-os mais pormenorizadamente.

“Especificação do valor: o ponto de partida é reconhecer que apenas uma pequena fração do tempo total e do esforço em qualquer organização realmente agrega valor para o cliente final. Ao definir, claramente e especificamente, o valor de um produto ou serviço específico para o cliente final, todas as atividades sem valor - ou resíduos - podem ser eliminados. O valor define o uso de um produto para o cliente e retrocede para o processo de produção. Para obter o valor dos clientes, é importante responder às seguintes perguntas: O que querem os clientes? Quando e como é que eles o querem? Qual será a melhor combinação de recursos, capacidades, disponibilidade e preço?

Análise do fluxo de valor: O próximo passo a seguir é, então, o de mapear todo o processo de produção e criar um fluxo de valor (*Value Stream Mapping*), para garantir que cada etapa representa valor para o cliente. Um fluxo de valor é a junção e articulação de um conjunto de processos e atividades que são necessárias para levar um produto a um cliente, do início ao fim. O Fluxo de Valor não é limitado por fronteiras entre empresas; essa é a razão para se integrarem fornecedores, fabricantes, distribuidores nos esforços para reconhecer e analisar o Fluxo de Valor.

Três categorias principais de atividades são distinguidas:

1. Atividades que agregam valor;
2. Atividades que não agregam valor, mas não podem ser evitados atualmente (tal como discutido anteriormente);
3. Aqueles que não agregam valor e devem, portanto, ser eliminados.

De acordo com Simulation (2010), “a técnica de *Value Stream Mapping* (VSM), desenvolvida dentro do paradigma de produção *Lean*, foi apresentada como uma técnica gráfica inovadora para ajudar os profissionais a redesenhar os sistemas de produção.” Braglia et al. (2010) afirmam que, em relação a outras técnicas de mapeamento, o VSM oferece várias vantagens:

- Forma a base para a implementação da produção *Lean*;
- Relaciona o processo de fabricação interno da instalação a toda a cadeia de abastecimento;
- Exibe/demonstra o fluxo do produto e o fluxo de informações;
- Faz a ligação e coordena o “planeamento de produtos” e “previsão da procura”, a “programação da produção” e o “controlo de fluxo da fábrica”;
- Inclui informações relacionadas com o tempo de produção, bem como informações relacionadas com os níveis de *stock*.

Infelizmente, o VSM também tem grandes desvantagens:

- É, basicamente, uma técnica baseada em papel e lápis, pelo que o nível de precisão é limitado e o número de versões que podem ser modificadas e alteradas é baixo;

- Em ambientes reais, muitas empresas são de “alta variedade e baixo volume”, o que significa que muitos fluxos de valor são compostos por centenas de peças e produtos industriais. Assim, esta complicação não pode ser tratada com o método padrão.

Segundo Sundar et al. (2014) o **Mapeamento do Fluxo de Valor** (*Value Stream Mapping - VSM*) é o processo de mapeamento dos fluxos de materiais e informações necessários para coordenar as atividades realizadas pelos fabricantes, fornecedores e distribuidores para entregar produtos aos clientes.

Fluxo Contínuo: As empresas devem tentar fazer com que o valor flua continuamente, não em lotes. Nesse paradigma, o termo fluxo de peça única tem grande apelo e é altamente cobiçado. Além disso, as organizações funcionais tradicionais não ajudam o fluxo contínuo, portanto, recomenda-se uma abordagem de equipes focadas (mais próximas do produto).

Segundo Melton (2005), o fluxo é, provavelmente, o conceito mais difícil de entender. É o conceito que mais obviamente contradiz os sistemas de produção em massa; a comparação de um fluxo de peça *versus* processos em lote e fila.

Fluxo de valor é a conexão de eventos ou atividades que, em última análise, cria valor para um determinado cliente. Um fluxo de valor cruza limites funcionais e, geralmente, organizacionais. É, segundo Sundar et al. (2014), definido como “o conjunto de todas as ações específicas necessárias para levar um produto específico através das três tarefas de gestão de qualquer negócio: Solução de Problemas, Gestão de Informações e Transformação Física”.

Cliente Pull: Um princípio tornado popular pelos conceitos JIT; afirma que as empresas não devem empurrar os seus produtos para os clientes (**sistema Push**) mas deixá-los puxar “valor” (produtos ou serviços) e vincular toda a cadeia produtiva (mesmo com fornecedores) de tal forma que os materiais não sejam utilizados e as atividades não sejam realizadas até que sejam necessários (**sistema Pull**). A disciplina de atração é estabelecida e reforçada pelo uso de *Kanbans*, que são mecanismos físicos ou eletrônicos para transmitir a necessidade de peças e sub-montagens de um ponto no processo para o precedente desse mesmo ponto.

Melhoria Contínua: Como diz o *slogan* comercial da marca de luxo Toyota (Lexus), trata-se da “procura apaixonada pela perfeição”. É a convicção de que os esforços de melhoria nunca são concluídos, e é esta consistência que ajuda a manter a disciplina para a melhoria no lugar, filosofia Kaizen.

Melton (2015) afirma que, segundo Womack e Jones (1996), o pensamento Lean ajuda a entender:

- A identificação de valor;
- A eliminação de resíduos;
- A gerar um fluxo (de valor para o cliente).

3.4.1. *Lean Manufacturing*

Segundo Fernando Diego e Cadavid Rivera (2013), o *Lean Manufacturing* foi desenvolvido pela empresa Toyota Motor para atender às suas necessidades específicas, num mercado restrito em tempo de problemas económicos.

Williams (2007) afirma que “o *Lean Manufacturing*, em particular, é essencialmente um reaproveitamento do Sistema Toyota de Produção. A maior parte da filosofia e dos princípios, bem como os métodos, técnicas e ferramentas do *Lean*, são todos encontrados dentro do TPS e este foi arquitetado principalmente pelos primos Eiji e Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno, tendo sido este último, o pai do TPS. Ele liderou seu desenvolvimento, extensão à base de fornecimento e integração com parceiros globais desde o início dos anos 50 até aos anos 80. No momento em que o *Lean* foi introduzido na fabricação dos EUA, a Toyota estava a evoluir e a aplicar o TPS com sucesso há mais de 40 anos”. Taiichi Ohno, um engenheiro que foi chefe da Toyota durante muitos anos, defende que aquele é composto por dois pilares: o *Just in Time* e o *Jidoka*.

“O *Lean manufacturing* combina os melhores recursos de produção em massa e artesanal: a capacidade de reduzir custos unitários e melhorar, drasticamente, a qualidade; ao mesmo tempo, fornecendo uma gama cada vez maior de produtos e tornando o trabalho realizado em algo muito mais desafiante. O seu objetivo é reduzir o desperdício no esforço humano, *stocks*, tempo de comercialização e espaço de manufatura, de forma a se poder focar única e exclusivamente na procura do cliente, enquanto produz produtos de qualidade da maneira mais eficiente e económica, possível”, Seth e Gupta (2005).

Segundo Čiarnienė e Vienažindienė (2012), a aplicação desta filosofia é um dos conceitos mais importantes que ajuda as empresas a obter vantagem competitiva no mercado mundial. O *Lean Manufacturing* ou a produção *Lean* são práticas de produção, que consideram o uso de recursos para qualquer trabalho além da criação de valor para o cliente final, como desperdício.

3.4.2. **Standardized Work – Trabalho padronizado**

Segundo Sundar et al. (2014), um trabalho padronizado é a ferramenta básica para uma melhoria contínua. É o método mais seguro e eficaz de realizar um trabalho no menor tempo possível, de forma repetitiva, relacionando pessoas, máquinas e materiais, de forma eficaz. A padronização do trabalho pode ser descrita como um conjunto de ferramentas de análise que resulta num conjunto de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs). Os POPs contêm o processo de trabalho do operador, como etapas do processo, sequências de trabalho, tempo de ciclo, trabalho em processo, controlo de processo, entre outros. Representam a melhor maneira de realizar um trabalho específico dentro do tempo destinado. É possível controlar e melhorar o projeto de trabalho em relação à procura do cliente, com desacelerações ou acelerações no trabalho.

3.4.3. Melhoria contínua – *Continuous Improvement (CI)*

De acordo com Sundar et al. (2014), a Melhoria Contínua é uma filosofia que Deming descreveu simplesmente como “Iniciativas de melhoria que aumentam os sucessos e reduzem as falhas”. É o elemento orientado pela gestão que força a mudança cultural no local de trabalho. Assim que a estabilidade do processo é estabelecida, as ferramentas do CI são necessárias para determinar a causa raiz das ineficiências e aplicar contramedidas efetivas para reduzir essas ineficiências.

3.4.4. As ferramentas *Lean*

Algumas ferramentas e técnicas importantes dentro do sistema *Lean*, de acordo com Melton (2005), são:

- O **Kanban** - um sinal visual, de qualquer tipo, utilizado para apoiar e controlar o fluxo de produto produzido "puxando", indicando, ao longo e através do processo de fabricação, quando há necessidade de voltar a produzir uma determinada peça ou determinado produto, conforme a exigência feita pelo cliente;
- Os **5 S's**, que são uma técnica de limpeza visual, utilizada no chão de fábrica e qualquer zona de escritório onde seja necessário realizar qualquer tarefa essencial à produção, para que se esteja a trabalhar num ambiente asseado, organizado, para que as ferramentas de trabalho sejam encontradas quando necessárias e nada atrapalhe o seguimento das tarefas a realizar. É, segundo, Fernando Diego e Cadavid Rivera (2013), um conjunto de princípios e práticas que melhoram o meio ambiente no ambiente de trabalho e a qualidade de vida no mesmo, desde a limpeza e triagem até à evolução para equipas autodisciplinares e autónomas.
- **Poke Yoke** - uma técnica de "prova de erro". Geralmente este “equipamento” está presente nas máquinas do chão de fábrica e dá indicação de quando existe algum defeito nalguma peça ou de que esta não está a ser produzida e/ou fabricada corretamente;
- **SMED** (*Single Minute Exchange of Dies*), é uma técnica de redução na troca de moldes de peças de uma máquina para outra. A rápida mudança ao longo do tempo foi introduzida e desenvolvida por Shingo (1985). Baseado no estudo de tempo/vídeo, Shingo separou o tempo de troca de peças em interno e externo. As atividades realizadas em que é necessário parar a máquina, são chamadas de tempo de configuração interna e as atividades que são executadas, sem ter de se parar a máquina, são chamadas de tempo de configuração externo.

3.4.5. Just In Time

“O primeiro pilar, *Just In Time* (JIT), é a técnica de fornecer exatamente a quantidade certa, no momento certo e no local correto”, Wilson (2017).

Segundo o Instituto para a Qualidade na Formação (2006), o JIT “procura satisfazer a procura através de uma orientação *pull* e não *push*, ativando todas as atividades necessárias a partir de um pedido do mercado. Para que tal seja possível, é necessário reduzir ao mínimo o tempo necessário para cada atividade, e eliminar aquelas que não conduzem ao objetivo de satisfazer a procura. A eliminação do desperdício e da variabilidade são dois princípios chave.”

3.4.6. *Jidoka*

“O segundo pilar é o *Jidoka*. É uma série de questões culturais e técnicas relacionadas com a utilização de máquinas e mão-de-obra, afetando pessoas para as tarefas únicas que são capazes de realizar e permitindo que as máquinas auto regulem a qualidade. Tecnicamente, o *Jidoka* usa táticas como o *poka-yoke*, (métodos de prova de falhas do processo, como referido anteriormente), *andons* (exibições visuais, como luzes, para indicar o *status* do processo, especialmente anormalidades do processo) e 100% de inspeção por máquinas. É o conceito de que nenhuma parte com falhas pode progredir na linha de produção. Isto não é apenas necessário para proteger o cliente e reduzir os custos da sucata, é uma ferramenta de melhoria contínua e é um elemento chave para fazer o trabalho do *Kanban*. É uma violação das regras do *Kanban* permitir que partes más sejam transportadas”, Wilson (2017).

3.4.7. Os 7+1 Desperdícios

Na realização deste projeto, a maior preocupação não está em perceber onde e quando é que os produtos são produzidos, mas sim em garantir que os materiais, que não são diretamente produzidos na empresa, mas são fundamentais para o que realmente nela é fabricado, seja entregue a tempo e horas e crie valor para o cliente, correspondendo às suas expectativas, isto é, entregue aos trabalhadores e requisitantes “just in time” e sejam evitados os 7 desperdícios *Lean*. Segundo Harish e Selvam (2015), Melton (2005), Wahab, Mukhtar, and Sulaiman (2013), os 7 desperdícios referidos são:

- **Sobre produção – produção em excesso:** consiste em fabricar um determinado item antes que este seja realmente necessário, ou seja, “*just in case*” de que o mesmo venha a ser utilizado. Este defeito é excessivamente caro para uma fábrica, uma vez que proíbe o fluxo contínuo de materiais e acaba por degradar a sua qualidade e produtividade;
- **A espera** - sempre que as mercadorias não estiverem em movimento ou a ser processadas, ocorre um desperdício de espera. Normalmente, mais de 99% da vida de um produto na fabricação tradicional em lote e fila será gasta no tempo de espera para ser processado. Segundo Wahab et al. (2013), Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT) (2001), a espera é diretamente relevante para o *lead time*, o que contribui para a competitividade e a satisfação do cliente;

- **O transporte** - transportar um produto entre diversos processos ou fases de produção ou fabricação é um aumento de custos que não agrega valor ao produto. O movimento excessivo e o seu manuseamento causam danos e são uma forma de deteriorar a qualidade. O transporte pode ser difícil de reduzir devido aos custos de movimentação de equipamentos e processos adjuntos e necessários;
- **O processamento inadequado ou sobre processamento** - muitas organizações usam equipamentos caros de muita precisão, onde ferramentas mais simples seriam suficientes. Isso geralmente resulta num *layout*, mal feito, ou demasiado complexo que leva a que as operações anteriores ou posteriores sejam realizadas em locais distantes umas das outras. De forma sucinta, consiste num conjunto de operações desnecessárias, no processamento, que não acrescentam valor ao produto final;
- **O inventário** – o trabalho em progresso, que provém da sigla *WIP – Work in Progress* - é um resultado direto da sobreprodução e da espera. O excesso de *stock* tende a esconder problemas no chão de fábrica, que devem ser identificados e resolvidos a fim de ser alcançado o melhor desempenho e os resultados que daí advêm por parte da empresa ou organização. O excesso de *stock* aumenta os prazos de entrega, consome espaço produtivo, atrasa a identificação de problemas e inibe a comunicação. Ao atingir um fluxo contínuo entre os diferentes postos de trabalho, muitos operadores conseguiram melhorar o atendimento ao cliente e reduzir o *stock* existente e os custos associados;
- **O movimento em excesso ou desnecessário** – este desperdício está relacionado com a ergonomia e, para além de ser um desperdício em termos de tempo gasto, deve ser analisado de acordo com todos os casos de flexão, alongamento, caminhada, elevação e alcance. Estas são também questões de saúde e segurança que, na sociedade litigiosa de hoje, estão a tornar-se mais um problema para as organizações. Trabalhos com movimentação excessiva devem ser analisados e redesenhados para melhorar o envolvimento dos trabalhadores na fábrica;
- **Os defeitos** - Tendo um impacto direto na linha do fundo de manuseio, os defeitos de qualidade que resultam em retrabalho ou sucata têm um custo elevado para as organizações. Os custos associados incluem inventário de quarentena, reinspeção, reprogramação e perda de capacidade. Em muitas organizações, o custo total dos defeitos é, geralmente, uma percentagem significativa do custo total de fabricação.

É, ainda, apresentado um oitavo desperdício, por Womack, J. P., & Jones (2003) e Ohno (2010):

- **O conhecimento** - proveniente das pessoas que executam as tarefas e que não é considerado, valorizado, ou tido em conta pelas cadeias de decisão. Este é um dos desperdícios mais frequente nas empresas e organizações.

Para além disso, é fundamental que em todas as zonas da fábrica, mais concretamente em chão de fábrica, existam todas as condições de segurança necessárias para que não possam acontecer acidentes graves de trabalho, ou, pelo menos, prevenir ao máximo a sua ocorrência.

“As atividades durante a construção de um automóvel podem ser divididas em valor acrescentado ou em desperdícios. As atividades de valor acrescentado dizem respeito às operações que acrescentam valor ao produto e que o cliente está disposto a pagar, atividades como soldar, montar ou rebitar.

Os desperdícios dizem respeito às operações que não acrescentam valor ao produto e que o cliente não está disposto a pagar. Relativamente aos desperdícios, estes ainda podem ser divididos em duas categorias: os desperdícios óbvios e os desperdícios escondidos. Os desperdícios óbvios consistem em todas as operações que devem ser completamente eliminadas, como inspecionar, testar e retrabalhar; já os desperdícios escondidos dizem respeito a todas as operações que não acrescentam qualquer valor ao produto, mas que, ainda assim, são necessárias na sua produção, como andar, transportar materiais e esperar”, Rêgo and S (n.d.).

3.5. A Qualidade

Segundo a Patrícia Moura e Sá, a Maria João Rosa e a Cláudia S. Sarrico (2014), “a qualidade tem de ser uma preocupação chave de qualquer organização uma vez que fornece uma vantagem competitiva, permitindo reduzir custos associados ao desperdício, reprocessamento, queixas, perdas de clientes, e, mais importante, induz a satisfação dos clientes, em particular, e dos diferentes *stakeholders* da organização, em geral.

A qualidade tem, então, a ver com a conformidade. Com assegurar que determinado produto ou serviço obedece às especificações espectáveis. Tem, também, a ver com a consistência, uma vez que é algo sistemático, pois está presente desde a conceção do produto ou serviço até à conceção e realização dos processos que sustentam a realização do produto ou serviço. A qualidade tem, assim, a ver com as expectativas do cliente, pelo que se refere a referentes internos e externos, sendo a perspetiva externa a do cliente, estando relacionada com a sua satisfação”.

“Um dos objetivos básicos da cultura da qualidade é educar o profissional a contrariar a tendência de trabalhar através do seu sexto sentido e do que acha que vai acontecer e a trabalhar preferencialmente com dados. Ao contrário do que possa parecer à primeira vista, essa postura não reprime a criatividade, mas dá-lhe outro sentido e desenvolve-a em diferentes níveis e sentidos. Dispor de informações reais sobre o que está a acontecer, altera a forma de resolver os problemas, uma vez que em vez de procurar soluções através de tentativa e erro, pode ser analisada a questão de forma sistemática para delinear e executar uma solução”, Lins (1993).

De acordo com a Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014), “para haver qualidade em ação, existe todo um conjunto de ferramentas e metodologias da qualidade que podem ser utilizadas na resolução de problemas e cuja aplicação sistemática pode permitir ganhos

assinaláveis, em termos da melhoria contínua da qualidade de processos e produtos numa multiplicidade de contextos organizacionais.”

3.5.1. As ferramentas da Qualidade

A abordagem sistematizada de problemas é um dos aspetos mais importantes de um programa da qualidade. Diversas ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar o profissional, o gestor, o engenheiro ou qualquer outro, a compreender os problemas que ocorrem no seu dia a dia, do dia a dia da empresa e a encontrar soluções adequadas.

“As ferramentas básicas da qualidade são assim designadas por poderem ser potencialmente usadas por qualquer indivíduo, constituindo auxiliares preciosos na análise estruturada de dados e factos que suportem a melhoria. São aplicáveis em diferentes fases do ciclo PDCA e ajudam à resolução de um problema com recurso à participação daqueles que melhor o conhecem”, Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014).

Assim, de acordo com Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014) e Lins (1993), as ferramentas básicas da qualidade são:

- 1- Fluxograma;
- 2- Folha de Verificação;
- 3- Histograma;
- 4- Diagrama de Pareto;
- 5- Diagrama de Causa-Efeito/ Ishikawa/ Espinha de peixe;
- 6- Gráfico de tendências;
- 7- Gráfico de dispersão;
- 8- Carta de controlo.

3.5.1.1. Fluxograma

Segundo Lins (1993), Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014), o **fluxograma** destina-se à descrição de um ou mais processos. Um processo é uma certa combinação de equipamentos, pessoas, métodos, ferramentas e matéria-prima, que gera um produto ou serviço com determinadas características. Descreve a sequência do trabalho envolvido no processo, passo a passo, e os pontos em que as decisões são tomadas. É uma ferramenta de análise e de apresentação gráfica do método ou procedimento envolvido no processo. Os seus principais elementos são a **atividade**, que é um retângulo e simboliza a execução de uma tarefa ou de um passo no processo, a **decisão** ou **momento de decisão**, que simboliza um ponto do processo em que uma decisão deve ser tomada, em função do valor de alguma variável ou da ocorrência de algum evento e de onde emanam percursos ou caminhos alternativos e o **início/fim**, representado por uma elipse, que identifica os pontos de início ou conclusão de um processo (Figura 6). A grande vantagem do uso do fluxograma é a de identificar claramente e facilmente os passos da execução de todo o processo, ou seja, de tornar visível o método utilizado. Outra vantagem é o facto de a

construção do fluxograma e a forma como este é representado, identificar variações no processo, quando este é executado por pessoas, ou equipas de trabalho, diferentes.

Outro elemento importante para a construção de um fluxograma é o vetor \longrightarrow que simboliza o sentido do fluxo.

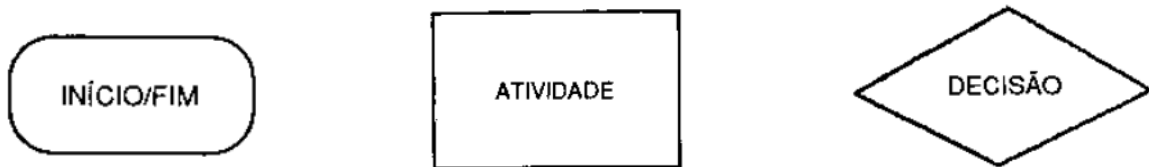


Figura 6: Elementos de um fluxograma, retirados do artigo de Lins (1993).

“Genericamente, a construção de um fluxograma envolve as seguintes fases/etapas:

- 1 – Definir as fronteiras do processo – onde é que o processo começa e acaba;
- 2 – Identificar as etapas do processo (atividades);
- 3 – Definir as suas sequências;
- 4 – Elaborar o mapa, recorrendo à simbologia apropriada e descrita anteriormente;
- 5 – Analisar o mapa, avaliando se está completo, se é consistente e se existem atividades

que não acrescentam valor, isto é, se são atividades de valor não acrescentado (VNA)”, Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014).

3.5.1.2. Folha de Verificação

Segundo Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014), quando se procura detetar, de forma objetiva e concreta, onde reside um determinado problema e quais são as suas causas reais, a recolha de dados é um passo indispensável. No âmbito de melhoria de um processo, procura-se constantemente a resposta à questão: “Quantas vezes ocorre esta situação?”. A ferramenta básica da qualidade, mais simples, que possibilita a recolha de dados de uma forma organizada é a **folha de verificação**.

Lins (1993) afirma que esta é, essencialmente, um quadro para o lançamento do número de ocorrências de certo evento ou acontecimento. Assim, observa-se o número de ocorrências e toma-se nota, de forma simplificada, da sua frequência (Figura 7).

ITEM	OCORRÊNCIAS
A	IIII IIII IIII IIII
B	III
C	IIII III
D	IIII IIII II

Figura 7: Exemplo de uma Folha de Verificação – tabela de ocorrências, retirado do artigo de Lins (1993).

Os tipos de dados que podem ser pesquisados utilizando esta ferramenta, são, por exemplo:

- O número de vezes que determinada situação ou algo ocorre;
- O tempo despendido para realizar algo;
- Os valores de uma determinada característica da qualidade em análise”, Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014).

3.5.1.3. Diagrama de Pareto

“Vilfredo Pareto (1848-1923) foi um economista do século XIX que, no âmbito das suas investigações, verificou que cerca de 20% da população mundial detinha mais de 80% da riqueza total. Foi assim que ficou estabelecido o célebre princípio de Pareto que foi recuperado por Juan e aplicado no contexto da qualidade, tendo sido criado o **diagrama ou gráfico de Pareto**. É um gráfico de barras no qual cada causa de um problema é quantificada em termos da sua contribuição para o problema e colocada em ordem decrescente de influência ou de ocorrência. A altura das barras traduz, assim, a gravidade do problema e as frequências estão ordenadas da esquerda para a direita, de forma decrescente” (Figura 8), Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014) e Lins (1993).

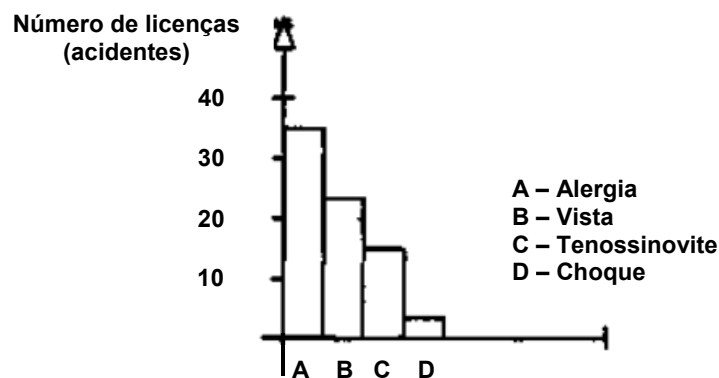


Figura 8: Exemplo de um Diagrama de Pareto, adaptado do artigo de Lins (1993).

Segundo Lins (1993), as causas significativas são, por sua vez, desdobradas em níveis crescentes de detalhe, até se chegar às causas primárias, que possam ser efetivamente solucionadas (Figura 9). Esta técnica de se atribuir importância às causas de um problema, quantificando-as e ordenando-as, desdobrando-as sucessivamente, é denominada estratificação.

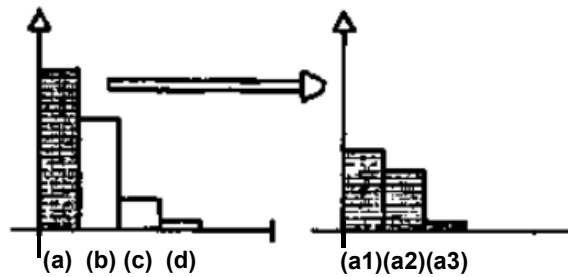


Figura 9: Exemplo de um desdobramento em níveis das causas mais significativas verificadas no Diagrama de Pareto, adaptado do artigo de Lins (1993).

3.5.1.4. Diagrama de Causa Efeito

O **diagrama de causa efeito**, também conhecido como **diagrama de Ishikawa**, por ter sido desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, ou como **diagrama "espinha de peixe"**, devido ao seu formato gráfico se assemelhar a uma espinha de peixe, é utilizado quando precisamos de identificar as causas raiz de um problema (Figura 10). O diagrama permite, a partir dos grupos básicos de possíveis causas, desdobrá-las até aos níveis de detalhe necessários para arranjar uma solução para a causa que está a originar o problema.

Lins (1993), Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014) afirmam que as causas raiz de um problema de origem operacional são divididas nas categorias: máquinas ou equipamentos, materiais, pessoas, metodologia/método e instalações/ambiente. As vantagens da utilização deste diagrama são: a hierarquização das causas identificadas e a sua distribuição por grupos, formando o diagrama originado por um *brainstorming* da equipa de trabalho; direcionar o foco na atenuação do problema, pelo que não podem ser apenas tomadas medidas individuais como substituir um determinado trabalhador ou máquina, mas aplicar uma solução que seja integrada a todo o sistema; realizar uma pesquisa específica relacionada com o problema e as causas em questão, reduzindo a probabilidade de se estudarem questões não diretamente ligadas ao problema em questão; identificar a necessidade de utilizar outras ferramentas básicas da qualidade para validar e compreender as causas raiz apresentadas; favorecer a troca de ideias entre todos os envolvidos e uma melhor compreensão do problema.

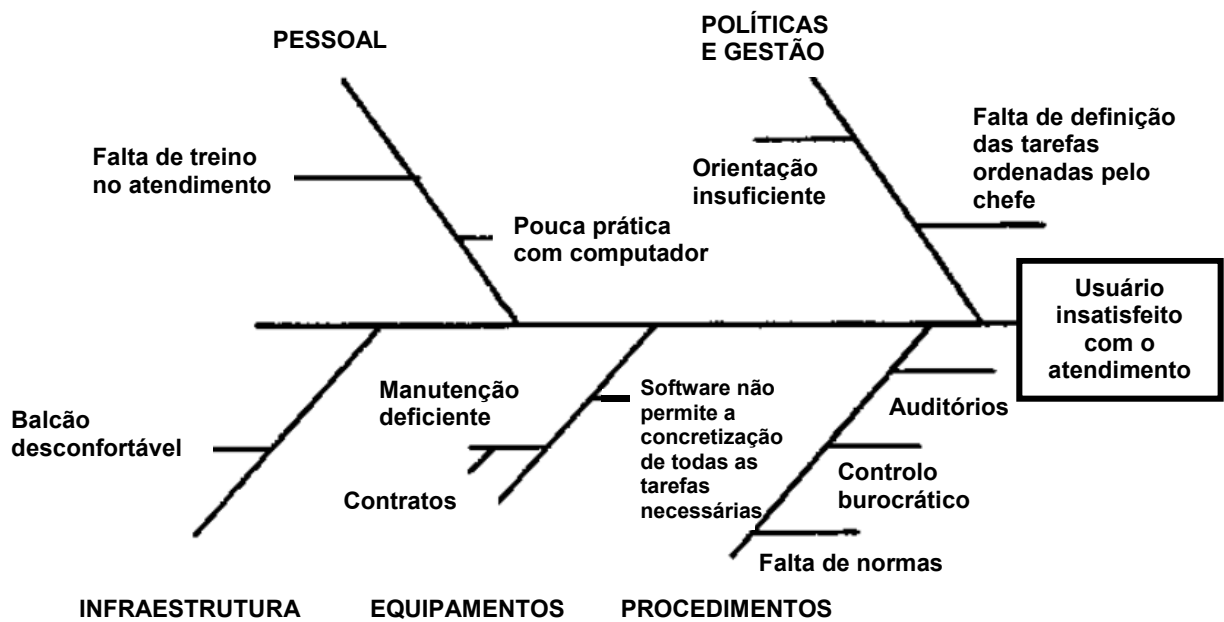


Figura 10: Exemplo de um Diagrama de Causa Efeito ou Espinha de Peixe, adaptado do artigo de Lins (1993).

“Para a execução do diagrama, devem ser seguidas as seguintes etapas:

1. O primeiro passo é definir o problema a ser estudado e o que se deseja obter;
2. Estudar e conhecer o processo envolvido através de observação, documentação, troca de ideias com pessoas envolvidas;
3. Fazer uma reunião com as pessoas envolvidas no processo e discutir o problema; é importante incentivar todos a exporem as suas ideias, fazer um *brainstorming*;
4. Após recolher todas as informações, organizá-las em: causas principais, secundárias, terciárias, eliminando informações sem importância;
5. Desenhar o diagrama e conferir com todos a representação da situação atual;
6. Marcar aquilo que é mais importante para obter o objetivo que se pretende alcançar”, Ac et al. (2015).

3.5.2. Gestão da Qualidade

“Conceber, projetar, criar, manter e organizar o funcionamento do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) depende da qualidade dos gestores e da forma como estes operam. Um gestor deve entender que resolver os problemas de qualidade é essencial, mas não suficiente, deve tentar evitar que surjam alguns problemas no futuro, tomando todas as medidas preventivas adequadas. Como o ciclo PDCA é inútil sem prevenção, é uma excelente ferramenta para o processo de melhoria contínua. Muitos erros que acontecem, devem-se à falta de uma ação preventiva e à previsão e prevenção de certos riscos que podem acontecer e representam uma das responsabilidades fundamentais de um gestor”, Rusu (2016).

De acordo com Jeffries, Evans e Reynold (1996), a qualidade é determinada pelo cliente, pelo que este facto deve ser utilizado em qualquer aspeto do negócio adotado pela empresa em prol de alcançar os seus objetivos, uma vez que o foco de qualquer ação realizada deve ser o cliente.

3.5.3. Gestão da Qualidade Total

“A gestão da qualidade total (GQT) é uma forma abrangente e integrada de gerir uma organização de forma a:

- Ir conscientemente ao encontro das necessidades dos clientes;
- Conseguir alcançar uma melhoria contínua em todos os aspetos das atividades da organização.”

Assim, “a GQT, é uma viagem em direção à visão da empresa e a clareza e os objetivos são absolutamente essenciais a todos os níveis da organização. É necessário utilizar medidas e avaliação que reflitam e permitam o progresso e a melhoria, devendo ser avaliado o que o cliente deseja e, consoante as necessidades dos clientes se alterem, é necessário mudar com elas. Desta forma, existirá uma melhoria constante que implicará que não se falhe na primeira tentativa” Jeffries et al. (1996).

Patrícia Moura e Sá, Maria João Rosa e Cláudia S. Sarrico (2014) afirmam que “A GQT, na sua essência, corresponde a boas práticas de gestão da organização.”

3.6. Ciclo PDCA

De acordo com Reis et al. (2016), no centro da filosofia da melhoria contínua está o PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), uma ferramenta simples e poderosa introduzida no Japão em 1950 por W. Edwards Deming.

“O ciclo de melhoria PDCA, também chamado de ciclo de Deming por ter sido criado pelo guru da qualidade W.E. Deming, é utilizado para estruturar uma abordagem progressiva. Pode, por exemplo, ser usado para posicionar, definir e determinar as diferentes etapas de um projeto”, Rodrigues (2016).

Quando se utiliza o ciclo PDCA, constituído por quatro fases, *Plan* (Planear), *Do* (Fazer), *Check* (Verificar), *Act* (Agir/Implementar/Pôr em ação), a primeira etapa é então o **P – Plan**. Nesta, é planeado o que se pretende atingir, como, com que ferramentas, qual o método de trabalho a utilizar. Assim, são analisadas informações, recolhidos dados importantes para o trabalho a desenvolver, elaboradas sugestões a seguir e selecionado o plano de ação e de melhoria contínua a seguir ao longo de todo o processo. Depois, é colocar mãos à obra e seguir para a segunda etapa, o **D – Do**. Como a própria palavra indica, o passo seguinte é fazer. Implementar e desenvolver o plano definido e selecionado. Segundo (Rodrigues 2016), “Esta fase pode ser nomeada de um pequeno ciclo PDCA de resolução de problemas e implementação de soluções.”

A etapa que se segue é a **C – Check**. Depois de ser tomada qualquer medida, executada qualquer tarefa, desenvolvida uma determinada atividade ou ação, é necessário verificar se o plano

está a ser executado da melhor maneira e a ir de encontro aos objetivos a atingir, definidos anteriormente. Esta é a fase do projeto e do processo em que se avalia se a solução que está a ser implementada está a resultar como pretendido e a contribuir para alguma melhoria.

O último passo é, então, o **A – Act**. Esta é a fase de atuar, agir após terem sido analisadas as implementações feitas anteriormente e ter-se verificado que tudo está a correr como previsto e que os resultados estão a ser alcançados. Assim, durante esta etapa, se for necessário, caso algo não esteja a correr como esperado, são implementadas medidas corretivas. Caso contrário, se estiver tudo a fluir no sentido certo e os resultados alcançados tiverem sido os estimados, o processo é consolidado e formalizado caso esteja a ter sucesso.

“Num ciclo de melhoria PDCA corretamente executado, o foco está em alcançar a perfeição em vez de esperar que a mesma aconteça, e em fazer o certo num lugar exatamente errado. Assim, evitam-se grandes paragens para análise e resolução de problemas, uma vez que o ciclo PDCA permite que estas sejam organizadas e estruturadas por fases”, (Rodrigues 2016).

Ao longo do desenvolvimento do processo, que tem diferentes fases, o ciclo PDCA é continuamente utilizado, pois este, tal como o processo utilizado, é algo dinâmico que o acompanha em todas as suas fases de implementação e é necessário acompanhar todos os passos, de modo a garantir que se está a caminhar no sentido certo, de forma a que todos os resultados sejam alcançados e nada falhe ou fraqueje.

3.7. Logística

“Logística é a gestão de fluxos entre funções de negócio. A definição atual de logística engloba uma maior amplitude de fluxos do que no passado. Tradicionalmente as companhias incluíam a simples entrada de matérias-primas ou o fluxo de saída de produtos acabados na sua definição de logística. Hoje, no entanto, essa definição expandiu-se e inclui todas as formas de movimentos de produtos e informações”, Leite (2002).

“A logística pode ser definida como a atividade que integra compras, movimentações e armazenamento de materiais, juntamente com a programação e controlo de todos os fluxos de peças e informação, desde a receção até à expedição para o cliente final, procurando oferecer o melhor serviço aos clientes no que toca a quantidade, diversidade e prazo, tudo isto de forma a gastar o mínimo de recursos possíveis e a maximizar o lucro para a organização”, Jorge (2017).

Basicamente, Donald J. Bowersox e David J. Closs (1996) definem a Logística como a preocupação em obter os produtos e os serviços onde estes são necessários e quando são necessários.

O Instituto para a Qualidade na Formação (2006) identifica cinco grupos genéricos de atividades logísticas (numa empresa genérica) que são:

- Gestão das infraestruturas da empresa;
- Constituição e gestão de *stocks*;
- Comunicação e informação;

- Movimento de materiais e produtos;
- Transporte.

3.7.1. Logística reversa

A logística reversa é “o processo de mover bens do seu destino final típico com a finalidade de recuperar valor, ou a rejeição e desfasamento do mesmo em caso de defeito e/ ou falta de qualidade inerente. Envolve o planeamento, a implementação e o controlo de um fluxo eficiente e económico de matérias-primas, em processo, produtos acabados e informações pertinentes do consumo até à recuperação ou à rejeição do produto”, Kaynak, Koçoğlu e Akgün (2014).

3.7.2. Aspetos relacionados com a Logística reversa

Segundo Kaynak et al. (2014), embora a logística reversa tenha um grande potencial para aumentar o desempenho e melhorar o relacionamento da empresa e/ou do fornecedor com o cliente, o seu valor potencial é, frequentemente, subestimado e a razão para negligenciar a implementação de um programa de última geração está relacionada com o medo de perder o controlo sobre os processos organizacionais, com o trabalho extra envolvido nas suas etapas de multicamadas, o que resulta na relutância em ser pioneiro de uma nova estrutura organizacional. No entanto, se a logística reversa for utilizada e moldada de forma eficaz, resultará em resultados firmes, como a maior satisfação do cliente, a redução dos níveis de investimento de recursos e reduções nos custos de armazenamento e distribuição.

3.7.3. Outros aspetos logísticos

De acordo com Zeng, Hu e Huang (2013), para uma empresa de logística moderna, o modo razoável de transporte e correspondência de recursos pode facilmente fazer com que a empresa reduza o custo e ganhe mais participação de mercado e benefício económico. Assim, quando a rota de transporte e o volume de tráfego a transportar e distribuir são conhecidos, são considerados, de forma abrangente, o custo e tempo de transporte e o modo de restrições de capacidade de transporte. Podem, então, ser determinados: a seleção do modo rodoviário, ferroviário, hidroviário e a distribuição do volume de tráfego.

Eckhardt e Rantala (2012) afirmam que o mercado global e as operações de compras são uma realidade no atual ambiente de negócios e, portanto, a globalização é uma das principais tendências em logística. Ela oferece às empresas que operam no mercado mundial muitas oportunidades, gerando mais áreas de mercado potenciais e clientes, além de ampliar a rede de fornecedores. A globalização também faz muitas exigências, a atual economia global exige produtos da mais alta qualidade, com o menor custo, independentemente de onde o produto é fabricado. A operação, num mercado global, também pode aumentar a incerteza nas operações da empresa, o que, por sua vez, pode levar a *stocks* consideravelmente maiores e prazos de entrega mais longos por meio de cadeias de fornecimento globais. Assim, o desenvolvimento de redes logísticas globais,

incluindo centros logísticos, é, também, um fator de sucesso significativo nas operações logísticas globais.

3.7.4. Logística global

“As operações globais exigem redes logísticas globais para construir cadeias de fornecimento eficientes em termos de custo e voltadas para o cliente, servindo prontamente as suas necessidades. Os centros logísticos são essenciais no sistema logístico global, que podem aumentar os serviços logísticos de valor agregado na cadeia de valor logístico e, essencialmente, produzir operações efetivas nos terminais, aumentando, assim, a competitividade das cadeias de abastecimento. Os centros de logística podem ter diferentes funções numa rede logística global - podem ser especializados nas necessidades de determinados produtos ou áreas de negócio ou, alternativamente, concentrar-se em determinados mercados”, Eckhardt e Rantala (2012).

3.7.5. Logística interna

De acordo com Jorge (2017), a logística interna de uma empresa consiste na gestão e controlo dos fluxos de todas as peças e componentes que circulam numa fábrica, para além de controlar todo o processo e programa de fabricação, possibilitar a resposta aos pedidos dos clientes. Assim, procura aumentar a sincronização entre os departamentos de produção e de logística, coordenando a sua cooperação de modo a ter o produto acabado a tempo de seguir para o cliente, sem qualquer defeito ou atraso e ser possível identificar e reduzir, ao máximo, as atividades que não trazem valor para o cliente, nem para a organização, procurando aquelas que, realmente o fazem.

3.8. *Automated Guided Vehicles – AGV*

No “chão de fábrica” existe sempre a necessidade de alguma peça específica que é produzida num local ser movida para outro. Essas “movimentações” são feitas com a ajuda de um tipo específico de veículo, atualmente, muito utilizado na logística das empresas, os AGVs - *Automated Guided Vehicle*.

“Um AGV é um robot móvel utilizado para o transporte e manuseamento automático de materiais (materiais em curso de fabrico, matéria-prima, produto acabado, entre outros). Nos sistemas de fabrico, estabelecem o fluxo existente de materiais entre as várias máquinas, postos de trabalho e armazéns (eventualmente automáticos). Em logística, são utilizados para assegurar o fluxo de materiais entre os armazéns e o cais de receção ou de expedição”, Rocha (2001).

De acordo com Jaiganesh, Dhileep Kumar e Girijadevi (2014), os AGVs são utilizados em fábricas, armazéns, centros de distribuição e terminais.

“No ambiente industrial os AGVs são aplicados na conexão de diferentes áreas de trabalho, recolha de pedidos, linhas de montagem”, Queiroz (n.d.).

Segundo Pazhani, Ventura e Mendoza (2014), a tarefa dos AGVs é, então, levar peças ou itens de determinados pontos a outros. O desempenho de um sistema AGV é geralmente uma função decrescente do tempo de serviço, ou seja, o tempo entre o momento em que uma peça se torna disponível para transporte e o tempo de entrega. Este tempo consiste na conformidade de dois componentes: tempo de espera e o tempo de viagem entre o ponto de partida e o ponto de entrega. Além da tecnologia AGV, vários problemas de controlo tático e operacional afetam o desempenho do sistema, incluindo o *design* do *layout* do caminho, a localização dos pontos de recolha e entrega, o número de AGVs no sistema e o agendamento e mapeamento das rotas do sistema.

3.8.1. Características de um AGV

Assim, “um AGV, como o próprio nome indica, é um veículo industrial que funciona de forma autónoma, sem necessitar de um operador”, Mendes (2016), pelo que, “as suas principais características funcionais são:

- Poder movimentar-se de forma autónoma ao longo de um *layout* de trabalho, em chão de fábrica, sem qualquer intervenção humana;
- Poder responder a uma tarefa de movimentação entre dois pontos, seleccionando uma trajetória ou caminho, percorrendo esse caminho de forma autónoma, parando, com precisão, na posição final, onde procede de forma automática a uma operação de carga ou de descarga de uma carga a transportar.

Segundo Seifert, Kay, e Wilson (1998), este tipo de veículos desempenha um papel fundamental na interconexão de todos os locais importantes na fábrica para o movimento horizontal dos materiais de uma maneira flexível. Ao contrário de outros dispositivos de manuseamento de materiais mais convencionais, um AGV pode realizar a sua própria rota para chegar a uma estação de trabalho ou armazém designado. Para realizar todo o potencial de flexibilidade do sistema AGV, devem ser executados um planeamento cuidadoso e controlo do projeto e a operação do sistema.

Rocha (2001) afirma que um AGV é considerado o sistema de movimentação e manuseamento mais flexível de materiais. Pode ser tão pequeno quanto um distribuidor de correio ou de documentos em papel, ou tão grande como um transportador de peças de 125 toneladas. Para desempenhar a sua tarefa de forma segura e eficiente é, habitualmente, equipado com várias funcionalidades tais como o sistema de navegação e de encaminhamento autónomo, sistema de transferência de carga automático, sistema de gestão de tráfego, detetores de proximidade de obstáculos.

“A maioria dos AGVs utilizados são eletricamente alimentados com baterias e podem ser usados para transportar qualquer material, desde poucos quilos a várias toneladas. Muitas aplicações de AGVs são tecnicamente viáveis, no entanto a aquisição e implementação desses sistemas é, geralmente, fundamentada por questões de ordem económica.

Os AGVs começaram por ser utilizados, primeiramente, nas seguintes situações:

- Movimentações cíclicas de materiais a uma determinada distância;
- Entregas frequentes de material;
- Entregas atempadas críticas;
- Procedimentos, onde, o seguimento do produto é de elevada importância”, Mendes (2016).

Como referido, a utilização do AGV, no transporte de produtos e materiais entre postos de montagem e linhas de produção, facilita todo o processo e poupa imensas movimentações desnecessárias e tempo gasto na distribuição. Assim sendo, é possível determinar, mais facilmente, “o tempo real do transporte e movimentação de materiais pelo AGV, possibilitando, desta forma, a identificação dos mesmos e das rotas que seguem, traduzindo-se num menor *stock* e, conseqüentemente, custos de *stock* mais baixos, numa redução de atrasos e numa melhor resposta às exigências”, Mendes (2016).

3.8.2. Formas de orientação

Para navegação, os AGV usam principalmente caminhos de pista, caminhos de sinalização ou sinalizadores de sinalização. De acordo com Mendes (2016), Rocha (2001) e (Jaiganesh et al. 2014), existem diversos métodos e sistemas de navegação que permitem a um AGV seguir um caminho fixo ou um caminho dinâmico. Estes tipos de orientação, que originam a sua movimentação, assentam em:

Sistema filo guiado/orientação ótica: baseia-se no seguimento do campo magnético criado por condutores implantados no solo e percorridos por uma corrente elétrica sinusoidal. Este campo é detetado por antenas, que seguem a frequência correspondente ao caminho a seguir. Através da marcação no solo, as fitas são detetadas pelo leitor ótico, o que orienta o aparelho no trajeto desejado;

Orientação a laser: o AGV é equipado com uma série de *lasers scanner* – emissores - recetores que detetam o sinal dos refletores colocados em locais estratégicos, descobertos através de um constante varrimento rotativo, para permitir uma triangulação de feixes de luzes refletidos, possibilitando uma navegação adequada, ao detetar a posição de painéis refletores colocados ao longo do *layout*. A vantagem principal do sistema laser é a ausência de dispositivos relacionados fisicamente com os percursos (fio, ímanes, faixas pintadas). Assim, o *layout* pode ser facilmente modificado e reconfigurado, bastando, para isso, alterar a colocação dos painéis refletores e reprogramar a configuração do AGV.

Orientação por indução/navegação através de um sensor magnético: o AGV segue o trajeto seguindo uma fita magnética colocada no solo, de acordo com o circuito programado nos cartões – *tags* – alocados ao trajeto;

A guia magnética é utilizada quando não é possível dispor corretamente os refletores e quando os veículos não podem ser fornecidos, por várias razões, com sensor laser:

- A zona de manobra dos veículos nem sempre está livre, pois é preciso empilhar várias unidades que podem tapar parcial ou totalmente os refletores;
- As zonas de passagem ou áreas não são completamente protegidas contra as intempéries. Neste caso, a máquina AGV usa pequenos ímanes permanentes (denominados *spots*) para se movimentar.

Jaiganesh et al. (2014) afirmam que os AGV “utilizam”, assim, fita para o caminho de guia. Este sensor decide o caminho do AGV que guia o veículo numa direção confinada. O método de fita magnética é usado aqui onde o veículo segue a fita magnética que é afixada no chão. Este processo pode ser feito por sensor de guia magnético e controlador de motor. O sensor magnético deteta o comprimento e a distância da fita magnética e envia o sinal ao controlador do motor. O controlador do motor dirige os veículos de acordo com o sinal recebido, que manterá o veículo no centro da fita magnética, a fim de evitar uma colisão. Uma das principais vantagens deste método de orientação por fita magnética é que esta pode ser facilmente removida e recolocada, se a rotação precisar de ser alterada.

Segundo Berman, Schechtman e Edan (2009), a classificação dos AGVs é estabelecida por um conjunto de fatores, nomeadamente o seu *design* e estrutura, e está dividida em três partes:

- Determinação do caminho a seguir:

Caminho estático - navegação ao longo de conjuntos de caminhos predeterminados usando tipicamente sistemas de orientação:

1. **Unidirecional** – “1 roda traseira de tração/direção, que roda sobre si mesma, e 1 eixo traseiro fixo”, Rocha (2001);
2. **Bidirecional** – “2 rodas de tração/direção e 2 rodas loucas, o que permite ao AGV deslocar-se com a mesma eficiência em ambos os sentidos ou com uma configuração de movimento diferencial”, Rocha (2001).

Caminho dinâmico - navegação de veículo autónomo.

- Capacidade do veículo:
 1. Carga unitária;
 2. Múltiplas cargas.
- Mecanismo de descarga do veículo:

Endereço indireto – descarregamento de forma sequencial;

No caso de caminhos de fluxo segmentados, a carga deve ser transferida entre os veículos.

Endereço direto - qualquer AGV pode visitar qualquer estação/local de descarregamento de material.

“O AGV é alimentado por baterias de tração recarregáveis, com tensões que variam entre 12V e 48V. Os tipos de baterias variam entre:

- Baterias de chumbo ácidas (com e sem manutenção);

- Baterias de níquel/cádmio – utilizadas em aplicações onde o tempo de carga das baterias é um fator crítico, porque permitem ser carregadas com correntes muito acima da corrente nominal e, portanto, em muito menos tempo do que as baterias de chumbo.

A operação de carga das baterias pode ser manual, automática ou baseada na troca automática de baterias”, Rocha (2001).

3.8.3. Sensores e sistemas de anti colisão

Tal como qualquer veículo de transporte, empilhador, Bull, ou comboio logístico, os AGV têm de possuir mecanismos de segurança que impeçam qualquer situação não planeada, avaria, engano no seguimento do trajeto, danos na produção, linhas de montagem, no próprio chão de fábrica ou ponha a segurança de qualquer trabalhador, ou operário, em causa, salvaguardando a sua integridade e do meio que o rodeia – pessoas e máquinas. Desta forma, as soluções de segurança existentes nos mecanismos dos AGVs existentes na Renault Cacia são as seguintes:

“**Sistemas anti colisão** - Incorporados quer nos para-choques ou botões de pressão de emergência, quer no próprio corpo do AGV, os sistemas anti colisão utilizam diversos sensores estrategicamente montados, que permitem ao AGV, durante os seus percursos, detetar obstáculos, imobilizando-se ou desviando-se automaticamente antes de os atingir, contribuindo, por vezes, para a ocorrência de paragens bruscas e imediatas, quando está muito próximo de alguma pessoa, máquina ou qualquer outro obstáculo, segundo o seu campo de visão.

Luzes de aviso – Têm duas funções distintas. Sinalizam possíveis avarias no AGV, e ao mesmo tempo, informam as pessoas que o rodeiam acerca do modo de operação em utilização naquele momento, de acordo com a luz indicada;

Sinais sonoros/acústicos – São, normalmente, de dois tipos distintos e acompanham as luzes de aviso. É emitido um som quando o AGV está em funcionamento correto e outro som, com frequência diferente, quando algum alarme é disparado e este fica imobilizado porque não consegue reagir às instruções que lhe estão a ser dadas, quer pelas *tags*, quer pela fita magnética”, Mendes (2016) e Rocha (2001).

“Quando um AGV se encontra num ponto de carga ou descarga de material, a transferência da carga automática é assegurada através de sistemas como: transportadores por tapetes ou rolos, dispositivos de elevação, garfos telescópicos, entre outros. A escolha do sistema de transferência de carga depende, obviamente, sempre, das características dos materiais que serão manuseados”, Rocha (2001).

“Quando se encontra num ambiente fabril, nomeadamente em chão de fábrica, um AGV requer um controlo dos seus movimentos, contribuindo para a coordenação dos seus movimentos com os restantes veículos que circulam no mesmo espaço. Os sistemas de controlo de AGV centralizados são os mais comuns. Nestes, existe um computador central que coordena todo o circuito concretizado pelo AGV e é capaz de solucionar problemas que surjam repentinamente, como, por exemplo:

- **Movimentação:** atribuição otimizada das tarefas de movimentação a vários AGV, de forma a otimizar o fluxo de carros numa determinada zona ou área, por exemplo – filas de espera de AGVs em chão de fábrica;
- **Direção e trajeto:** consiste na criação e aplicação de um algoritmo que aplica um determinado critério de otimização, para determinar o melhor trajeto para um AGV, quando este tem de se deslocar desde a sua posição inicial até à final, ou quando este se desloca desde o ponto de carga até ao ponto de descarga;
- **Gestão de trânsito:** gestão do *layout* de AGVs de forma a impedir a colisão entre estes, ou dos mesmos com outro tipo de equipamentos que se encontre no trajeto que eles percorrem, sendo capazes de solucionar imediatamente algum tipo de conflito deste tipo;
- **Controlo e monitorização de veículos:** monitorização e reação a eventos e atividades relacionadas com o funcionamento normal de um AGV, como, por exemplo, bateria descarregada, qualquer tipo de falha no equipamento ou atuação de determinado botão de emergência;
- **Interface com controlo superior:**
 - Interligação do controlador do sistema de AGVs com o controlador externo, realizando a receção de novas tarefas de movimentação;
 - A notificação do estado das tarefas pendentes em fila de espera ou em execução;
 - Sincronização dos AGVs;
 - Durante as operações de carga e descarga, com dispositivos externos de manuseamento e de transferência de carga.

Para além da programação deste controlador, o projeto e configuração de uma frota de AGVs, compreende fatores como o número de veículos necessários e o tamanho e dimensões do *layout*. Assim, os indicadores de desempenho mais usuais para medir e ou caracterizar um sistema de AGVs são:

- **A cadência:** número médio de movimentos que o sistema realiza por unidade de tempo (geralmente, a unidade de tempo é a hora);
- **Tempo médio de atendimento de uma tarefa:** tempo que, em média, uma tarefa fica em fila de espera até ser atendida/realizada;
- **Taxa de utilização dos AGVs:** percentagem do tempo do sistema em que o AGV se movimenta”, Rocha (2001).

De acordo com Pazhani et al. (2014), os três objetivos a seguir podem ser usados para determinar os locais de estacionamento dos AGVs “ociosos”:

- Minimizar o tempo máximo de resposta de qualquer ponto de captação, em que o tempo de resposta para um ponto de captação é o tempo de viagem vazio da localização da casa mais próxima;
- Minimizar o tempo médio de resposta;
- Distribuir uniformemente os veículos “ociosos” na rede.

3.8.4. Sistema RFID

Segundo Neradilova e Fedorko (2017), para o funcionamento adequado dos sistemas AGV é necessário garantir a execução de uma série de critérios e condições, nomeadamente uma rota bem planeada. A rota de cada sistema AGV deve ser projetada de acordo com todo o *layout*, ou seja, a representação do espaço, uma espécie de mapa, onde circula. Outra condição importante para o bom funcionamento de qualquer sistema AGV é a implementação de um sistema de controlo e informação complementar. Durante a operação, é possível usar várias tecnologias, como etiquetas RFID.

De acordo com Mladineo et al. (2019), a tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) é baseada em *tags* RFID para armazenamento de dados nas suas memórias e antenas RFID para ler dados da *tag* ou gravar dados na própria *tag*.

Essas etiquetas RFID são cartões informatizados, fixados ao longo do circuito/caminho que o AGV segue e contêm as informações necessárias para que ele vire à esquerda, à direita, continue em frente e, também, pare quando for necessário, faça uma determinada curva, etc. Permite, também, que o AGV se aperceba de algum obstáculo ou que está demasiado próximo de algum objeto, evitando, assim, a colisão.

Desta forma, os AGVs podem fazer a distribuição de diferentes tipos de materiais em diferentes partes da empresa sempre que for necessário, apenas precisam de ser programados para fazer isso e, assim, não há necessidade de usar alguns tipos de veículos que são perigosos para a empresa. Os trabalhadores estarão a trabalhar no mesmo lugar e espaço e economizam movimentações desnecessárias.

Segundo Lu, Xu e Zhong (2016), a maioria das *tags* utilizadas são *tags* passivas, que são limitadas a distâncias de leitura quando implementadas em ambientes da vida real, onde materiais complexos podem ser compostos por substâncias metálicas e húmidas. O desenvolvimento de tecnologias de identificação automática, como rádio identificação por frequência (RFID), que tem sido amplamente utilizada em aplicações industriais, em termos de rastreamento de itens, rastreamento de logística e visibilidade da cadeia de abastecimentos, tem trazido vantagens para todos os AGVs que através delas se deslocam, como sensores sem contato, poluição anti poeira e capacidade de identificação múltipla. A fim de melhorar as distâncias de leitura e precisão, este sistema utiliza linhas de campo magnético para uma localização precisa da cobertura com base no método de posicionamento de supressão de erros.

3.8.5. Layout utilizado

Para que os AGVs se possam deslocar, não basta que tenham todas as características físicas para o fazer, é necessário que existam condições de *layout* onde se possam deslocar e efetuar as rotas necessárias para entregar e recolher material.

“Sem um *layout* adequado, os veículos não podem executar os trabalhos de recolha e entrega de forma eficaz”, Wang e Chang (2015).

Assim, quando se define o *layout*, é preciso ter noção do espaço existente para o efeito, em que zonas do mesmo é que o AGV se pode deslocar e que imprevistos podem acontecer.

Desta forma, “para o planeamento da trajetória dos AGVs é necessário considerar dois tipos de colisões. O primeiro é a **colisão com um obstáculo estático**. Isto é, a vizinhança de um objeto, de uma carga ou de algo estático presente no caminho e que interfira com a trajetória a realizar pelo AGV. Por motivos de segurança, os AGVs não podem aproximar-se da área onde se encontram esses objetos, pelo que contêm sensores que detetam a sua presença, como referido anteriormente. O outro tipo de colisão possível, é a **colisão em movimento**, de dois AGVs diferentes, que estejam a realizar a sua trajetória, transportando material”, Xin, Negenborn e Lodewijks (2014).

“Uma estratégia de definição da rota de veículo estática, geralmente atribui a cada AGV o caminho da distância da viagem mais curto entre o ponto de partida (origem) e o ponto de descarga, independentemente do grau atual de congestionamento ao longo das rotas diferentes que conectam esses dois pontos. Essa abordagem puramente determinista é amplamente utilizada na prática e os resultados obtidos por esse método servirão como cenário de linha de base para a avaliação de diferentes estratégias de definição de rotas a seguir”, Seifert et al. (1998).

Capítulo 4: Caso prático – O projeto

Como referido anteriormente, o projeto de estágio que me foi proposto, aquando da minha entrevista na empresa Renault Cacia, consiste, então, na transformação da forma de distribuição de artigos de um armazém de produto não acabado, o armazém PHF, para as duas naves fabris – nave dos componentes dos motores (CM) e a nave das caixas de velocidades (CV).

4.1. Contextualização do projeto no modo de funcionamento do armazém

A distribuição de artigos, desde o armazém PHF, até ao chão de fábrica, ocorre porque, primeiramente, foram requisitados artigos pelos seus colaboradores, os clientes. Durante um dia trabalho podem ocorrer diversas situações: pode ser necessário substituir uma determinada peça nalguma máquina, um operador pode precisar de umas luvas de trabalho ou de trocar os seus sapatos de biqueira de aço, se os que tem já não o protegem, devidamente, de certos percalços que possam acontecer durante a maquinação de uma determinada peça, entre outras situações. Para estes artigos poderem ser adquiridos, é necessário que o CUET (Chefe de Unidade Elementar de Trabalho) faça uma requisição do material, para que, o operador daquela unidade, ou linha de produção, possa trabalhar em segurança.

Estas situações, assim como, a utilização de todos os materiais de segurança indispensáveis a cada trabalhador, uma vez que, a Renault Cacia prima pela segurança de todos os seus colaboradores, podem, então, ser solucionadas pela existência do armazém PHF na fábrica, que gere as requisições feitas, receciona encomendas de material e serve pedidos realizados, tal como já foi mencionado no capítulo 2.

Todas estas peças e materiais mencionados, para serem utilizados pelos diferentes operadores e trabalhadores, têm de ser requisitados primeiramente. Estas requisições dão origem a pedidos, que podem ser divididos em três categorias e que se classificam em urgentes, normais e em atraso. Estes pedidos são impressos em três etiquetas de cor diferente: vermelha, branca e amarela, respetivamente, Figuras 11, 12 e 13.

SEM OT			
EPI-B1	R100645813	20,000	PE0
LUVA POLIAMIDA REV. POLIURETANO T.7			
COUTO PEDRO	021018		
URGENTE	AT34P	AT 34P-	- -
2910528653/10	250066192/20	13:54:20	

Requisitante ←

Atelier na nave dos componentes dos motores onde deve ser distribuído o artigo.
Este atelier contém os setores:

- Pinhões
- Célula Técnica,
- Tambores,
- Bomba de Óleo K,
- Bomba de Óleo CV,
- Carter Intermédio,
- Carter de Distribuição,
- Chapéus

Figura 11: Exemplo de uma requisição correspondente a um pedido urgente.

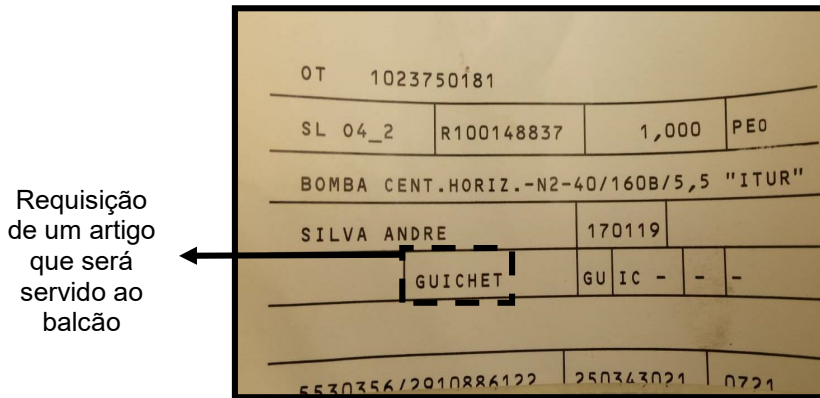


Figura 12: Exemplo de uma requisição correspondente a um pedido normal.

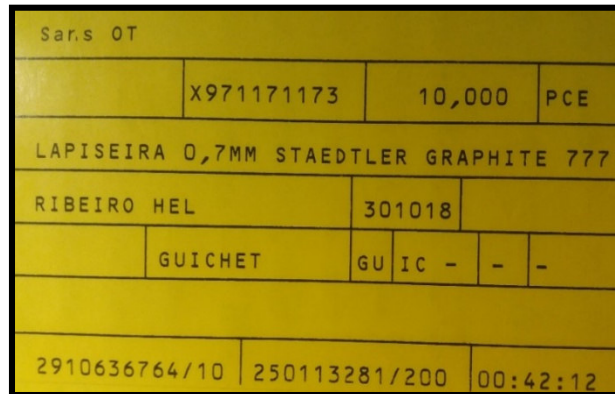


Figura 13: Exemplo de uma requisição para a qual não havia *stock* no armazém.

Geralmente, as etiquetas vermelhas, como correspondem a pedidos urgentes, contêm a palavra “guichet”, representada na etiqueta acima, pois os requisitantes vão buscá-lo ao armazém, por estarem a precisar do artigo, urgentemente. As etiquetas brancas, como não correspondem a pedidos urgentes, deveriam vir identificadas com o nome do *atelier*, onde trabalha o colaborador que fez a requisição, tal como está representada na etiqueta vermelha da Figura 11. No entanto, os requisitantes nem sempre respeitam esta norma, como é possível observar nas duas figuras anteriores, 12 e 13, e, por isso, na gestão da distribuição dos artigos, os conferentes do armazém, apenas se baseiam na descrição que vem na etiqueta. Se estiver escrito “*guichet*”, a requisição corresponde a um pedido urgente, pelo que o requisitante virá buscá-la ao balcão e o artigo fica guardado no armário, representado na Figura 14. Se estiver escrito, na etiqueta, o nome do *atelier*, tal como na etiqueta da Figura 11, o artigo irá ser levado ao local destinado.

As etiquetas amarelas, correspondem a pedidos realizados quando o *stock* estava a zero e, por isso, chegam ao armazém PHF mais tarde do que a data de realização da requisição, pelo que a cor amarela significa que aquele pedido está, de certa forma, a ser servido em atraso, apesar de o colaborador saber que o irá receber mais tarde do que o previsto. Quando chegam ao armazém,

são, por sua vez, colocados, também no armário representado na Figura 14, quando correspondem a pedidos urgentes e levados ao local destinado, quando correspondem a um pedido normal.



Figura 14: Estante utilizada para colocar as requisições *guichet*.

Os pedidos são realizados, por cada cliente, numa plataforma digital, o MAP, onde é digitalizado o *código mabec*, que é uma referência que caracteriza cada material em específico; é uma espécie de identidade daquela peça e que permite distingui-la de outras parecidas informaticamente. Depois de ser digitado o ou os *códigos mabec* (dependendo da quantidade de materiais que o cliente pretende pedir/requisitar), definida a quantidade de cada produto que se pretende adquirir, é processado o pedido e é impressa uma etiqueta, vermelha, branca ou amarela, na impressora do armazém PHF com a indicação do atelier/setor onde é para ser feita a entrega do(s) material(ais) ou então com a indicação de que o material vai ser levantado ao balcão do armazém que corresponde à palavra *guichet*, escrita na respetiva etiqueta.

4.2. Estado inicial

4.2.1. Recolha dos artigos requisitados

À medida que vão saindo as etiquetas de requisição da impressora do armazém, os artigos vão sendo servidos pelos conferentes. Caso o cliente esteja ao balcão para os recolher, são logo entregues – a requisição tem indicação de *guichet* – caso esteja escrito na etiqueta proveniente da requisição do artigo o número do *atelier*, o artigo é colocado no carro de distribuição, na caixa identificada com esse *atelier*. Por vezes, apesar de o cliente indicar, no pedido que realizou, que o mesmo não é urgente, ou seja, não seria entregue ao balcão, mas sim distribuído durante a volta com o carro no *atelier* correspondente, decide ir buscá-lo ao armazém. Desta forma, o conferente que, anteriormente, tinha colocado o artigo na caixa de transporte/distribuição, tem de o ir buscar e entregar, ao balcão, ao trabalhador que o requisitou.

Desta forma, são realizadas demasiadas “viagens”, para ir a um determinado local buscar um artigo, depois ir a outro, que fica na outra ponta do armazém e, entretanto, sai mais uma etiqueta

e é necessário voltar ao mesmo local onde foi recolhido o primeiro artigo, ou noutra muito próximo a este.

Na Figura 15, é possível observar, através das setas representadas a amarelo, as viagens realizadas para ir buscar artigos, que vão sendo requisitados, de forma consecutiva.

Esta imagem corresponde ao *layout* inicial do armazém PHF, que inclui estantes e armários dinâmicos de armazenamento de artigos, onde está representado o trajeto percorrido por um conferente do armazém para atender às requisições realizadas.

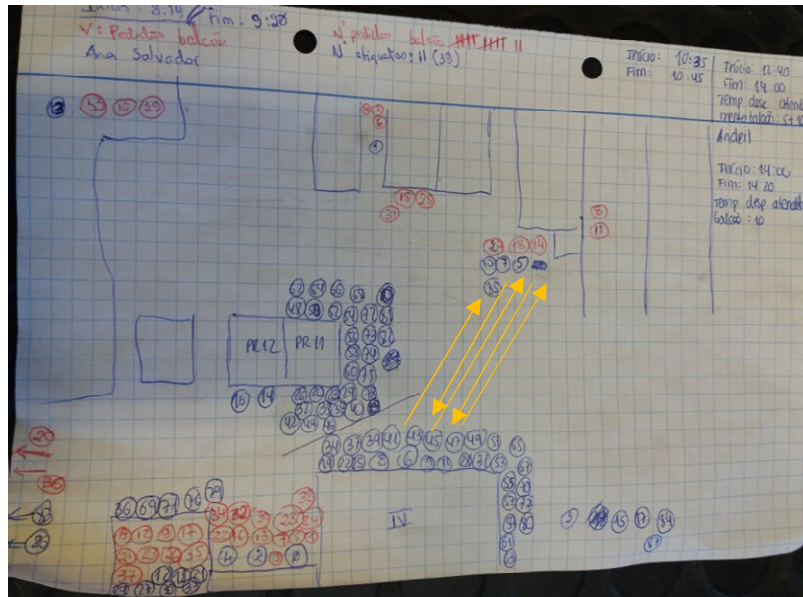


Figura 15: Representação das movimentações realizadas por um conferente para servir os artigos.

Uma vez que, a forma como estava a ser realizada a recolha, não era totalmente eficiente e, os conferentes do armazém dispensavam muito tempo e movimentações desnecessárias na recolha de artigos e atendimento ao balcão, quando poderiam estar a realizar outras tarefas, como receção de encomendas ou dar entradas de artigos que chegavam para *stock*, foi realizado um estudo, comparando os tempos gastos na recolha de artigos, um a um, com os tempos gastos numa recolha agrupada de artigos. Esse estudo encontra-se representado, de seguida, na Tabela 1.

Tabela 1: Comparação dos tempos de *picking*: normal e agrupado.

Tipo de recolha	Número de pedidos	Tempo total (em minutos)	Tempo gasto por recolha
Normal	12	66	5,5 min
Agrupada	45	85	1,9 min

Nesta recolha agrupada, os artigos que saem na etiqueta e têm a mesma localização de armazenamento são recolhidos ao mesmo tempo e, aqueles que não correspondem a pedidos urgentes, vão ser distribuídos pelo carro de distribuição; por isso, as suas etiquetas são colocadas

de parte e agrupadas por zonas de recolha e, perto da hora de entrega, são recolhidos todos de uma só vez, zona a zona.

Através dos resultados apresentados na Tabela 1, podemos constatar que a realização de uma recolha agrupada é muito mais benéfica, tanto para o trabalho a nível de armazém, de cumprimento da entrega e distribuição de todos os artigos requisitados, como de libertação de carga de trabalho dos conferentes do mesmo.

4.2.2. Meios de entrega

No início do meu estágio, a entrega estava a ser feita de várias formas: pelo carro *Bull* amarelo, representado na Figura 16, que é um carro de entrega do armazém, conduzido pelo operário do turno em que são feitas as entregas ou, por um empilhador, quando se trata de um artigo de elevadas dimensões, como tintas ou rolos, para as centrais de óleo de corte.



Figura 16: Carrinho *Bull* com o qual era realizada a distribuição dos artigos do PHF para as duas naves.

4.2.3. Funcionamento

Durante seis dias por semana, ao longo de 24 horas por cada dia de trabalho, eram realizadas duas voltas por cada turno, com a duração de, aproximadamente, 60 minutos, tal como está descrito na Tabela 2, apresentada de seguida.

Tabela 2: Tempo dispensado na entrega de artigos com o carro *Bull*.

Turno	1º Hora	2ª Hora	Tempo necessário para a distribuição
1º Turno	08h30	12h00	1h
2º Turno	16h30	20h00	1h
3º Turno	00h30	04h00	1h

4.2.4. Distribuição das requisições pelos setores

Os artigos recolhidos podem corresponder, como referido anteriormente, a pedidos urgentes ou não urgentes. Os urgentes são colocados no armário e servidos ao balcão. As restantes requisições – aquelas que não têm a palavra *guichet* indicada na etiqueta da requisição e têm o

nome do *atelier* – eram colocadas no carro *Bull*, dentro de uma caixa correspondente ao setor onde seriam distribuídas pelos respetivos requisitantes, como se pode visualizar na Figura 17.



Figura 17: Caixas onde eram colocados os artigos a ser distribuídos com o *Bull*.

4.3. Estado Atual

Anteriormente, a distribuição dos artigos do PHF, realizada com o carro *Bull*, era mais do que suficiente e servia as necessidades dos clientes e do armazém; no entanto, o número de artigos e materiais existentes começou a aumentar e, conseqüentemente, o número de artigos que precisam de ser distribuídos, também aumentou, assim como a quantidade de artigos para rececionar e dar entrada. Contrariamente ao número de artigos que dão entrada no armazém, e aqueles que são requisitados, o número de conferentes do mesmo não aumentou na mesma proporção e, por isso, o método de distribuição realizado deixou de ser eficaz pelo que a situação atual exigiu uma melhoria e automatização.

4.3.1. Surgimento do projeto da distribuição automática de artigos

Surgiu, assim, o projeto que consiste na distribuição de artigos de forma automática do armazém PHF para as duas naves fabris – a nave dos componentes dos motores e a nave das caixas de velocidades – sem o auxílio dos conferentes do armazém e qualquer ajuda “humana”, que se tornou no meu projeto de estágio e no qual me baseei para escrever este documento.

Trata-se, então, de um projeto piloto que apenas foi iniciado pouco tempo depois de estar a estagiar na Renault Cacia, em outubro de 2018. Após a decisão de se estabelecer uma distribuição automática de artigos, em vez da distribuição manual feita anteriormente, foi necessário escolher o

tipo de veículo a utilizar, de forma a automatizar a distribuição, o mais possível. Assim, a decisão de alugar um AGV (*Automated Guided Vehicle*), representado na Figura 18, um veículo que se movimenta de forma autónoma não necessitando da intervenção de nenhum conferente do armazém PHF, contrariamente ao carro *Bull* ou qualquer outro meio de transporte dos artigos, deveu-se ao facto de este veículo poder agilizar o processo de distribuição, por ser um meio baixo e de pequenas dimensões e ao qual é possível atrelar uma base com uma estante onde podem ser armazenados, ordenadamente, os artigos a transportar, dentro das caixas respetivas de cada setor de entrega.



Figura 18: Automated Guided Vehicle alugado, pelo armazém PHF, à CMayor – 1959.

Primeiramente, foi realizado o teste piloto e estabelecido este tipo de distribuição na nave dos componentes dos motores, uma vez que, a necessidade dos seus trabalhadores realizarem requisições é mais frequente e urgente. Assim que a distribuição de artigos começou a ser feita de forma eficiente, naquela nave, e os colaboradores se começaram a familiarizar com o novo processo, os artigos chegavam todos ao destino final e os horários de paragem em cada um dos setores eram cumpridos, deu-se início à distribuição segundo o mesmo método, na nave das caixas.

A distribuição automática, via AGV, teve várias fases de implementação, foram realizadas muitas otimizações aos métodos e procedimentos realizados para fazer o processo avançar e resultar. Desde a modificação das caixas onde eram colocados e separados os artigos, à “zona” de transporte, o traçar das rotas a seguir pelo AGV, programação de caminhos a seguir – os circuitos, entre outras etapas, todas foram percorridas para que a distribuição fosse, de facto, automática e alcançados os objetivos esperados.

4.3.2. Separação de artigos a distribuir

A separação dos artigos a distribuir pelos setores das duas naves é feita pelas caixas respetivas a cada setor e/ou *atelier*. Quando a distribuição era feita com o carro *Bull*, era muito mais generalizada e não havia tantas caixas, como é possível observar na Figura 16, uma vez que, a

pessoa que conduzia o carro, deixava o material em cacifos específicos de cada *atelier* e os trabalhadores iam lá recolhê-los. Para além disso, existiam apenas nove caixas no carro, para distribuir os artigos do PHF pelas duas naves – componentes dos motores e caixas de velocidades, pois não era necessário realizar a separação dentro de cada *atelier*, por setores, como acontece, agora, com o transporte automático de artigos. Quando a distribuição começou a ser realizada pelo AGV, foram adquiridas caixas mais pequenas, com tampa, para que o material não fosse desviado de setor para setor, de modo a ser feita uma distribuição mais diferenciada, por setores, dentro do mesmo *atelier*. Assim, foram adquiridas caixas de maiores e menores dimensões, consoante a necessidade e a requisição de artigos, em média, realizada por cada *atelier* associado aos diferentes pontos de entrega. Existem dez caixas para a realização da entrega na nave dos componentes dos motores (CM), uma para a Logística, onze para a entrega na nave das caixas de velocidades, (CV), sendo que seis são suplentes, para, quando é recolhido o material, quando são bastantes artigos e pesados, o/os colaboradores não terem de estar a recolher artigo a artigo, recolhendo, assim, a caixa e substituindo a mesma pela que vier no próximo horário de distribuição.

4.3.3. Separação dos artigos pelas caixas

As caixas para realizar a distribuição para os dez pontos de paragem existentes na nave dos componentes dos motores, mais a da Logística e os sete pontos de paragem presentes na nave das caixas de velocidades, estão numa estante fixa no armazém PHF (Figura 19) e, consoante a existência de artigos para distribuir, são colocadas na base rolante, juntamente com os artigos.

A separação e distribuição dos artigos pelas caixas, de momento, ainda é feita com auxílio de uma tabela onde estão discriminados os nomes dos trabalhadores que podem requisitar artigos no portal MAP e o setor/paragem do AGV a que pertencem, uma vez que, na etiqueta de requisição, apenas vem escrito o número do *atelier* que contém várias paragens porque, antigamente, bastava saber-se o *atelier* para executar a distribuição com o *Bull*, uma vez que, nesta, havia menos caixas e mais genéricas, como referido anteriormente.

Assim, encontram-se nos Anexos 8 e 9 as duas tabelas com os nomes dos requisitantes e o setor/ paragem de descarga de artigos a que pertencem, a fim de facilitar a distribuição dos artigos a distribuir.



Figura 19: Local do armazém PHF onde são colocadas as caixas, quando não estão a ser utilizadas para transportar artigos.

4.3.4. Mecanismo utilizado para a distribuição

Quando começou a ser realizada a distribuição automática de artigos nas naves fabris, os artigos começaram a ser colocados dentro das caixas anteriormente mencionadas e estas, por sua vez, colocadas numa base rolante (Figura 20), com três “prateleiras” com rodas, nas quais é mais fácil movimentar as caixas para trás e para a frente, retirando, facilmente, os materiais, voltando a colocá-las no local devido. De forma análoga para o circuito independente da Logística, que será explicado mais adiante.



Figura 20: AGV e respetiva base rolante, atrelada, com as caixas de transporte de artigos.

Havendo a necessidade de ir buscar material para reparar ou enviar material já reparado para o CGO ou para a Eletrónica, é utilizada a base apresentada na Figura 21.

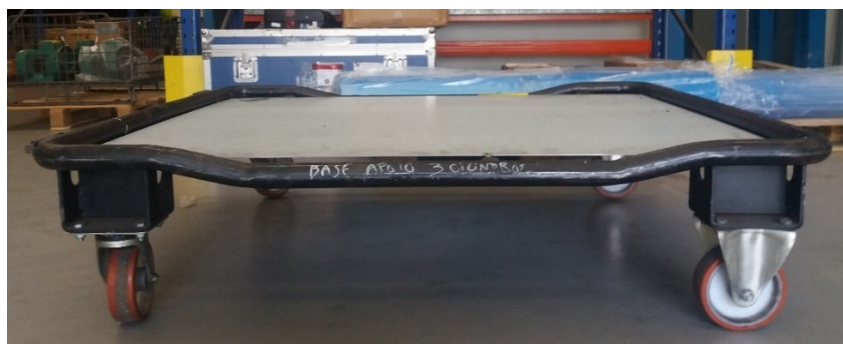


Figura 21: Base de transporte de equipamentos ou materiais de grandes dimensões ou para reparação.

4.3.5. Encurtamento da distância da base rolante ao AGV

Numa primeira fase, tentou atrelar-se a base rolante ao AGV através do gancho, Figura 22. No entanto, esta ficava demasiado separada do mesmo e este, ao virar numa curva, durante a realização do circuito em “chão de fábrica”, batia nos pinos de segurança, implantados para separar a zona de passagem para peões e empilhadores, ficando presa e impossibilitando a passagem do AGV, congestionando, assim, o trânsito. Para além disso, era necessária a intervenção humana, pois, depois de bater no pino, o AGV desorientava-se e “perdia” a fita magnética, sendo necessário voltar a recolocá-lo na mesma, para que este pudesse retomar a marcha e procedesse ao resto da distribuição.

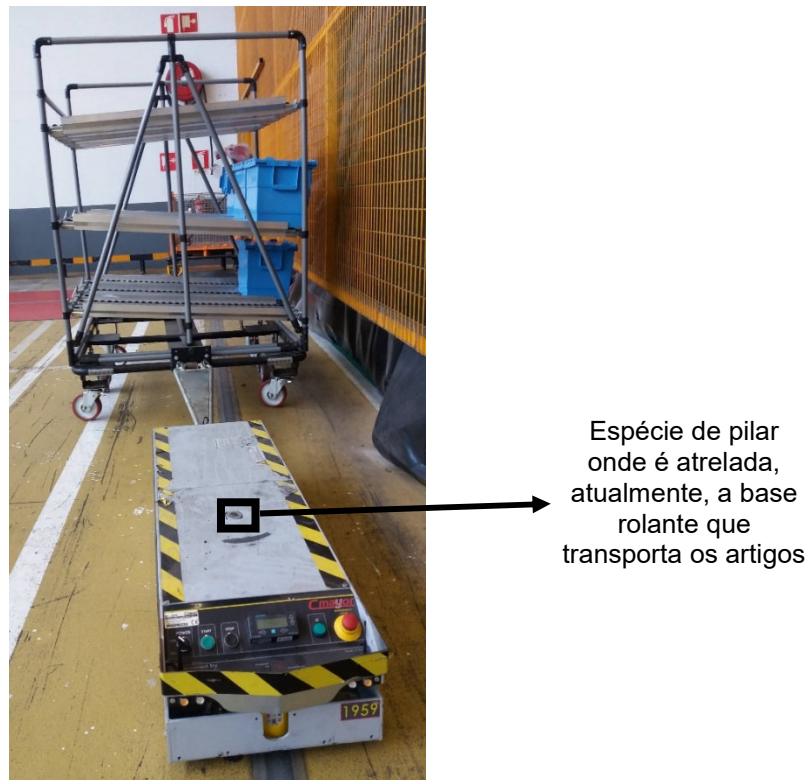


Figura 22: Base rolante atrelada ao AGV pelo gancho.

Assim, foi acrescentada uma espécie de placa com um furo onde pudesse entrar o cilindro situado na parte superior do AGV, que sobe e desce, por ação de um comando do AGV – pressionar continuamente o botão *stop* - tal como indicado nas Figuras 22 e 23 - e, assim, quando o AGV se desloca, a base segue percorrendo o caminho determinado para realizar a distribuição dos artigos.



Figura 23: Local onde foi colocada a placa.

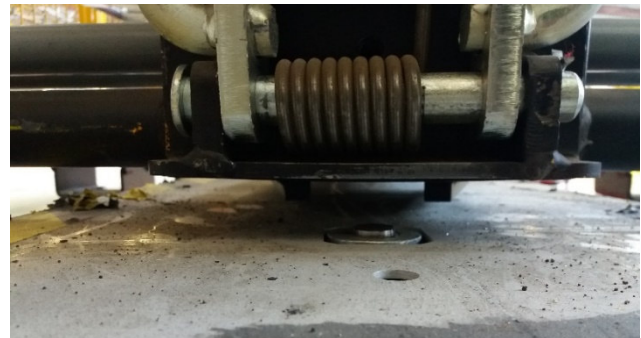


Figura 24: Cilindro onde foi presa a placa, permitindo atrelar a base rolante ao AGV.

Depois das transformações realizadas, a base fica atrelada ao AGV, através da placa que fica por baixo do gancho apresentado na Figura 24, uma vez que, como a base tem seis rodas, sendo estas direcionais e estáticas, não pode ser “puxada” pelo lado em que tem rodas fixas (as estáticas), caso contrário, são provocados danos nas rodas e, conseqüentemente, na estante, representada nas imagens da Figura 25.



Figura 25: AGV do armazém PHF com a respetiva estante de transporte de artigos atrelada, pelo novo mecanismo implementado.

4.3.5.1. Procedimento da distribuição via AGV

Os 10 setores que se encontram na nave dos componentes dos motores e, para a qual é, atualmente, feita a distribuição automática de artigos requisitados, do armazém PHF, vêm

identificados na etiqueta de requisição pelo *atelier* a que pertencem. Este *atelier* divide-se em três categorias: o AT3/4P, o AT3/4C e o AT1P, sendo C a sigla correspondente a **manutenção** (no sentido de conservação das peças e máquinas) e P a sigla correspondente a **produção**. Os artigos cuja etiqueta tem a indicação do *atelier* 3/4P são repartidos por dez caixas, identificadas pelos setores, “Célula Técnica”, “Tambores”, “Bomba de óleo K”, “Bomba de óleo CV”, “Cárter de Distribuição”, “Cárter Intermédio”, “Chapéus” e “Árvore de Equilibragem”. Os artigos cuja etiqueta tem a indicação do *atelier* 3/4C são colocados numa caixa identificada como “Grupo de Intervenção” e os artigos cuja etiqueta tem a indicação do *atelier* 1P são colocados numa caixa identificada como “Pinhões”. No momento, a separação dos artigos pelas caixas dos diferentes setores é feita com base no conhecimento do nome dos trabalhadores que fazem as requisições, os CUETs (Chefes das Unidades Elementares de Trabalho), que são responsáveis por certas UETs (Unidades Elementares de Trabalho) e pelas tabelas apresentadas em anexo, fixas a ambos os lados da estante, onde são colocadas as caixas com os artigos.

Na nave das caixas de velocidades, são distribuídos artigos para os *ateliers* AT1P, AT2P, AT5C e AT5P. Existem 8 setores de paragem: o “CGO”, “AT5P”, “Caixa Diferencial” que faz parte do *atelier* 1P, “Retificação/Peça Negra”, que também faz parte do *atelier* 1P, os “Eixos Finos”, o “Módulo 3” e “Módulo 1”, que fazem parte do *atelier* 2P e “Árvore Primária e Secundária” que faz parte do *atelier* 1P. Tal como acontece com os *ateliers* da nave dos motores, “**C**” significa Manutenção e “**P**” significa Produção. Os artigos requisitados pelos trabalhadores da nave das caixas de velocidades são os descritos anteriormente. É, ainda, transportado material para o AT5C, que é entregue na paragem do AT5P, do “Módulo 2” que é entregue na paragem do Módulo 1 e para o “Módulo 4”, que é entregue na paragem do Módulo 3; estes dois últimos correspondem também ao *atelier* 2P.

A separação dos artigos é feita pelas onze caixas, sendo estas identificadas como “CGO”, “AT5C”, “AT5P”, “Caixa Diferencial”, “Retificação/Peça Negra”, “Eixos Finos”, “Módulo 4”, “Módulo 3”, “Módulo 2”, “Módulo 1” e “Pinhões”. Esta última é, também, utilizada para realizar a distribuição de artigos para a primeira paragem do circuito realizado na nave dos componentes dos motores (CM), tendo a mesma designação que a identificação da caixa. E, atualmente, é, também, aproveitada para transportar artigos para o último, e mais recente, ponto de paragem no circuito realizado para a distribuição na nave das caixas de velocidades – “Árvore Primária e Secundária”. Esta paragem, apesar de ser realizada no circuito para a distribuição na nave CV, pertence à nave CM.

Contrariamente à nave dos componentes dos motores, como a maioria das paragens correspondem a *ateliers* e não estão tão separadas ou pormenorizadas como na outra nave, na etiqueta da requisição é facilmente identificável o local onde os artigos devem ser colocados.

4.3.6. Modo operacional

A distribuição via AGV funciona do seguinte modo: quando o material está todo arrumado nas devidas caixas, estas são colocadas numa base rolante que é, posteriormente, atrelada ao

AGV, através de um botão e respetivo comando. Quando é hora de ser iniciada a distribuição, o AGV é colocado no ponto de partida, é escolhido o circuito que ele vai seguir, aquele que passa e para em todos os setores, mencionados anteriormente, para que as encomendas feitas possam ser distribuídas por quem as requisitou, é premido o botão *start* e, por fim, este, inicia a sua marcha.

E como é que esta distribuição é feita?

4.3.6.1. Modo operacional na nave das Caixas de Velocidade (CV)

Inicialmente as entregas começavam por ser feitas na nave dos componentes dos motores, porque apenas eram realizadas nesta nave fabril. Agora que já começaram a ser realizadas na nave das caixas de velocidades, começam por ser feitas primeiro nesta e, quando estão concluídas e o AGV regressa ao ponto de partida, é iniciada a distribuição na nave dos componentes dos motores. Assim, coloca-se o AGV no local de partida e início do circuito/trajeto a percorrer e, antes de o AGV iniciar a sua marcha, é selecionado o **circuito 4**. Pouco tempo depois de partir, o AGV para junto ao CGO, ao ler a *tag*, do lado esquerdo – que é o lado onde está o leitor do AGV - e aguarda, durante 5 minutos, que seja retirado o material desse setor. Ao fim do tempo programado e do “timer” ter sido alcançado, ele retoma a marcha e segue para a próxima paragem, que é o AT5P, e procede sempre da mesma forma – ao ler a *tag* do circuito em que circula, fica parado, até que seja alcançado o “timer” – tempo de espera, que, neste caso e nas restantes paragens seguintes, são 2 minutos. Depois, quer os requisitantes tenham retirado os seus artigos, quer não, ele retoma a sua marcha passando nos restantes setores: Caixa Diferencial, Retificação/Peça Negra, Eixos Finos, Módulo 3, Módulo 1 e Árvore Primária e Secundária.

Particularmente, no circuito das caixas de velocidades, uma vez que, nesta nave fabril circulam muitos AGVs, é necessário haver uma coordenação diferente, para que não haja colisões ou nenhum deles se desvie do caminho a seguir e do trajeto e troço a percorrer. Assim, em cada cruzamento e, por cruzamento, entende-se uma zona onde pode haver passagem pela direita, esquerda, ou frente de um AGV, existe uma baliza, que é uma espécie de comando com um botão verde e outro vermelho, para fechar ou libertar o circuito (Figuras 26 e 27). Este comando, denominado baliza, está associado à configuração da *tag* presente no troço de caminho que coincide com o cruzamento. Assim, quando o AGV lê uma determinada *tag* que lhe dá a instrução de seguir em frente, virar à direita ou virar à esquerda, antes de seguir qualquer uma destas instruções, dá informação à baliza do cruzamento, de que está ali. Se o cruzamento estiver, então, desimpedido, ele avança e, quando lê a *tag* seguinte, liberta o mesmo, dando informação à baliza de que o cruzamento pode ficar livre para a passagem do AGV seguinte. Se o mesmo não estiver desimpedido, ele aguarda até que o outro AGV, que iniciou a sua marcha antes dele, liberte o cruzamento, exatamente da mesma forma e que este possa avançar.



Figura 26: Baliza a sinalizar que o cruzamento está desimpedido e qualquer AGV pode avançar.



Figura 27: Baliza a sinalizar que o cruzamento está ocupado e que é necessário esperar que a passagem fique livre para que o AGV possa avançar.

Modo operacional na nave dos Componentes dos Motores (CM):

Tal como acontece nas caixas de velocidades, para realizar a distribuição nesta nave, o AGV é, novamente, colocado no ponto de partida e pouco tempo depois de ter iniciado a sua marcha e após ter percorrido apenas uns centímetros de troço de fita magnética, para junto aos Pinhões; ao ler a *tag*, aguarda, durante 2 minutos, que seja retirado o material desse setor. Ao fim do tempo programado, e do “timer” ter sido alcançado, ele retoma a marcha e segue para a próxima paragem, que é a Célula Técnica, e procede sempre da mesma forma – ao ler a *tag* do circuito em que circula, fica parado, até que seja alcançado o “timer” – e depois, quer os trabalhadores tenham retirado as suas encomendas quer não, ele retoma a sua marcha passando nos restantes setores: Tambores, Bomba de Óleo K, Bomba de Óleo CV, Cárter Intermédio, Cárter de Distribuição e Chapéus. Depois de parar no setor dos Chapéus, o AGV retoma a sua marcha em direção ao penúltimo setor e ponto de paragem, o Grupo de Intervenção. Quando o AGV lê a *tag* colocada no local de paragem referente a este setor, o pirilampo cor de laranja presente no *atelier* do grupo começa a “pisca” e o AGV fica lá parado até que as encomendas realizadas para aquele setor sejam recolhidas e seja premido o botão do comando associado ao pirilampo a ordenar ao AGV que prossiga a sua marcha. Assim que o AGV retoma o movimento, vai parar novamente no último setor e ponto de entrega, a Árvore de Equilibragem, no qual, ao ler a *tag* colocada na passadeira representada à porta do atelier, fica em “repouso” durante 2 minutos. Ao fim do tempo programado e do “timer” ter sido alcançado, ele retoma a marcha e segue novamente para o armazém, parando no seu local de paragem e, ao ler a *tag* final, fica estacionado nesse mesmo local em que a *tag* se encontra, esperando que alguém o desligue e aguardando pelo próximo circuito de entregas.

4.3.7. Ferramentas necessárias para a deslocação do AGV

Os mecanismos e ferramentas essenciais para a movimentação e orientação do AGV, ao longo do trajeto que este deverá percorrer até concluir todas as entregas de artigos, incluem a fita

magnética, que pode ser aplicada em qualquer zona da nave fabril onde já existe um caminho traçado para a deslocação de AGVs; pode ser utilizada para prolongar um caminho já existente, fazer outro a partir de um inicial, definir caminhos alternativos, desvios para descarga de material, etc.

Ao longo da fita magnética, do lado direito ou do lado esquerdo, dependendo de onde estiver o leitor no AGV e no sentido em que este transita, devem ser colocadas as *tags*, que são os cartões que contêm as informações codificadas que dão indicações ao AGV de onde e para onde deverá seguir, quando deve parar ou continuar. O AGV orienta-se, então, segundo uma fita magnética. Enquanto existir fita, ele segue o trajeto delineado pela mesma. Ao longo da fita magnética, e, como referido anteriormente, não circula sempre no mesmo sentido, vai virando à direita, à esquerda ou para, aguardando que sejam retirados os artigos que transporta, devido a *tags* existentes no percurso. Estas *tags* (Figura 28) são pequenos cartões que são colados no solo e protegidos com uma fita sinalizadora ou com resina, de forma a não serem arrancados por empilhadores ou outros veículos de grandes dimensões e porte pesado.



Figura 28: Exemplo de *tags* e fita protetora que serve de revestimento para impedir que a *tag* seja danificada ou arrancada.

Para que as *tags* fiquem bem fixas ao solo, é necessário utilizar fita-cola de dupla face e, para que o AGV se movimente, é necessário fixar fita magnética ao solo. Estes dois materiais são apresentados nas imagens que se seguem, das Figura 29 e 30.

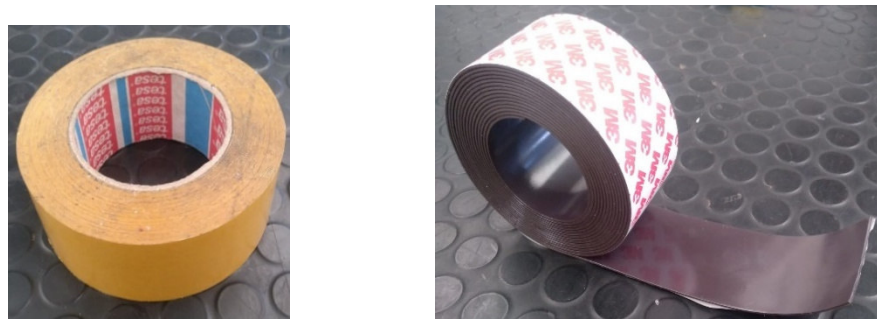


Figura 29: Fita-cola de dupla face e fita magnética implementada no solo, sobre a qual o AGV se desloca.



Figura 30: Exemplo de um troço de circuito representado pela fita magnética e pelas *tags* que são lidas em ambos os sentidos de transição.

Para além destes materiais essenciais, é necessária uma ferramenta para conseguir colocar o AGV no ponto de partida, antes de iniciar o seu percurso, assim como voltar a colocá-lo em cima da fita magnética, caso se desvie da sua rota por algo que aconteça durante o seu trajeto. A par desta, é necessário, também, uma bateria suplente para efetuar a troca, quando estiver descarregada e precisar de ser carregada, assim como um carregador (Figuras 31, 32 e 33).

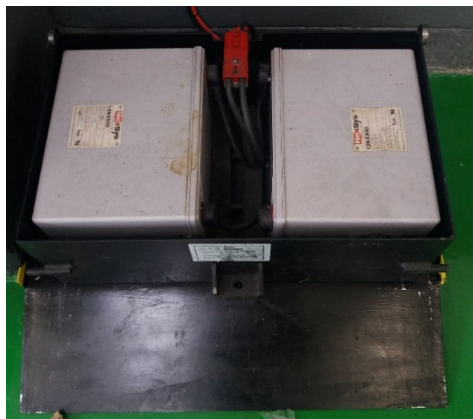


Figura 31: Bateria do AGV no local fixo de carga.



Figura 32: Bateria a carregar.



Figura 33: Bateria do AGV e ferramenta necessária para deslocação da mesma.

4.3.8. Programação das *tags*

As referidas *tags* – os cartões que estão presentes ao longo de todo o percurso onde há fita magnética – para que possam orientar e influenciar a movimentação do AGV, têm de ser programadas previamente e, posteriormente, fixadas nos pontos onde se pretende que o AGV execute as ações descritas anteriormente.

A programação destas *tags* é, então, feita num programa chamado *Vsystems* que contém todos os circuitos e *tags* existentes no chão de fábrica das duas naves fabris – motores e caixas – da Renault Cacia.

Neste programa existem diversos mapas que contêm as *tags* presentes em todos os circuitos existentes na fábrica. Os percursos realizados pelo AGV do PHF estão representados num separador particular. Neste, é possível encontrar todas as *tags* utilizadas no percurso, alterar as suas definições, acrescentar novas, consoante a necessidade de o circuito precisar de “mais indicações” para que funcione corretamente (Figuras 34 e 35).

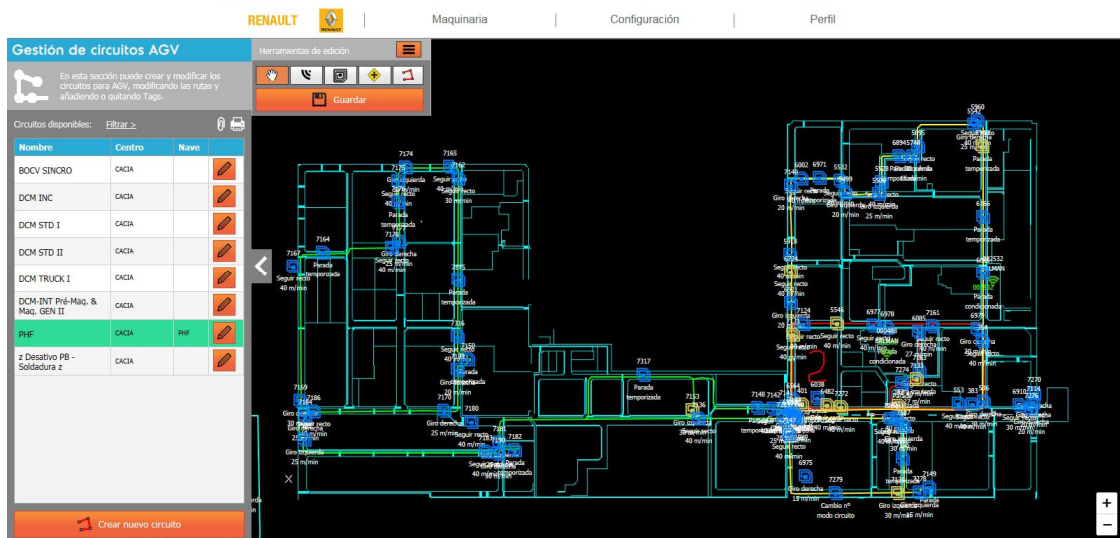


Figura 34: Mapa dos circuitos realizados pelo AGV do PHF, na fábrica Renault Cacia.

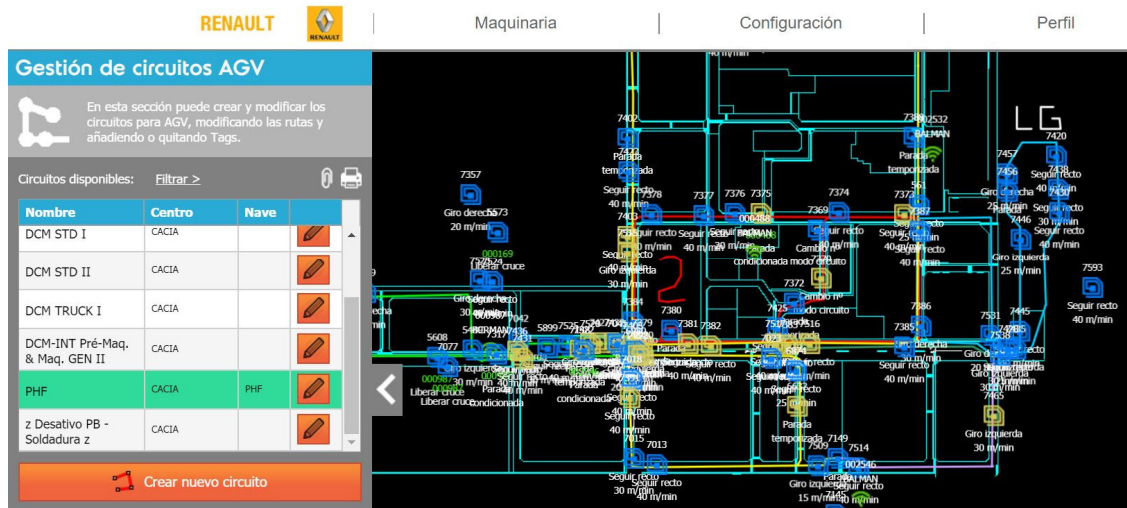


Figura 35: Mapa atualizado dos circuitos realizados pelo AGV do PHF, na fábrica Renault Cacia.

Aa imagens seguintes, das Figuras 36, 37 e 38, ilustram as diferentes funções do programa *Vsystems* e funcionalidades, pelas quais o utilizador pode optar para configurar diferentes *tags* em diferentes situações.

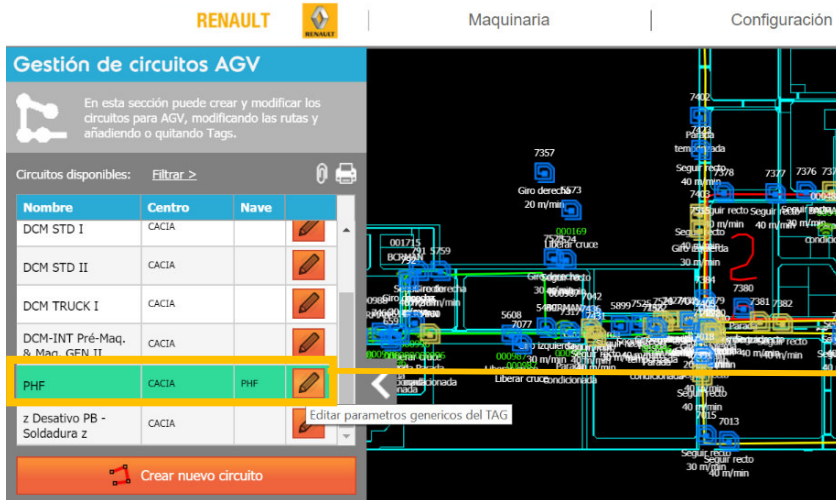


Figura 36: Botão de edição nos circuitos do PHF.

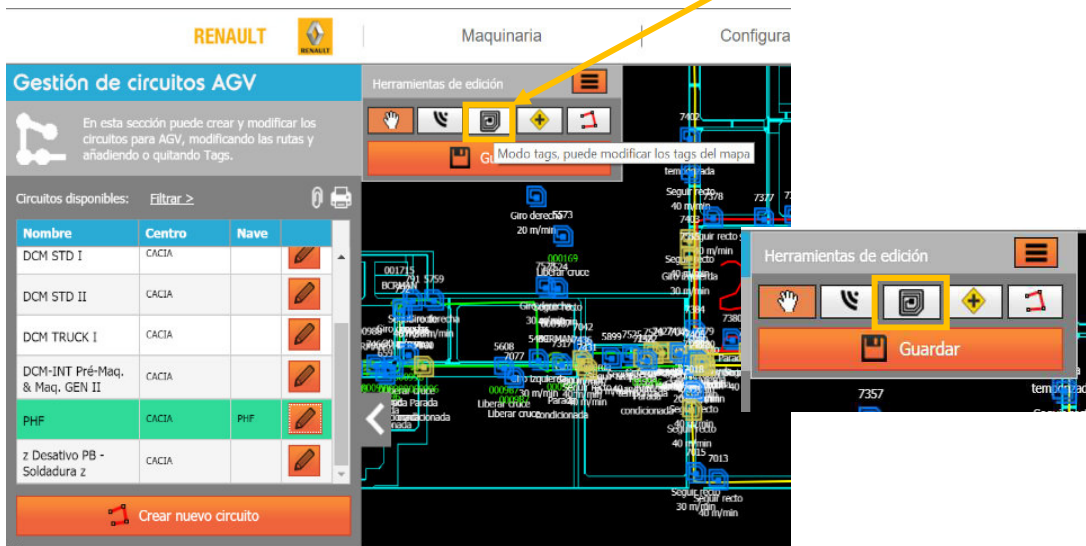


Figura 37: Representação do botão do programa para edição das configurações das tags.

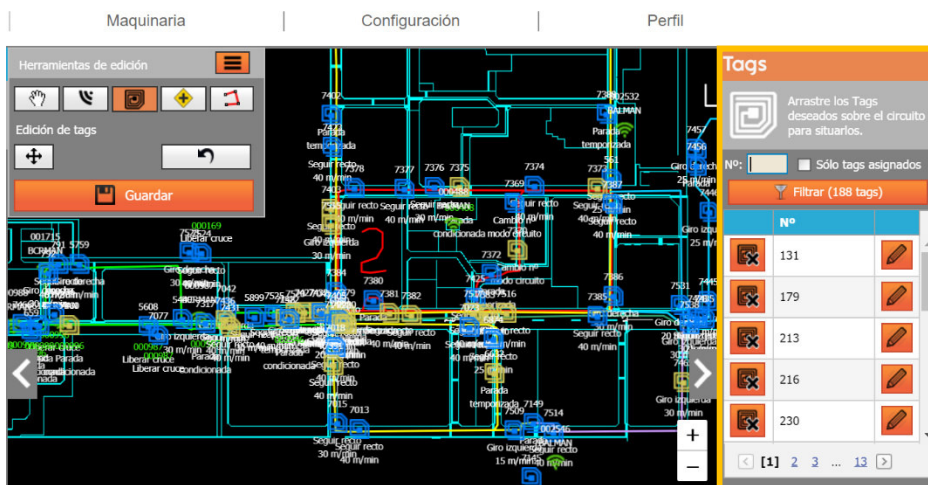


Figura 38: Menu de procura das tags já utilizadas e possível introdução de novas.

Para que o AGV possa seguir em frente, virar à direita ou à esquerda durante o seu trajeto, é necessário que as *tags*, que vai lendo ao longo do percurso, lhe deem essas informações.

Nos prints do programa *Vsystems*, que se seguem (Figura 39), é possível observar o menu de edição e configuração dessas mesmas indicações e informações numa determinada *tag*.

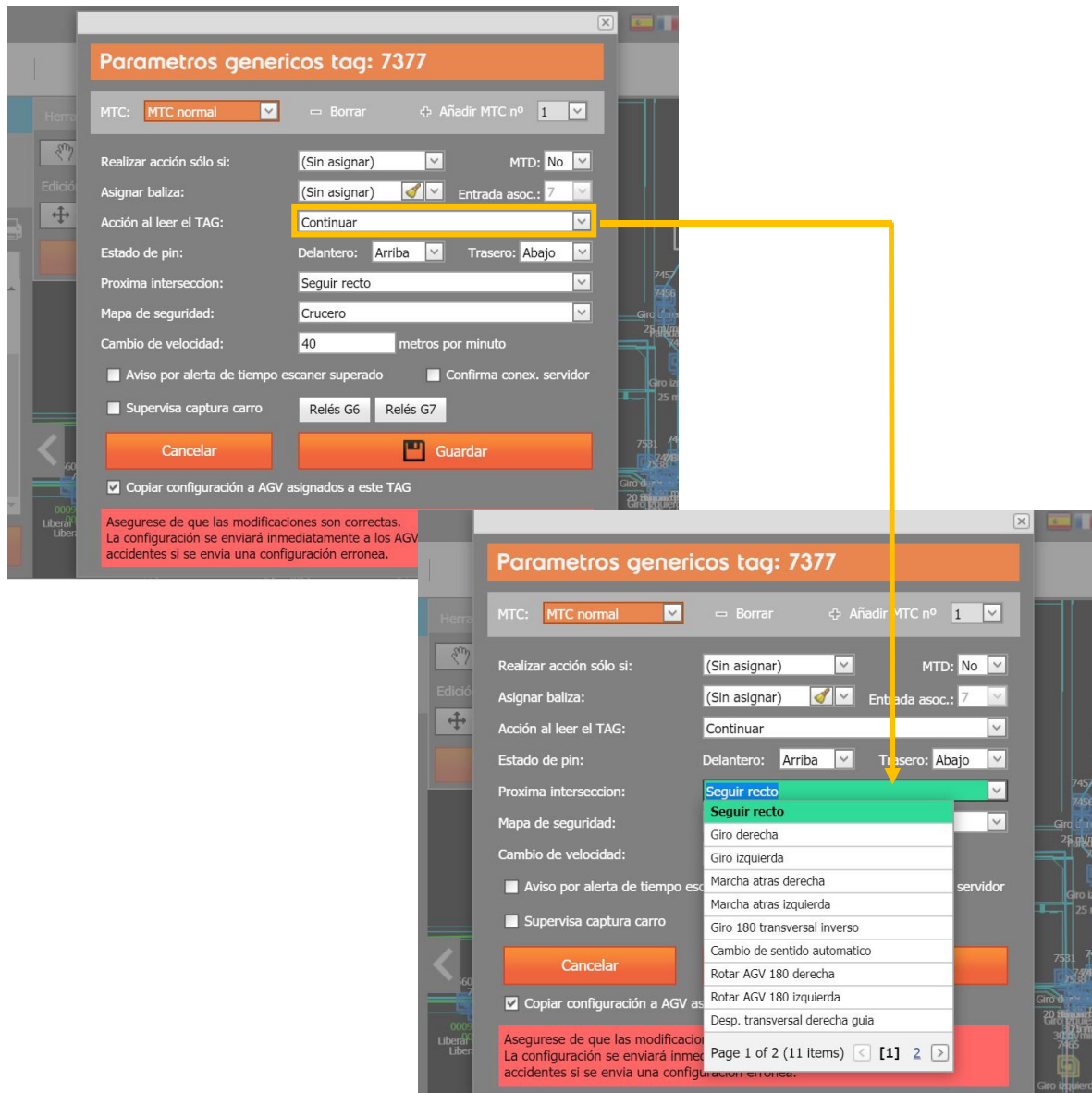


Figura 39: Exemplo das diferentes opções de codificação e programação no trajeto a seguir pelo AGV, quando lê uma determinada *tag*, e as indicações que a mesma fornece.

Ao longo do trajeto que o AGV percorre, o fator que o impede de colidir em determinados obstáculos ou chocar com outros AGVs é o seu campo de visão, que é intitulado de “mapa de segurança”. Normalmente, ele transita com o nº2, o que lhe dá um campo de visão bastante grande, podendo ter uma perceção de tudo o que está à sua volta. No entanto, para passar em certas zonas,

é necessário que o campo de visão seja mais reduzido para que não pare por notar a presença de determinado objeto ou obstáculo que não interfere com a sua rota.

Desta forma, nos *prints* do programa *Vsystems* que se seguem (Figura 40), é possível observar as opções de edição dos diferentes campos de visão que existem, associados a uma determinada *tag*.

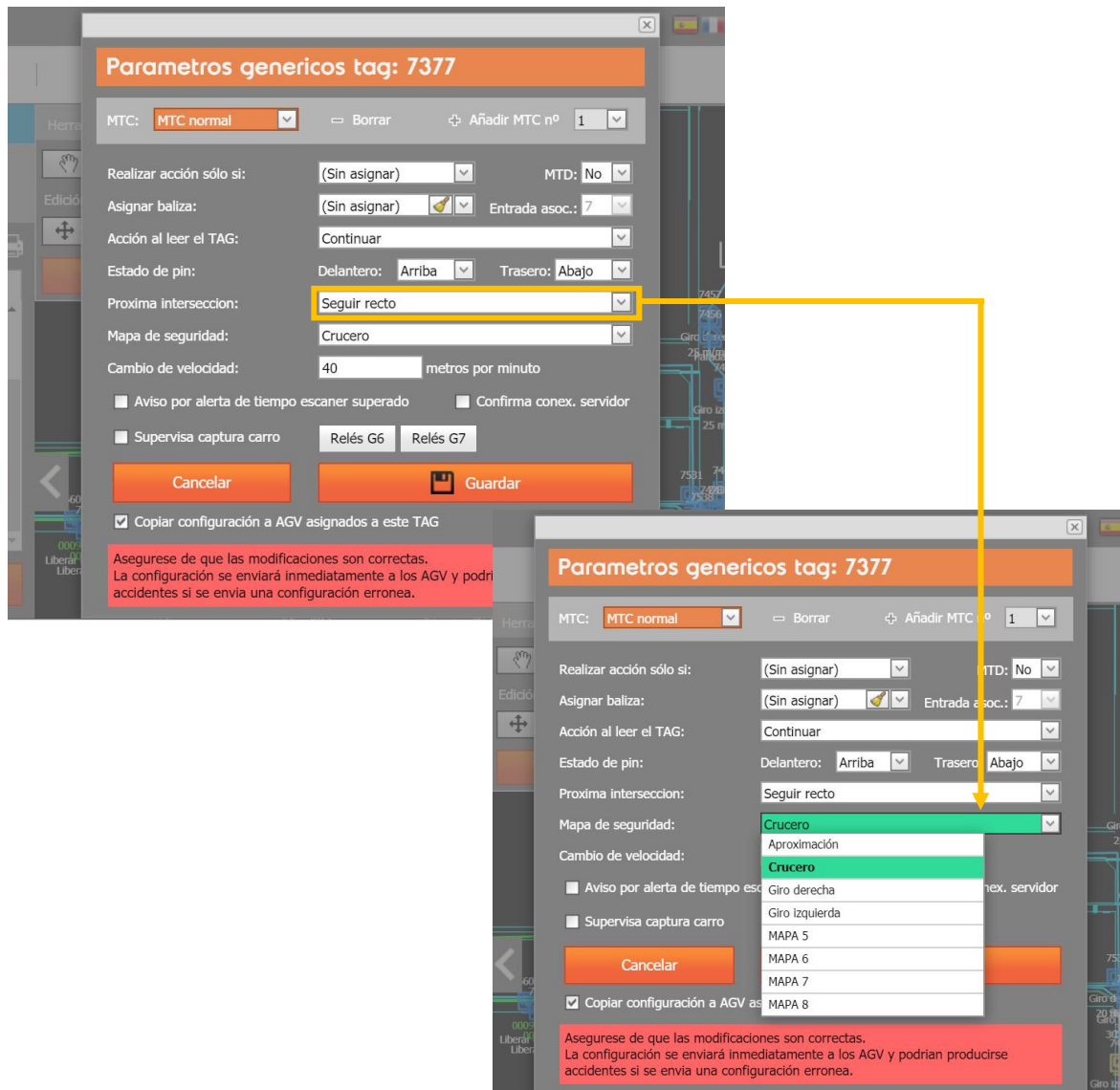


Figura 40: Exemplo das diferentes opções de mapas de segurança que podem ser escolhidos na codificação de uma determinada *tag*, presente no trajeto a seguir pelo AGV.

Quando o AGV transita numa zona em que transitam outros AGVs, têm de existir mecanismos que regulem o “trânsito”, para que não haja colisões ou algum se perca da sua rota e não siga o caminho destinado.

Desta forma, existe uma funcionalidade do programa *Vsystems* que permite associar uma baliza a uma *tag* que esteja fixada num cruzamento em que podem circular vários AGVs em sentidos opostos, interferindo com as rotas uns dos outros (Figuras 41 e 42). Esta baliza faz com que o AGV, ao ler a *tag* a que ela está associada, pare se outro AGV estiver a circular nesse cruzamento, naquele momento, e só o deixa avançar quando o outro a “libertar”, isto é, ler a *tag* que o informa que o AGV está à espera de que o cruzamento fique livre.

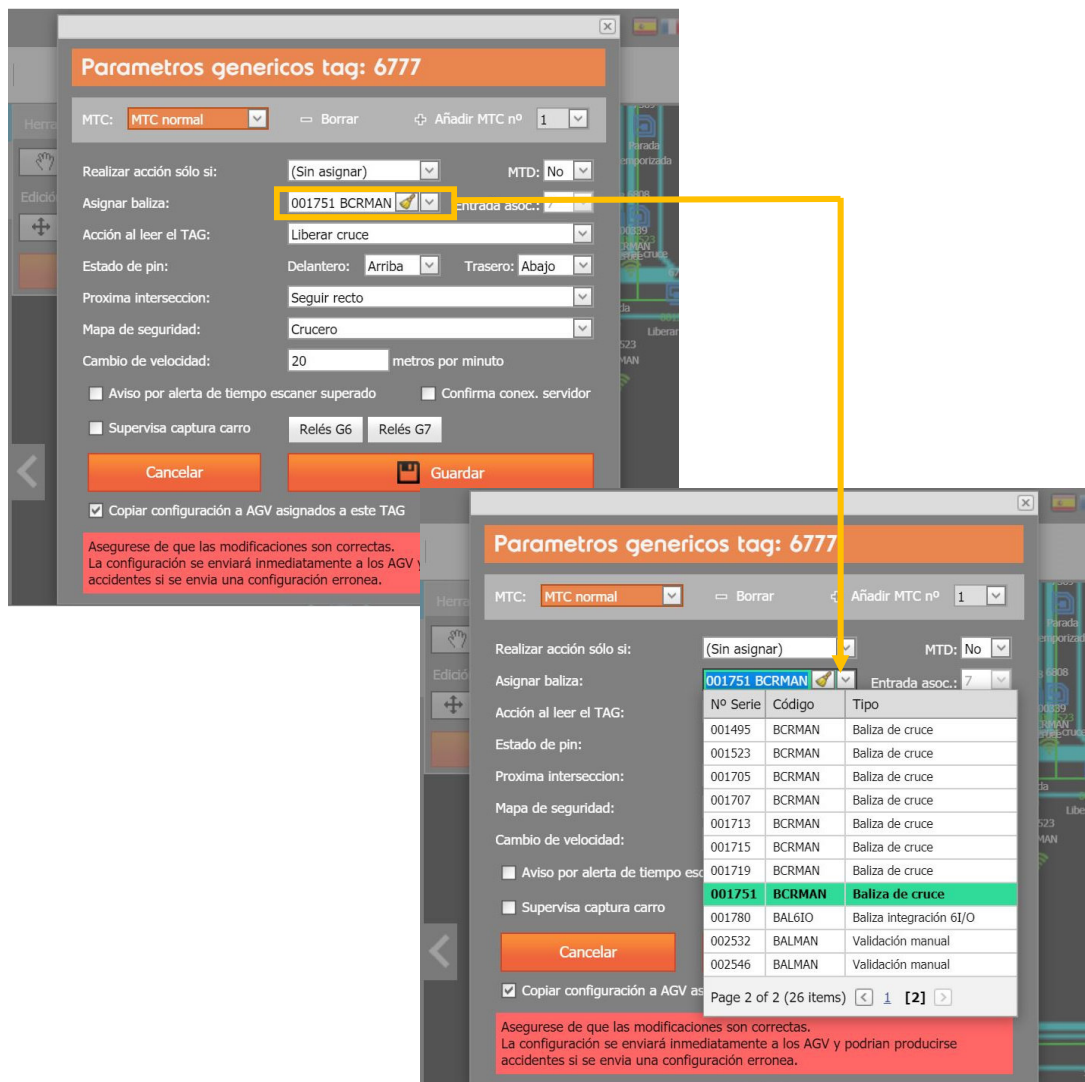


Figura 41: Exemplo de como se associa uma baliza a uma determinada *tag* e de quais são as balizas que existem nos circuitos existentes.

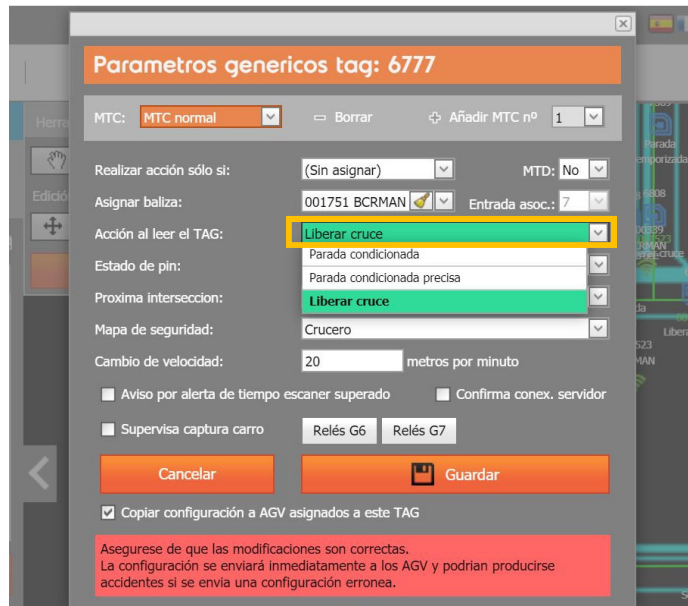


Figura 42: Exemplo da programação de uma *tag* para informar o AGV de que o cruzamento de encontra livre para avançar.

É, ainda, possível ver quais são as *tags* presentes em determinados trajetos e alocar essa mesma *tag* a um circuito novo que se esteja a criar (Figura 43), uma vez que *uma* *tag* pode estar associada e presente em mais do que um circuito e configurada para fazer parte de circuitos totalmente distintos. Isto é, num trajeto, um AGV que transite no circuito 1, por exemplo, pode “ler” a informação de virar à direita e outro que transite no circuito 2, “ler”, na mesma *tag*, a informação para seguir em frente.

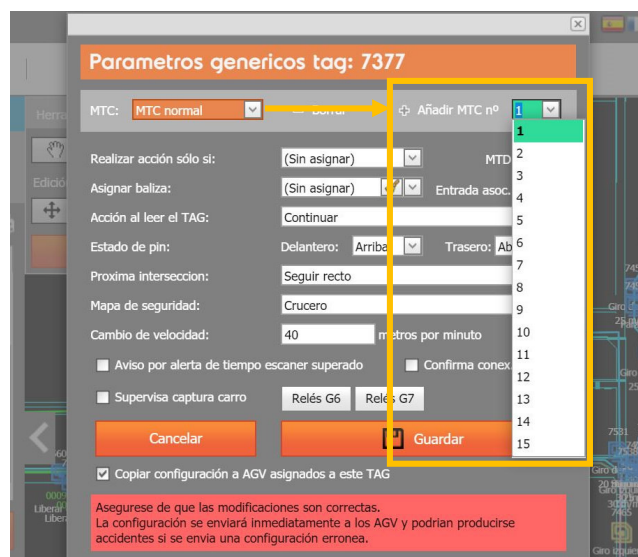


Figura 43: Número de circuitos que é possível associar a uma determinada *tag*.

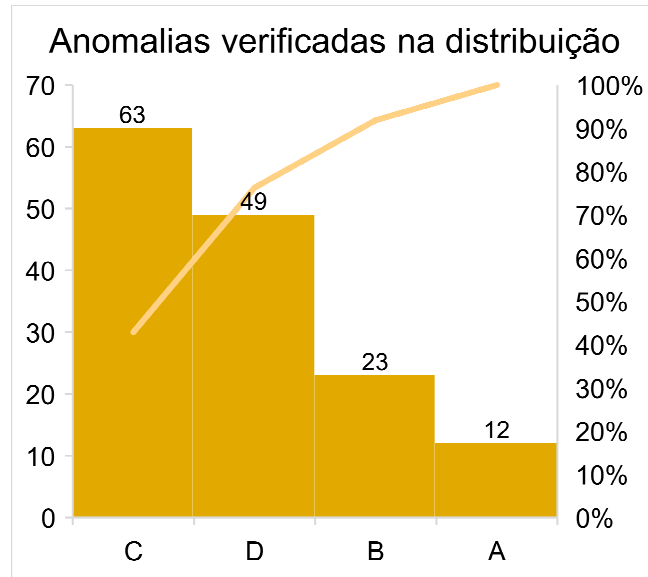


Figura 44: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as anomalias verificadas na distribuição e a percentagem com que elas se verificam.

As situações B, C e D descritas na tabela de verificação e que se verificaram com maior frequência, compreendem diversas anomalias que foram estudadas, mais pormenorizadamente, através de um segundo diagrama/gráfico de Pareto (Figuras 45, 48 e 49).

Assim, a situação B - realização da trajetória pelo circuito errado - pode dever-se a **dois** acontecimentos diferentes:

- Não haver mudança de circuito em que está a circular, uma vez que, à medida que vai lendo a fita magnética, o próprio AGV altera o circuito em que transita, do 1 para o 2, do 2 para o 3, por exemplo, consoante a informação que está codificada na *tag* e na própria fita magnética – **Acontecimento 1;**

- Não ser escolhido o circuito 1 antes do AGV iniciar a marcha na nave dos componentes mecânicos, que irá levar a que este não siga a sequência de circuitos correta e, desta forma, não irá seguir o trajeto necessário – **Acontecimento 2;**

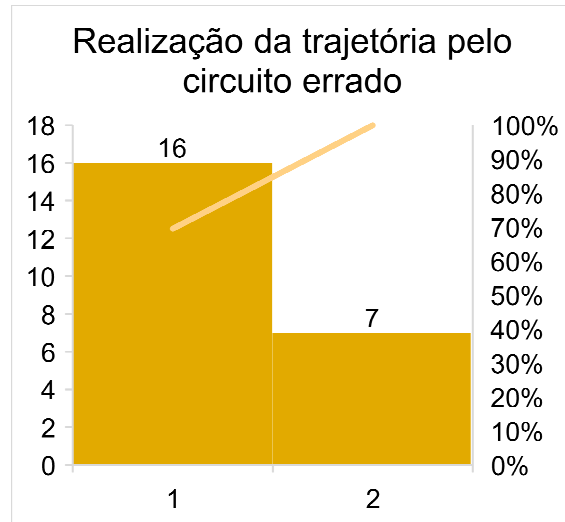


Figura 45: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.

Pode concluir-se que, muitas vezes, não se dá a mudança de circuito em que o AGV circula e, por isso este não realiza o trajeto desejado, não para em todos os setores/ pontos de entrega dos artigos a distribuir. Isto deve-se à informação codificada numa *tag* que não está a informar o AGV de que deve passar a circular noutra circuito, pelo que é necessário reprogramar a *tag*.

A situação 2, por sua vez, pode dever-se a três acontecimentos distintos:

- Estar algum objeto no seu campo de visão – existe uma determinada distância que representa o campo de visão do AGV e, enquanto houver alguma barreira nesta distância ou algo que interfira no caminho, o mesmo não avança, nem recua, ficando parado a dar sinal, até que o caminho fique livre para que este possa prosseguir a marcha – **Acontecimento 3;**



Figura 46: Exemplo de uma situação em que o AGV está parado devido à presença de um obstáculo.

- Existir algum objeto a impedir a passagem – caixas, carrinhos de peças no meio da linha de montagem e local de passagem de empilhadores e outros meios de transporte – **Acontecimento 4**;

- Rompimento e posterior desaparecimento de um troço da fita magnética – fita orientadora do trajeto a percorrer pelo AGV – **Acontecimento 5**;



Figura 47: Exemplo de um troço de fita magnética danificado.

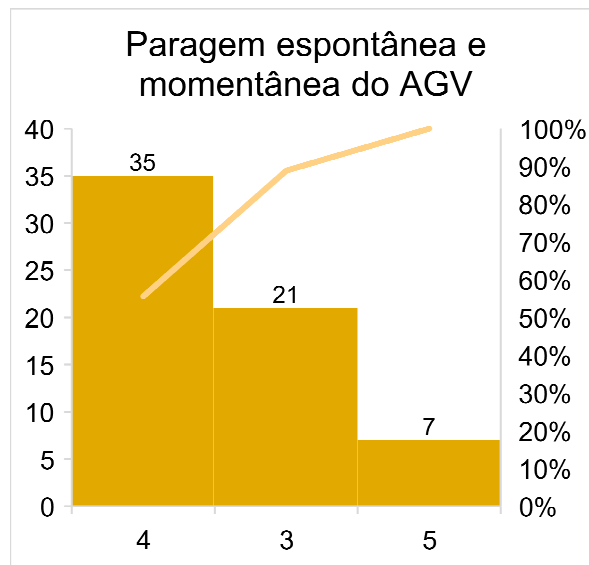


Figura 48: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 3, 4 e 5 e a percentagem com que elas se verificam.

Pode concluir-se que o acontecimento que se verifica mais vezes é a presença de caixas, empilhadores e outros obstáculos, indevidamente, no caminho ou troço de fita magnética que o AGV vai percorrer, impossibilitando a sua passagem.

A medida a adotar para resolver esta questão será alertar o CUET de um determinado *atelier*, ou área de trabalho, e os condutores de linha para terem em atenção estas situações e evitarem que aconteçam com frequência.

Por último, na situação (3) podem acontecer cinco acontecimentos que correspondem a imprevistos, para os artigos requisitados não chegarem ao destino ou não serem recolhidos pelos requisitantes:

- Algum artigo ser colocado numa caixa pertencente a outro setor que não o daquele determinado artigo – **Acontecimento 6**;

- Extravio dos artigos por parte de clientes não requisitantes dos mesmos ou por qualquer outro motivo alheio à percepção de um dos conferentes, ou do responsável por carregamento da base rolante antes das entregas – **Acontecimento 7**;

- Não recolha do material atempadamente, antes de ser iniciada a distribuição – **Acontecimento 8**;

- Ser feita alguma requisição depois da hora de início da distribuição, pelo que o artigo só será entregue na distribuição seguinte – **Acontecimento 9**;

- Os artigos chegam ao seu destino, mas não está ninguém no local de paragem para os recolher – **Acontecimento 10**;

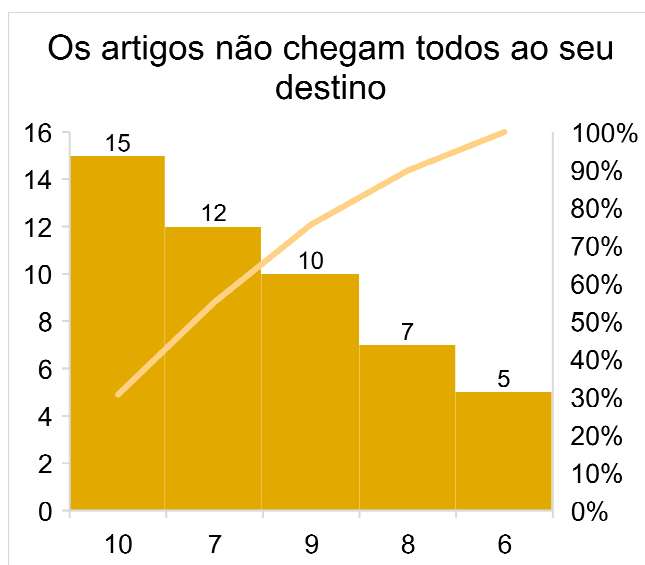


Figura 49: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 6, 7, 8, 9 e 10 e a percentagem com que elas se verificam.

Pode, então, concluir-se que o acontecimento que se verifica com maior frequência é a situação de não estar nenhum responsável, ou pela linha de produção, ou pela requisição realizada, para recolher o ou os artigos, quando o AGV para no local destinado. Desta forma, a medida a tomar foi informar todos os CUETS, condutores de linha e responsáveis pelo horário de saída e passagem

do AGV pelos diversos setores e, posteriormente, uma fixação desse respetivo horário, nos diversos pontos de paragem/setores de entrega dos artigos a distribuir.

Após o primeiro período experimental e a distribuição automática, na nave dos componentes dos motores, estar completamente agilizada e a funcionar, esta foi implementada na nave das caixas de velocidades. Foram, novamente, estudadas e verificadas as situações que, anteriormente, provocavam falhas na distribuição, tomadas as medidas preventivas e corretivas das situações verificadas, para analisar se continuavam a ocorrer e com que frequência, na nave dos CM, e qual era a situação na nave das CV e se estas situações também se começavam a sentir no início e ao longo da implementação da distribuição via AGV, nesta última nave.

A partir de meados de fevereiro, voltaram a ser recolhidos dados. Estes, encontram-se descritos na Tabela 4 e foram, então, analisados, através de um gráfico de Pareto (Figura 50), para poderem ser estudadas as percentagens das anomalias a corrigir e poder perceber-se os diferentes tipos de acontecimentos que podem ocorrer e atuar mais facilmente nas suas causas.

A partir de fevereiro até meados de maio de 2019:

Nave dos componentes dos motores:

Tabela 4: Folha de Verificação do número de ocorrências de quatro situações que influenciam a distribuição.

Situação	Número de ocorrências
Desaparecimento de uma tag – A	III
Realização da trajetória pelo circuito errado – B	IIII II
Paragem espontânea e momentânea do AGV – C	IIII IIIII IIIII
Os artigos não chegaram todos ao seu destino – D	IIII

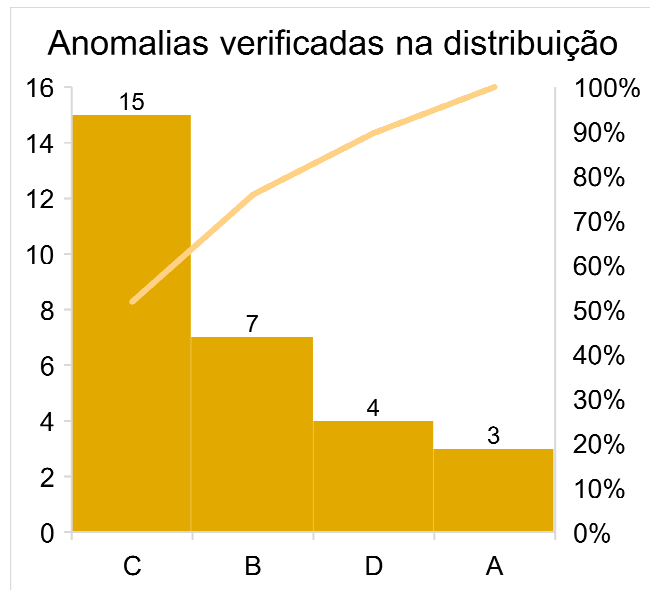


Figura 50: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as anomalias verificadas na distribuição e a percentagem com que elas se verificam.

Tal como aconteceu no período de outubro a fevereiro, as situações (1), (2) e (3) devem-se a acontecimentos distintos. Assim sendo, através de um segundo estudo utilizando um gráfico de Pareto, foram analisadas mais em detalhe, estas duas situações, representadas nas Figuras 51, 52 e 53:

Situação (1):

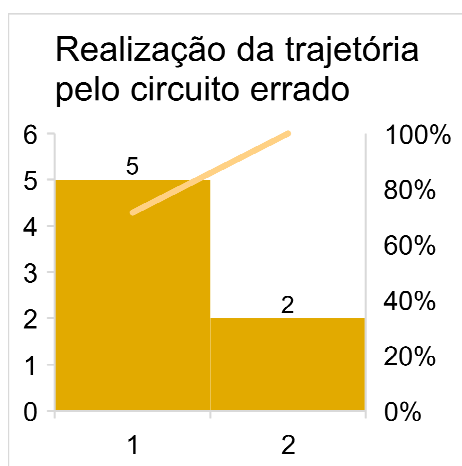


Figura 51: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.

Situação (2):

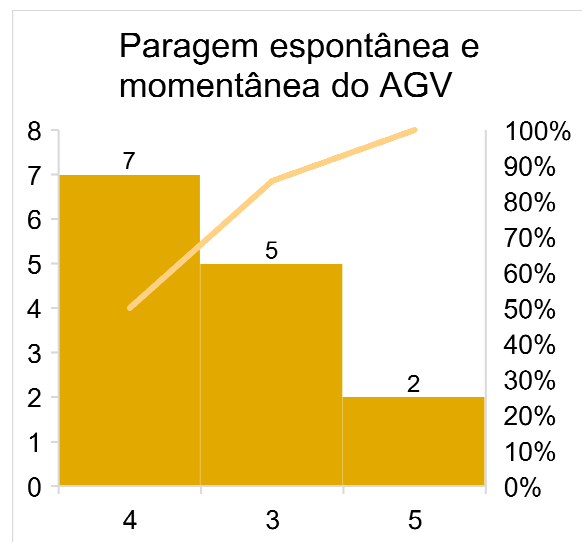


Figura 52: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.

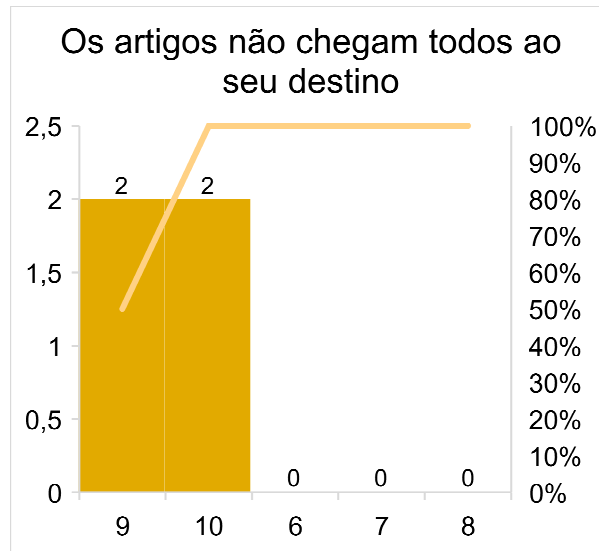
Situação (3):

Figura 53: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 6, 7, 8, 9 e 10 e a percentagem com que elas se verificam.

Podem concluir-se que o primeiro acontecimento verificado anteriormente, que influenciava, em maior percentagem, a situação B, teve uma redução de **68,75%**; antes tinha ocorrido 16 vezes e nos novos testes realizados só se verificou 5 vezes. O segundo acontecimento mais verificado anteriormente, que influenciava em maior percentagem a situação C, que era a presença de caixas, empilhadores e outros obstáculos, indevidamente, no caminho ou troço de fita magnética que o AGV percorre, impossibilitando a sua passagem, teve, também uma redução de **80%**; antes tinha ocorrido 35 vezes e agora apenas 7 vezes. E, por último, o terceiro acontecimento mais verificado anteriormente, que influenciava, em maior percentagem, a situação D, que era a situação de não estar nenhum responsável, ou pela linha de produção ou pela requisição realizada, para recolher o ou os artigos, quando o AGV para no local destinado, neste segundo teste realizado ocorreu o mesmo número que o outro acontecimento que influencia a situação D. Teve uma redução de **86,7%**, uma vez que antes se tinha verificado 15 vezes e, durante estes últimos meses, apenas 2 vezes.

Nas Tabela 5 e Figura 54, encontra-se, então, o estudo realizado na nave das caixas de velocidades, quando a distribuição já estava em funcionamento neste setor de produção da fábrica. Primeiramente, o levantamento da ocorrência das situações que perturbavam o normal funcionamento da distribuição (Tabela 5) e, posteriormente, o respetivo diagrama de Pareto (Figura 54).

Nave das caixas de velocidades:

Tabela 5: Folha de Verificação do número de ocorrências de quatro situações que influenciam a distribuição.

Situação	Número de ocorrências
Desaparecimento de uma tag – A	IIII
Realização da trajetória pelo circuito errado – B	I
Paragem espontânea e momentânea do AGV – C	IIII IIII III
Os artigos não chegaram todos ao seu destino – D	IIII
Incorreções no funcionamento das balizas – E	IIII IIII

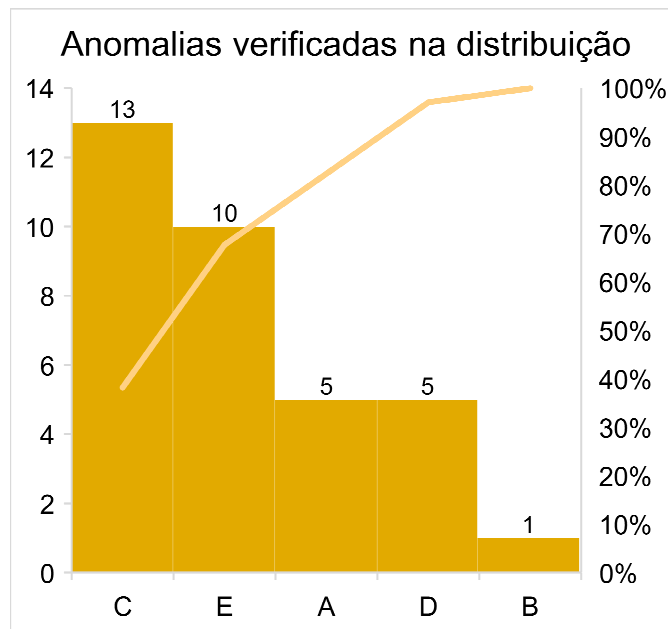


Figura 54: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as anomalias verificadas na distribuição e a percentagem com que elas se verificam.

Como referido anteriormente, as situações B, C e D serão estudadas mais detalhadamente, segundo dois gráficos de Pareto, um para cada uma das situações (Figuras 55, 56 e 57).

Situação (1):

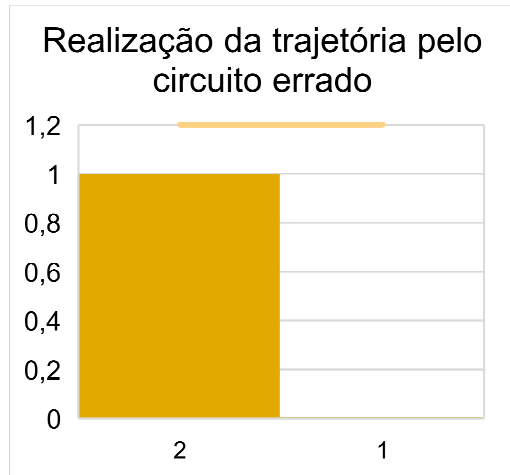


Figura 55: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.

Situação (2):

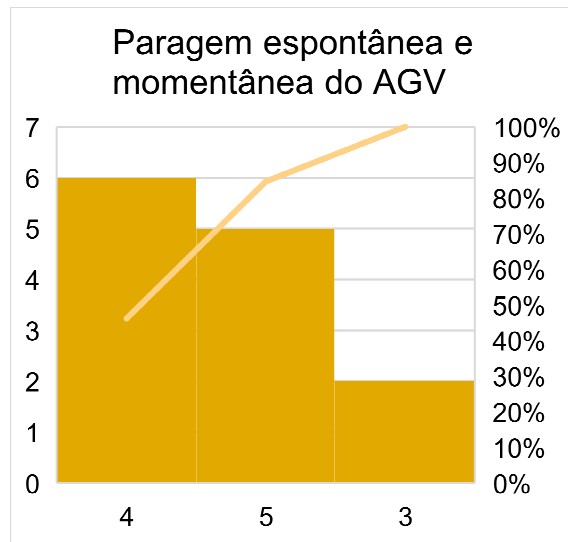


Figura 56: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 1 e 2 e a percentagem com que elas se verificam.

Situação (3):

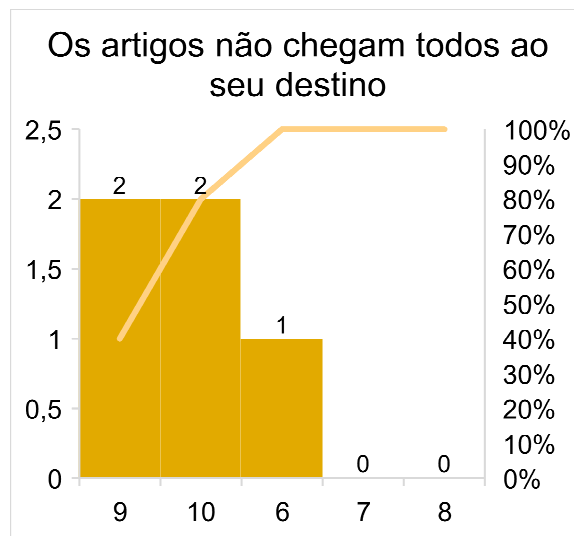


Figura 57: Gráfico do Diagrama de Pareto que analisa as ocorrências dos acontecimentos 6, 7, 8, 9 e 10 e a percentagem com que elas se verificam.

Pode concluir-se, tal como anteriormente, que os acontecimentos mais frequentes que afetam as situações B, C e D são, respetivamente:

- “Não ser escolhido o circuito 1 antes do AGV iniciar a marcha na nave dos componentes mecânicos”, que no caso do circuito realizado na nave das caixas de velocidades é o 4 – **Causa 1**;

- “Existir algum objeto ou obstáculo a obstruir a passagem”, tal como aconteceu na nave dos componentes dos motores – **Causa 2**;
- Os artigos a distribuir provenientes de uma requisição só terem sido requisitados após a hora de início da realização da distribuição e não estar nenhum colaborador no local de paragem para os recolher – **Causa 3**.

Ao contrário dos testes realizados na nave dos componentes dos motores, como a distribuição na nave das caixas de velocidades foi implementada mais tarde, não é possível comparar a melhoria realizada, pois é um processo implementado recentemente e que ainda terá muito espaço de crescimento. No entanto, uma vez que estes acontecimentos aconteceram com frequências muito pequenas, é fácil encontrar a causa raiz do problema e conseguir erradicar a sua ocorrência.

Em relação à **Causa 1**, como é um circuito que começou a ser realizado pelo AGV recentemente, o operador ainda não está acostumado a selecionar o circuito 4, sendo o circuito 1 muito mais intuitivo (porque era selecionado frequentemente para realizar as entregas na nave CM); no entanto com a realização deste procedimento dia após dia, será cada vez, menos provável, que selecione o circuito errado. A **Causa 2**, também verificada na nave dos componentes dos motores apenas pode ser solucionada da mesma forma que foi, na nave anterior - alertar o CUET de um determinado *atelier* ou área de trabalho e os condutores de linha para terem em atenção estas situações e evitarem que aconteçam com frequência. A **Causa 3**, pode ser solucionada, exatamente como na nave anterior - informar todos os CUETS, condutores de linha e responsáveis pelo horário de saída e passagem do AGV pelos diversos setores e posteriormente, uma fixação desse respetivo horário, nos diversos pontos de paragem/setores de entrega dos artigos a distribuir.

4.3.9.2. Análise das causas que influenciam a paragem repentina do AGV – Diagrama de Ishikawa

De forma a poder estudar as causas que afetavam a paragem repentina do AGV, o que por sua vez iria influenciar o funcionamento da distribuição automática de artigos, de decifrar as raízes dos problemas que aconteciam ou, simplesmente, as causas que estavam na origem de certas situações e que eram responsáveis pelas coisas acontecerem de determinadas formas, foi feito o diagrama de Ishikawa para estudar todo o processo. O diagrama realizado está apresentado no final do documento, no Anexo 12.

4.3.9.3. Fluxogramas descritivos da distribuição

O processo de distribuição, antes de ser implementado, teve de ser testado e planeado. Foram escolhidos os melhores caminhos a percorrer, estudados os sentidos de passagem em cada interseção, programadas as *tags* com as indicações a seguir, aplicada fita magnética (foi fixada em certas zonas e áreas das naves fabris), criados os diversos circuitos, entre outros procedimentos e

ações tomadas. Este estudo foi realizado através da criação de um fluxograma com uma vista geral, de como seria realizado o processo de distribuição, para cada uma das naves. Todos os fluxogramas desenhados encontram-se, também, no final do documento em anexo (Anexos 14, 15, 16, 17 e 18).

4.3.10. Testes e contagem de tempos

Para se conseguirem uniformizar os horários de entrega foram estipulados horários, para os turnos da manhã e da tarde, quer para a nave dos componentes dos motores, quer para a nave das caixas de velocidades, a saber, respetivamente: 9h30min e 15h30min e 11h e 16h30min. A entrega, nestes horários, foi feita várias vezes, durante vários dias, e foram realizados ensaios, para calcular o tempo que o AGV demorava a percorrer o circuito estipulado para realizar as entregas, em todos os setores, parando em todos os pontos de entrega, de forma a verificar se este, de facto, parava em todas as *tags* programadas e cumpria as suas indicações – virar à direita, virar à esquerda, parar durante os 2 minutos estipulados, entre outras funções. Para além de verificação e confirmação das horas de paragens nos diversos setores no terreno, foram confirmadas essas horas no programa *Vsystems* através da visualização, numa das suas funções do trajeto percorrido e das respetivas horas associadas.

Depois de uniformizados estes tempos, foram ensaiadas várias distribuições, elaborados horários, como os horários presentes numa estação de comboios ou de autocarros, com o horário estimado a que o AGV passa em cada setor/ ponto de entrega. Estes contabilizam o tempo de paragem – os 2 minutos de espera programados – e os possíveis atrasos na sua chegada por possíveis anomalias na fita magnética, leitura não correta de uma determinada *tag* ou não leitura da mesma, ou mesmo até por trânsito existente criado por outros AGVs, empilhadores ou guias no caminho a determinada hora, todos os acontecimentos estudados anteriormente, através do diagrama de Pareto. Estes horários foram fixados nos gabinetes dos CUETs, de cada setor, ou perto do ponto de paragem para descarga do material do AGV, consoante a gestão dos condutores de linha e dos trabalhadores que recolhem os artigos, sendo-lhes mais fácil a sua visualização.

Nas tabelas apresentadas de seguida (Tabelas 6, 7, 8 e 9) é, então, possível ver os diferentes testes realizados para encontrar uma hora de paragem em cada setor que correspondesse, em média, à hora real, uma vez que, sendo uma nave fabril um “espaço” tão dinâmico, onde não se deslocam apenas AGVs mas, sim, empilhadores e colaboradores, há sempre algo a acontecer que pode interferir com a passagem do AGV, como referido anteriormente, pelo que os horários não são algo certo, mas aproximado à realidade.

As duas primeiras tabelas (Tabelas 6 e 7) correspondem a três ensaios realizados no turno da manhã e da tarde, na nave dos componentes dos motores e, as duas últimas (Tabelas 8 e 9), a três ensaios realizados no turno da manhã e da tarde, na nave das caixas de velocidades.

Tabela 6: Ensaios realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da manhã para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave dos CM.

Setor/Ponto de paragem	1º Ensaio (Hora)	2º Ensaio (Hora)	3º Ensaio (Hora)	Média
Partida	11h00	11h00	11h01	11h00
Pinhões	11h01	11h01	11h02	11h01
Célula Técnica	11h09	11h13	11h12	11h11
Tambores	11h13	11h17	11h15	11h15
Bomba de Óleo K	11h16	11h22	11h19	11h19
Bomba de Óleo CV	11h21	11h27	11h23	11h24
Cárter de Distribuição	11h24	11h31	11h26	11h27
Cárter Intermédio	11h28	11h33	11h28	11h30
Chapéus	11h35	11h41	11h36	11h38
Grupo de Intervenção	11h40	11h46	11h41	11h43
Árvore de Equilibragem	11h46	11h55	11h51	11h50
Chegada	11h59	12h08	12h06	12h04

Tabela 7: Ensaios realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da tarde para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave dos CM.

Setor/Ponto de paragem	1º Ensaio (Hora)	2º Ensaio (Hora)	3º Ensaio (Hora)	Média
Partida	15h32	15h30	15h31	15h30
Pinhões	15h33	15h30	15h32	15h31
Célula Técnica	15h38	15h38	15h39	15h38
Tambores	15h43	15h44	15h45	15h44
Bomba de Óleo K	15h47	15h50	15h48	15h48
Bomba de Óleo CV	15h53	15h54	15h53	15h53
Cárter de Distribuição	15h56	15h57	15h56	15h56
Cárter Intermédio	15h59	16h00	16h01	16h00
Chapéus	16h05	16h07	16h10	16h07
Grupo de Intervenção	16h11	16h12	16h16	16h13
Árvore de Equilibragem	16h17	16h18	16h22	16h19
Chegada	16h31	16h30	16h35	16h31

Na Tabela 8 que se apresenta de seguida, os dois valores sombreados a vermelho não contribuirão para o cálculo da média, uma vez que são horas muito discrepantes da hora a que se pretende que seja iniciada a distribuição, no turno da manhã, pelo que não faria sentido considerá-las para o cálculo da média da hora de passagem do AGV nos diversos setores/pontos de paragem.

Tabela 8: Ensaios realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da manhã para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.

Setor/Ponto de paragem	1º Ensaio (Hora)	2º Ensaio (Hora)	3º Ensaio (Hora)	Média
Partida	09h30	09h24	09h36	09h30
CGO	09h36	09h28	09h41	09h36
AT5C	09h44	09h38	09h50	09h45
AT5P	09h49	09h44	09h57	09h51
Módulo 1	09h59	09h53	10h05	10h00
Módulo 3	10h01	09h58	10h08	10h03
Eixos Finos	10h13	10h05	10h17	10h13
Retificação/Peça Negra	10h15	10h11	10h21	10h17
Chegada	10h42	10h50	10h51	10h49

Tabela 9: Ensaios realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da tarde para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.

Setor/Ponto de paragem	1º Ensaio (Hora)	2º Ensaio (Hora)	3º Ensaio (Hora)	Média
Partida	16h30	16h31	16h30	16h30
CGO	16h38	16h35	16h34	16h36
AT5C	16h45	16h43	16h41	16h43
AT5P	16h49	16h47	16h45	16h47
Módulo 1	17h02	16h54	16h56	16h57
Módulo 3	17h04	17h19	17h00	17h00
Eixos Finos	17h10	17h25	17h06	17h06
Retificação/Peça Negra	17h14	17h29	17h10	17h10
Chegada	17h33	17h52	17h32	17h28

Na Tabela 9, as duas horas sombreadas a vermelho estão assinaladas porque, uma vez que a diferença entre elas é muito discrepante da diferença entre as dos outros dois ensaios, terá ocorrido algum “problema” durante a distribuição, o AGV terá ficado parado mais tempo do que devia, pelo que foi decidido que não seria tida em conta no cálculo da hora de paragem que está escrita no horário.

Capítulo 5: Melhorias alcançadas no desenrolar do projeto

5.1. Evolução das caixas utilizadas para a distribuição

Inicialmente existiam, apenas, 8 caixas para o transporte dos artigos a distribuir automaticamente (Figura 58).

Uma vez que a distribuição apenas estava em funcionamento na nave dos componentes dos motores, o número de caixas era suficiente uma vez que os 10 setores de paragem existentes na nave nunca requisitavam artigos na sua totalidade, existindo sempre um ou dois setores de paragem que não tinham requisitado nenhum artigo, antes da distribuição.

De momento, já sendo realizada a distribuição automática de artigos na nave das caixas e o número de artigos requisitados ser sempre em grandes quantidades para alguns dos setores de paragem, e ser preciso transportar artigos de maiores dimensões, houve necessidade de, para além de aumentar a existência do número de caixas, aumentar, também, a dimensão das caixas de alguns setores que assim o exigiam. Foram, então, adquiridas, primeiramente, as caixas mais pequenas e, consoante a necessidade, de transportar artigos de maiores dimensões, foram adquiridas cerca de 20 caixas das de maiores dimensões, apenas, para a distribuição nas duas naves fabris (Figura 59).

A identificação visual das caixas também sofreu alterações, estando, de momento, muito mais visualmente atrativa e de mais fácil deteção do setor a que pertence, não sendo necessário o trabalhador estar mesmo próximo do AGV para conseguir identificar que este transporta material para o seu setor/*atelier*.



Figura 58: Primeiras caixas utilizadas para distribuir os artigos pelos respetivos setores/pontos de entrega.



Figura 59: Caixas utilizadas, atualmente, para distribuir os artigos pelos respectivos setores/pontos de entrega.

5.2. Percursos Independentes

5.2.1. Circuito Logística

A par dos percursos, habitualmente percorridos pelo AGV, para distribuir os artigos requisitados na nave dos componentes dos motores e das caixas de velocidade, uma vez no turno da manhã e outra no turno da tarde, começou a existir necessidade, por parte dos trabalhadores da DLI, na parte da Logística, de receber os artigos, por eles requisitados no armazém logístico, uma vez que, como não eram artigos urgentes, não havia necessidade de se dirigirem propositadamente ao armazém PHF para os ir buscar, deixando as tarefas que estavam a fazer e quebrando o ritmo de trabalho. Assim, foi estabelecido um circuito independente dos restantes, que corresponde a um trajeto desde o local de estacionamento do AGV até à Logística, que se localiza dentro da nave fabril dos componentes dos motores, na qual o AGV para, num local estabelecido e sinalizado por uma *tag* de paragem, por tempo indeterminado, até que alguém recolha os artigos e pressione o botão *start* para que ele retorne ao local inicial. O circuito criado, para o AGV se deslocar à Logística e regressar é o **6** e o mapa com o percurso traçado, encontra-se nos anexos.

5.2.2. Circuito CGO

O CGO é um dos setores/ pontos de descarga de artigos no circuito realizado para fazer a distribuição na nave das caixas de velocidades, pelo que, quando é requisitado algum artigo pelos trabalhadores/colaboradores deste setor, é entregue na volta do AGV realizada à nave das CV. No entanto, por vezes, é necessário transportar, até ao armazém PHF, algum equipamento para reparação ou algum material de maiores dimensões que não pode ser carregado na base rolante atrelada ao AGV, sendo necessário utilizar uma base preta, rasteira, representada na Figura 60, também atrelada ao AGV e que transporta o material diretamente desde o CGO até à entrada da

nave fabril que faz ligação ao PHF. Para que o AGV vá apenas ao CGO e regresse ao PHF com o equipamento necessário, deve transitar no circuito **3**. O mapa com o percurso traçado, encontra-se nos anexos.



Figura 60: AGV a transportar equipamentos e material que é preciso levar do CGO até ao armazém PHF.

5.2.3. Circuito Eletrónica

Tal como acontece com o CGO, por vezes, é necessário transportar ou ir buscar algum material eletrónico, como um motor, uma placa gráfica e, como tal, foi criado um percurso executado pelo AGV para ir à Eletrónica que se localiza na nave das caixas de velocidades e voltar ao armazém PHF, trazendo o aparelho/equipamento necessário. O circuito em que o AGV transita para se deslocar à Eletrónica e regressar é o **7** e o mapa com o percurso traçado, encontra-se nos anexos.

5.3. Base rolante

Inicialmente, a realização da distribuição automática começou por ser executada numa base bastante pesada (Figura 61) em que as caixas eram colocadas, umas em cima das outras, o que não era nada prático para que pudessem ser retirados e descarregados os artigos pelos colaboradores, em cada setor, em que o AGV parava. Desta forma, foi necessário adotar uma base com prateleiras (Figura 62), em que pudessem estar separadas, umas das outras, as diferentes caixas com os artigos a transportar, para que os colaboradores de determinado ponto de entrega conseguissem identificar o seu setor/*atelier* e recolher os artigos requisitados.



Figura 61: Primeira base utilizada para transportar os artigos a distribuir pelos respectivos setores/pontos de entrega.



Figura 62: Base rolante com três prateleiras, onde é fácil mover as caixas, utilizada para transportar os artigos a distribuir pelos respectivos setores/pontos de entrega.

5.4. Alterações nos circuitos já existentes

5.4.1. Circuito realizado na nave das Caixas de velocidades

A fim de incluir um novo setor/ ponto de paragem para distribuição de artigos do PHF, foi estudado um novo percurso, dentro do já realizado pelo AGV, na nave das caixas de velocidades e chegou-se à conclusão de que, indo por outro caminho de forma a poder parar junto ao gabinete da “Caixa Diferencial”, podia ser traçado um novo percurso, mais curto, e que incluía mais um ponto de paragem. Assim, foi alterado o trajeto anteriormente percorrido e junto a essa mesma paragem, apenas uns metros mais adiante, passou a realizar-se a descarga dos artigos destinados à Retificação/Peça Negra, cujo local de paragem para distribuição do material não era o mais indicado porque ficava fora de mão da área principal onde eram frequentemente necessários os materiais requisitados. Foi ainda acrescentado um novo ponto de entrega, na zona de produção da “Árvore primária e secundária”, no trajeto de regresso ao local de estacionamento, sendo esta paragem, a última do percurso.

Assim como foi alterado o trajeto, tiveram de ser realizados novos testes para confirmar a que horas é que o AGV pararia nos novos pontos de paragem, de acordo com o novo trajeto a realizar.

Desta forma, de seguida, encontram-se duas tabelas (Tabelas 10 e 11), com três ensaios realizados no turno da manhã e da tarde, respetivamente, para se poder formular um horário, para fixar em todos os pontos de descarga, tal como referido anteriormente.

O mapa do novo circuito encontra-se no Anexo 105.

Tabela 10: Ensaios realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da manhã para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.

Setor/Ponto de paragem	1º Ensaio (Hora)	2º Ensaio (Hora)	3º Ensaio (Hora)	Média
Partida	09h30	09h29	09h31	09h30
CGO	09h37	09h37	09h37	09h37
AT5P	09h49	09h45	09h46	09h47
Caixa Diferencial	09h59	09h54	09h57	09h56
Retificação	10h03	09h58	10h01	10h00
Eixos Finos	10h07	10h02	10h05	10h04
Módulo 3	10h13	10h06	10h09	10h09
Módulo 1	10h16	10h11	10h14	10h13
Árvore Primária/Secundária	10h27	10h26	10h28	10h27
Chegada	10h31	10h30	10h32	10h31

Tabela 11: Ensaios realizados, num período de três dias, na distribuição automática no turno da tarde para calcular a hora de paragem em cada setor/ponto de descarga na nave das CV.

Setor/Ponto de paragem	1º Ensaio (Hora)	2º Ensaio (Hora)	3º Ensaio (Hora)	Média
Partida	16h30	16h29	16h31	16h30
CGO	16h36	16h36	16h37	16h36
AT5P	16h46	16h47	16h49	16h47
Caixa Diferencial	16h53	17h01	17h04	16h52
Retificação	16h57	17h05	17h08	16h56
Eixos Finos	17h00	17h07	17h11	16h59
Módulo 3	17h06	17h13	17h19	17h06
Módulo 1	17h10	17h16	17h21	17h09
Árvore Primária/Secundária	17h28	17h29	17h31	17h20
Chegada	17h32	17h33	17h35	17h24

5.4.2. Percurso DLI

O caminho realizado pelo AGV para ir para a Logística era realizado pela nave dos componentes dos motores, como se estivesse a ser feita a distribuição normal, no AGV, apenas parava quando chegasse à paragem da Logística. Agora, existe um caminho alternativo, mais curto, através do qual, o mesmo vai diretamente à Logística entregar os artigos requisitados e regressa ao ponto de partida, não necessitando de andar a percorrer caminhos alternativos, mais longos e mais demorados.

O mapa deste novo circuito, encontra-se, por sua vez, também, em anexo (Anexo 107).

5.5. Sistemas de apoio ao funcionamento da distribuição

De forma a melhorar o processo de distribuição e torná-lo mais eficiente, na medida em que os colaboradores que estão dentro dos gabinetes de certos pontos de paragem/descarga de material, se possam aperceber facilmente e dar conta de que o AGV parou e tem artigos por eles requisitados, foi instalado um pirilampo, que está representado na Figura 63. Este é ligado a uma baliza, que começa a piscar assim que o AGV lê a *tag* de paragem de determinado setor. Esta *tag* encontra-se sincronizada com a baliza através de uma opção no programa *Vsystems* que possibilita que a sua leitura pelo AGV, através do seu leitor, a acione e o pirilampo comece a piscar até que seja pressionado o botão preto (Figura 64) que corresponde ao *start*, da mesma, ou que passem os dois minutos (tempo estipulado na maioria das paragens), ou os 5 minutos (tempo de paragem no CGO), sem que ninguém o valide.

Este sistema está presente em dois postos de paragem – o grupo de Intervenção na nave dos componentes dos motores e no CGO, na nave das caixas de velocidades.



Figura 63: Pirlampo de aviso de chegada do AGV.



Figura 64: Baliza que dá sinal ao pirlampo.

Para que este sistema elétrico funcione, é necessário programar um relé que irá alimentar o pirlampo para que este pisque quando é acionado pela baliza (Figura 65).



Figura 65: Relé de ativação do pirlampo aquando da chegada do AGV ao setor/ponto de descarga.

O pirlampo é ligado/conectado à baliza através do cabo representado na figura seguinte (Figura 66), que permite a realização do circuito elétrico que origina a resposta do pirlampo à chegada do AGV.

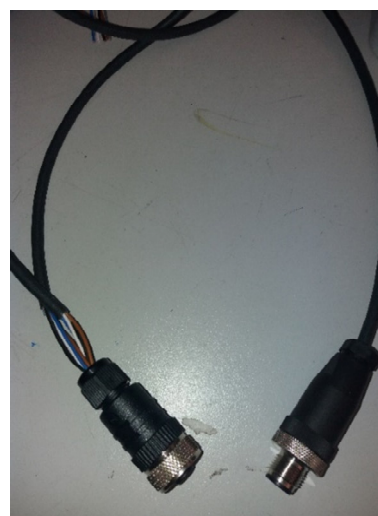


Figura 66: Cabo de ligação entre a baliza e o pirlampo.

Capítulo 6: Conclusão

6.1. Resultados obtidos

Após a implementação e consoante evolução, ao longo dos meus oito meses de estágio, do projeto de distribuição automática de artigos, foram alcançadas melhorias no atendimento ao balcão, uma vez que menos colaboradores se deslocam ao armazém PHF para ir buscar os seus artigos, receção de encomendas e entradas de material, dado que, os conferentes, em cada um dos turnos, de manhã, à tarde e à noite, não têm, atualmente de parar o seu trabalho para ir distribuir os artigos provenientes de requisições não urgentes, pelas naves fabris.

Neste momento, os artigos a distribuir automaticamente, requisitados com o objetivo de serem entregues nos respetivos setores e *ateliers* dos colaboradores da Renault Cacia, começaram a ser “servidos” e colocados na respetiva caixa, que é, posteriormente, colocada na base rolante que é atrelada ao AGV, pelos conferentes do armazém, apenas uma hora antes da hora em que é realizada a distribuição. Desta forma, são poupadas viagens desnecessárias a diferentes cantos dos locais de armazenamento de artigos, no armazém, sendo realizadas recolhas agrupadas desses mesmos artigos, perto da sua hora de recolha.

As poupanças de tempo verificadas encontram-se apresentadas na tabela 1 da página 53, que compara o tempo demorado antes e depois da realização das recolhas agrupadas de artigos, numa fase de teste para decidir se deveria ser implementada a recolha agrupada ou continuar a realizar a recolha da forma já conhecida e executada pelos colaboradores do PHF. Esta tabela apresenta os dados do estudo realizado, que originou a tomada de decisão de começar a proceder desta forma, no que diz respeito ao serviço das requisições, pelos trabalhadores.

Desta forma, com a poupança de tempo conseguida no agrupamento das recolhas de artigos e os ganhos de tempo para realização do serviço ao balcão de pedidos urgentes, a par da distribuição de artigos no local/ setor onde estes são precisos para proteção dos colaboradores ou manutenção de alguma máquina que esteja a precisar de alguma peça para continuar a funcionar, a realização do projeto de distribuição automática de artigos contribuiu, assim, para um aumento de **20,8%** da realização da receção de encomendas e material, por dia, no armazém, uma vez que, era gasta, em média, uma hora em cada turno para a realização da distribuição dos artigos pelas naves fabris, com o *Bull*, como é possível verificar na Tabela 12, apresentada, de seguida.

Tabela 12: Análise da poupança de tempo do conferente do armazém PHF, por dia de trabalho.

Turno	Tempo gasto na distribuição <i>Bull</i>	Tempo gasto na distribuição AGV	Poupança de tempo/ turno	Poupança de tempo/ dia de trabalho
Manhã	60 minutos	10 minutos	50 minutos	100 minutos
Tarde	60 minutos	10 minutos	50 minutos	

Os **20,8%** foram obtidos através do quociente entre o número de minutos poupados com a realização da distribuição automática por dia de trabalho (**100 minutos**) e o número de minutos de trabalho por dia (**480 minutos**), multiplicando por 100.

Esta poupança de tempo, verificada a nível dos conferentes do armazém, também se verificou a nível de trabalho, por parte dos colaboradores da Renault Cacia que pouparam tempo na ida ao armazém para buscar artigos não urgentes, pois só lhes eram entregues, anteriormente, pelo Bull, no final de cada turno, quando havia disponibilidade, por parte do conferente do armazém para realizar a distribuição e, mesmo assim, tinha de interromper o seu trabalho, a nível de suporte do armazém, para além de não o poder “abandonar” em qualquer altura, ao contrário do que acontece atualmente com o AGV.

Como se pode verificar na Tabela 13, a percentagem de ganho de tempo por dia, corresponde a **25%**, o que se traduz num aumento da fabricação de caixas de velocidades e de componentes de motores, por dia, na Renault Cacia.

Tabela 13: Análise da poupança de tempo dos colaboradores da Renault Cacia, por dia de trabalho.

Turno	Tempo gasto, em média, por colaborador na ida ao armazém	Número de colaboradores que vão ao armazém/turno	Tempo poupado num dia de trabalho
Manhã	40 minutos x 3	50	9600 minutos
Tarde	40 minutos x 3	30	

Estes **25%** foram obtidos através do quociente entre o número de minutos poupados com a realização da distribuição automática por dia de trabalho de todos os colaboradores que iam, em média, ao armazém PHF, por dia e número de vezes - $[(50 \text{ colaboradores} \times 3 \text{ vezes} \times (15 \text{ minutos} + 15 \text{ minutos} + 10 \text{ minutos})) + (30 \text{ colaboradores} \times 3 \text{ vezes} \times (15 \text{ minutos} + 15 \text{ minutos} + 10 \text{ minutos}))]$ = **9600 minutos** e o número de minutos de trabalho por dia dos de todos os colaboradores que iam, em média, ao armazém PHF, por dia – $[(50 \text{ colaboradores} \times 60 \text{ minutos} \times 8 \text{ horas}) + (30 \text{ colaboradores} \times 60 \text{ minutos} \times 8 \text{ horas})]$ = **38400 minutos**, multiplicando por 100.

Os **40 minutos** resultam dos 15 minutos despendidos na deslocação num sentido, outros 15 minutos no regresso e os 10 minutos de atendimento ao balcão.

6.2. Apreciação geral do trabalho desenvolvido

Ao longo da implementação deste projeto, posso afirmar que 70% do mesmo foi concretizado, havendo sempre espaço para melhorias, atualizações e novas implementações.

O facto de se ter trabalhado sem todos os recursos necessários à implementação de todas as estruturas fundamentais, na medida em que a estante/ base rolante tinha de ser transportada para dentro das naves fabris e atrelada ao AGV, em vez de este sair diretamente do armazém em direção às naves fabris para efetuar a distribuição, tornou esta distribuição ainda não totalmente automática ou autónoma, requerendo continuamente a intervenção de algum trabalhador do

armazém. Ainda assim, posso afirmar que houve, tal como referido anteriormente, melhorias significativas na *performance* do armazém PHF, no que diz respeito ao atendimento dos seus clientes e estes, por sua vez, tendo um acesso mais facilitado e menos demorado às ferramentas e materiais de que necessitavam, contribuíram, também, para melhorias significativas em toda a produção da Renault Cacia.

Algumas das vantagens que este tipo de automatização traz, quer para a empresa, quer para os seus trabalhadores, é que previne certos acidentes que podiam ocorrer com quem conduzia o carro *Bull*, assim como de outros colaboradores que estivessem a conduzir outro veículo de transporte e pudessem colidir com o anterior.

6.3. Futuros trabalhos

No futuro, ambiciona-se que o AGV venha ao armazém PHF e não tenha de continuar a ser necessário transportar a base, que é, posteriormente, atrelada ao mesmo, para dentro das naves fabris. Para isso, é necessário implementar cancelas e uma zona de travessia de AGVs entre o armazém PHF e as naves fabris, fixar fita magnética na estrada que separa as duas “zonas” e adquirir um AGV que consiga deslocar-se em terreno exterior, que necessita de características distintas daqueles que apenas se movem em chão de fábrica.

De momento, o AGV “responsável” por realizar as entregas do armazém PHF à fábrica realiza, apenas, uma volta em cada turno da manhã e da tarde, à nave dos componentes dos motores, à das caixas de velocidades e realiza as voltas extraordinárias à Logística, quando os seus colaboradores requisitam algum artigo, à Eletrónica e ao CGO quando existe algum equipamento que necessite de ser reparado e levado para o armazém PHF, para voltar ao fornecedor. Futuramente, o mesmo AGV irá levar artigos e materiais aos setores/ pontos de descarga sempre que saia uma requisição urgente e irá fazer mais do que uma viagem, em cada turno, para além de começar a funcionar, também, no turno da noite. Para que isto seja possível, será adquirida uma segunda base rolante para que, enquanto o AGV está a dar uma determinada volta para distribuir material, possam continuar a ser servidos os artigos que irão ser distribuídos noutros setores e colocados diretamente na segunda base, que estará estacionada no PHF, a fim de facilitar o trabalho dos conferentes do armazém que, antes, não tinham onde colocar os artigos que estavam à “espera” para serem distribuídos porque a base estava a ser utilizada.

Quando esta distribuição já funcionar de forma completamente independente de qualquer trabalhador ou operador, os pontos de entrega/descarga de artigos serão reduzidos a apenas 3 ou 4 por cada nave fabril, de forma a diminuir a duração de cada volta percorrida pelo AGV e de proporcionar a oportunidade de serem realizados mais percursos em cada turno.

Posso afirmar que, todos os objetivos a que me propus inicialmente e que estão descritos no primeiro capítulo, foram alcançados com maior ou menor êxito à exceção do último: “**Taxa de serviço ao cliente de 100%**”, uma vez que os artigos ainda não são, na sua totalidade, entregues por AGV e acontecem, por vezes, alguns percalços referidos, anteriormente no documento, mas,

sobre os quais se estão a continuar a desenvolver medidas de prevenção pela equipa de trabalho, para que a taxa de serviço ao cliente se aproxime, cada vez mais e atinja o valor pretendido.

Referências Bibliográficas

- Ac, Anderson, C. I. O. F. Bazoni, Rafael T. Fran, Telma Aline Torricelli, Raquel Pinton, Geraldino Daolio, Professora Mestre, and Professora Especialista. 2015. "Implantação Do Diagrama de Ishikawa Em Uma Empresa Do Segmento de Tintas e Materiais Para Construção, Para Solucionar Problemas de Estocagem e Recebimento." (1):227–38.
- Berman, Sigal, Edna Schechtman, and Yael Edan. 2009. "Evaluation of Automatic Guided Vehicle Systems." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 25(3):522–28.
- Bowersox, Donald J.; Closs, David J. 1996. *Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process*. Internatio.
- Braglia, Marcello, Gionata Carmignani, Francesco Aldo, Zammori Icpr, and A. New. 2010. "18th ICPR Paper : A NEW VALUE STREAM MAPPING APPROACH FOR COMPLEX PRODUCTION SYSTEMS Marcello Braglia , Gionata Carmignani , Francesco Aldo Zammori To Cite This Version :"
- Caldera, H. T. S., C. Desha, and L. Dawes. 2018. "Exploring the Role of Lean Thinking in Sustainable Business Practice: A Systematic Literature Review." *Journal of Cleaner Production* 167:1546–65.
- Chopra, Sunil; Meindl, Peter. 2001. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*.
- Christopher, Martin. 2005. *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value - Adding Networks*. Terceira E. edited by P. E. Limited. Great Britain.
- Čiarnienė, Ramunė and Milita Vienažindienė. 2012. "Lean Manufacturing: Theory and Practice." *Economics and Management* 17(2):726–32.
- Diego Fernando, Manotas Duque and Leonardo Rivera Cadavid. 2013. "Lean Manufacturing Measurement: The Relationship between Lean Activities and Lean Metrics." *Estudios Gerenciales* 23(105):69–83.
- Dörnhöfer, Martin, Falk Schröder, and Willibald A. Günthner. 2016. "Logistics Performance Measurement System for the Automotive Industry." *Logistics Research* 9(1).
- Eckhardt, Jenni and Jarkko Rantala. 2012. "The Role of Intelligent Logistics Centres in a Multimodal and Cost-Effective Transport System." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 48:612–21.

- Harish, K. A. and M. Selvam. 2015. "Lean Wastes: A Study of Classification from Different Categories and Industry Perspectives." *International Journal of Applied Engineering Research* 10(83):275–81.
- Instituto para a Qualidade na Formação, I. P. 2006. *Gestão de Operações e Logística Em Portugal: Tendências, Qualificações e Formação*. edited by I. P. Instituto para a Qualidade na Formação.
- Jaiganesh, V., J. Dhileep Kumar, and J. Girijadevi. 2014. "Automated Guided Vehicle with Robotic Logistics System." *Procedia Engineering* 97:2011–21.
- Jeffries, David R., Bill Evans, and Peter Reynold. 1996. "Formar Para a Gestão Da Qualidade Total TQM."
- Jorge, Fernando. 2017. "PROJETO LEAN NO ABASTECIMENTO A LINHAS DE MONTAGEM."
- Kaynak, Ramazan, İpek Koçoğlu, and Ali Ekber Akgün. 2014. "The Role of Reverse Logistics in the Concept of Logistics Centers." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 109:438–42.
- Lean Enterprise Self-Assessment Tool (LESAT) Version 1.0, Massachusetts Institute of Technology and University of Warwick; 2001;
- Leite, Paulo Roberto. 2002. "Logística Reversa: Nova Área Da Logística Empresarial." *Revista Tecnológica* 1–6.
- Lins, Bernardo F. E. 1993. "Ferramentas Básicas Da Qualidade." *Ci. Inf.* 22(2):153–61.
- Lu, Shaoping, Chen Xu, and Ray Y. Zhong. 2016. "An Active RFID Tag-Enabled Locating Approach with Multipath Effect Elimination in AGV." *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 13(3):1333–42.
- Melton, T. 2005. "The Benefits of Lean Manufacturing." *Chemical Engineering Research and Design* 83(6):662–73.
- Mendes, David José Martins. 2016. "Preparação Da Logística Interna Para a Automatização Do Abastecimento Às Linhas de Montagem Da CACIA."
- Mladineo, Marko, Ivica Veza, Nikola Gjeldum, Marina Crnjac, Amanda Aljinovic, and Andrej Basic. 2019. "Integration and Testing of the RFID-Enabled Smart Factory Concept within the Learning Factory." *Procedia Manufacturing* 31:384–89.
- Neradilova, Hana and Gabriel Fedorko. 2017. "Simulation of the Supply of Workplaces by the AGV

- in the Digital Factory.” *Procedia Engineering* 192:638–43.
- Ohno, T., *Sistem Pengeluaran Toyota: Melangkaui Pengeluaran Skala Besar / Karya Taiichi Ohno*; Penerjemah Muhammad Syariff Paridudin, MOVE Associates, Petaling Jaya, Malaysia; 2010;
- Pazhani, Subramanian, Jose A. Ventura, and Abraham Mendoza. 2014. “Positioning Automated Guided Vehicles in a General Guide-Path Layout.” *IIE Annual Conference and Expo 2014, May 31, 2014 - June 3, 2014* (January):1723–29.
- Queiroz, Max Hering De. n.d. “SÍNTESE E IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLE SUPERVISÓRIO MODULAR.” (March 2015).
- Rêgo, Luí and S. n.d. “Produtividade e Flexibilização Na Pré Montagem e Abastecimento de Componentes Para Os Modelos VW Sharan e VW Scirocco Agradecimentos.”
- Reis, A., G. Stender, and U. Maruyama. 2017. “Internal Logistics Management: Brazilian Warehouse Best Practices Based on Lean Methodology.” *International Journal of Logistics Systems and Management* 26(3):329.
- Reis, L., M. L. R. Varela, J. M. Machado, and J. Trojanowska. 2016. “Application of Lean Approaches and Techniques in an Automotive Company.” *Romanian Review Precision Mechanics, Optics and Mechatronics* 2016(50):112–18.
- Renault. (2017). Groupe Renault, car manufacturer. Retrieved November 18, 2017, from <https://group.renault.com/en/our-company/>
- Renault-Cacia. (2017). Renault Cacia | Fábrica Automóvel | Renault Portugal. Retrieved December 26, 2017, from <https://www.renault.pt/descubra-a-renault/cacia/>
- Renault-Nissan. (2017). The Alliance - Renault Nissan Mitsubishi. Retrieved November 18, 2017, from <https://www.alliance-2022.com/>
- Rocha, Rui Paulo. 2001. “Estado Da Arte Da Robótica Móvel Em Portugal.” 1–21.
- Rodrigues, Cátia Matos. 2016. “Otimização de Uma Linha de Montagem de Caixas de Velocidades Da Renault Cacia.”
- Rosa, Maria João, Moura e Sá, Patrícia, S. Sarrico, Cláudia. 2014. “Qualidade Em Ação.” edited by L. Edições Sílabo. Lisboa.
- Rusu, Costache. 2016. “From Quality Management to Managing Quality.” *Procedia - Social and*

Behavioral Sciences 221:287–93.

Saraiva, Paulo. 2013. “Uniformização de Componentes Fora de Fabricação.”

Sayer, Natalie J. .. and Bruce Williams. 2007. *Lean for Dummies*.

Schonberger, Richard J. 2019. “The Disintegration of Lean Manufacturing and Lean Management.” *Business Horizons* (2018).

Seifert, R. W., M. G. Kay, and J. R. Wilson. 1998. “Evaluation of AGV Routeing Strategies Using Hierarchical Simulation.” *International Journal of Production Research* 36(7):1961–76.

Seth, Dinesh and Vaibhav Gupta. 2005. “Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study.” *Production Planning and Control* 16(1):44–59.

Shakerian, Hamed, Hasan Dehghan Dehnavi, and Fatemeh Shateri. 2016. “A Framework for the Implementation of Knowledge Management in Supply Chain Management.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 230(May):176–83.

Simulation, Molecular. 2010. “EVALUATION OF VALUE STREAM MAPPING IN MANUFACTURING SYSTEMS REDESIGNING.” 02:127–37.

Striteska, Michaela and Lucie Jelinkova. 2015. “Strategic Performance Management with Focus on the Customer.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 210:66–76.

Sundar, R., A. N. Balaji, and R. M. Satheesh Kumar. 2014. “A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques.” *Procedia Engineering* 97:1875–85.

Tidd, Joe; Bessant, John; Pavitt, Keith. 2001. *Gestão Da Inovação - Integração Das Mudanças Tecnológicas, de Mercado e Organizacionais*. edited by L. Monitor - Projectos e Edições.

Wahab, Amelia Natasya Abdul, Muriati Mukhtar, and Riza Sulaiman. 2013. “A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions.” *Procedia Technology* 11(Iceei):1292–98.

Wang, Hsiao Fan and Ching Min Chang. 2015. “Facility Layout for an Automated Guided Vehicle System.” *Procedia Computer Science* 55(Itqm):52–61.

Wilson, Lonnie. 2017. *How to Implement Lean Manufacturing*. Vol. 91.

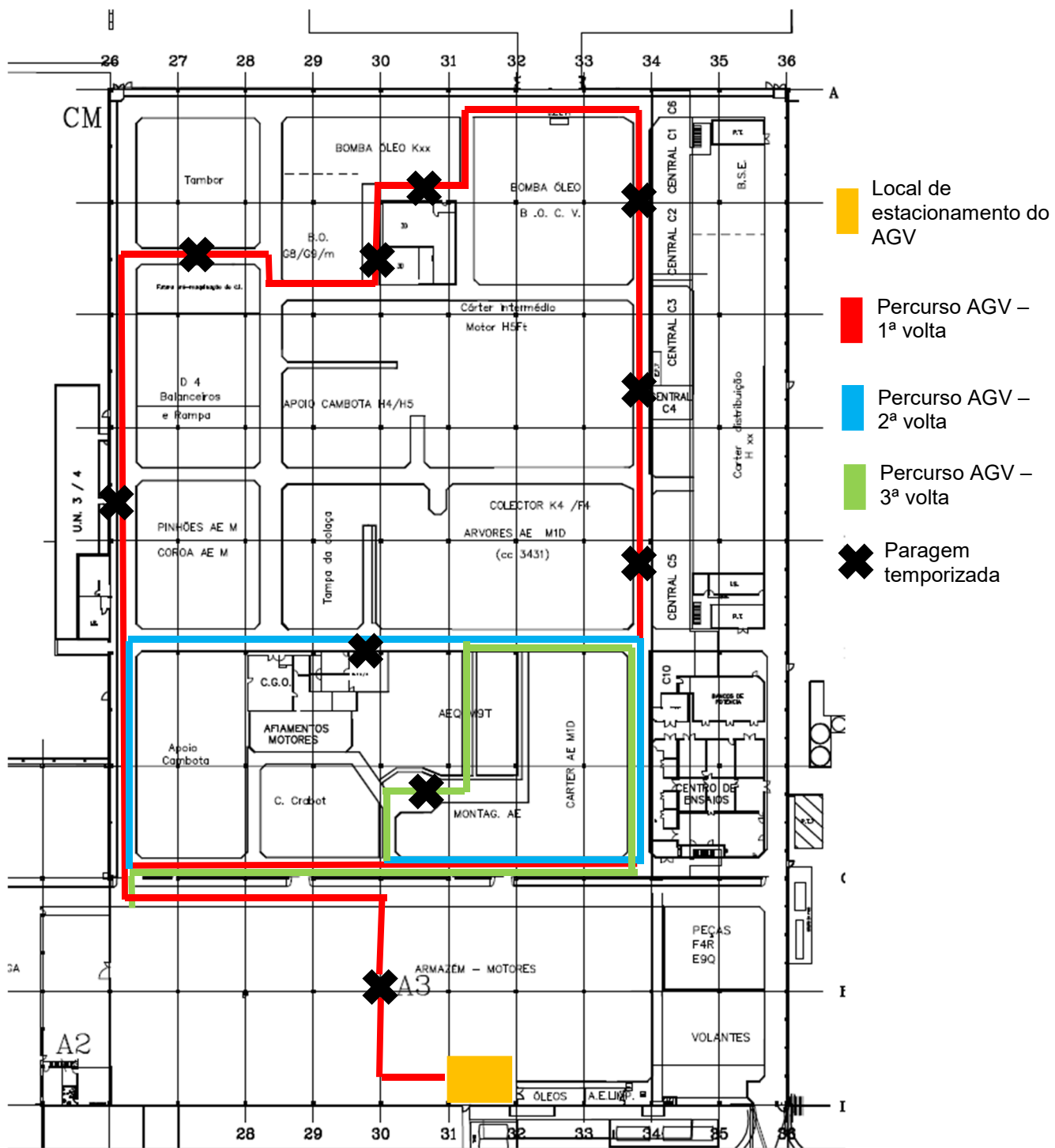
Womack, James P., Jones, Daniel T., *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth In Your Corporation*, Simon & Schuster, New York; 1996;

Womack, J. P., & Jones, D. T. n.d. "Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation." 2003.

Xin, Jianbin, Rudy R. Negenborn, and Gabriel Lodewijks. 2014. *Trajectory Planning for AGVs in Automated Container Terminals Using Avoidance Constraints: A Case Study*. Vol. 19. IFAC.

Zeng, Tao, Dawei Hu, and Guolang Huang. 2013. "The Transportation Mode Distribution of Multimodal Transportation in Automotive Logistics." *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 96(Cictp):405–17.

ANEXOS



Anexo 1: Mapa do percurso realizado pelo AGV, na nave dos componentes dos motores (CM).

Requisitante	Setor	Atelier
Andrés Brandão	Chapéus	AT3/4P
António Marcelino	Tambores	AT3/4P
Eduardo Teorgas	Cárter de Distribuição e Intermédio	AT3/4P
Filipe Gonçalves	Bomba de Óleo K	AT3/4P
Filipe Tavares	Bomba de Óleo CV	AT3/4P
Gonçalo Soares	Célula Técnica/ Progresso Contínuo	AT3/4P
Hélder Correia	Cárter de Distribuição	AT3/4P
José Pedro	Árvore de Equilibragem	AT3/4P
Marco Alves	Cárter Intermédio	AT3/4P
Nuno Carvalho	Chapéus	AT3/4P
Nuno Guimar	Pinhões	AT1P
Pedro Barreto	Bomba de Óleo CV	AT3/4P
Pedro Couto	Cárter de Distribuição e Intermédio	AT3/4P
Pedro Delgado	Célula Técnica/ Progresso Contínuo	AT3/4P
Pedro Pitarmal	Árvore de Equilibragem	AT3/4P
Ricardo Sá	Pinhões	AT1P
Rafael Peixoto	Pinhões	AT1P
Rui Conceição	Tambores	AT3/4P
Rui Páscoa	Árvore de Equilibragem/ Chapéus	AT3/4P
Sérgio Almeida	Célula Técnica/ Progresso Contínuo	AT3/4P
Sérgio Monteiro	Bomba de Óleo K	AT3/4P
Tiago Nabais	Célula Técnica/ Progresso Contínuo	AT3/4P
Tiago Alves	Célula Técnica/ Progresso Contínuo	AT3/4P
Valério Reis	Pinhões	AT1P
Vítor Tavares	Célula Técnica/ Progresso Contínuo	AT3/4P

Anexo 8: Identificação dos setores de paragem e respetivos requisitantes, descritos nas etiquetas de requisição de artigos, na nave dos componentes dos motores (CM).

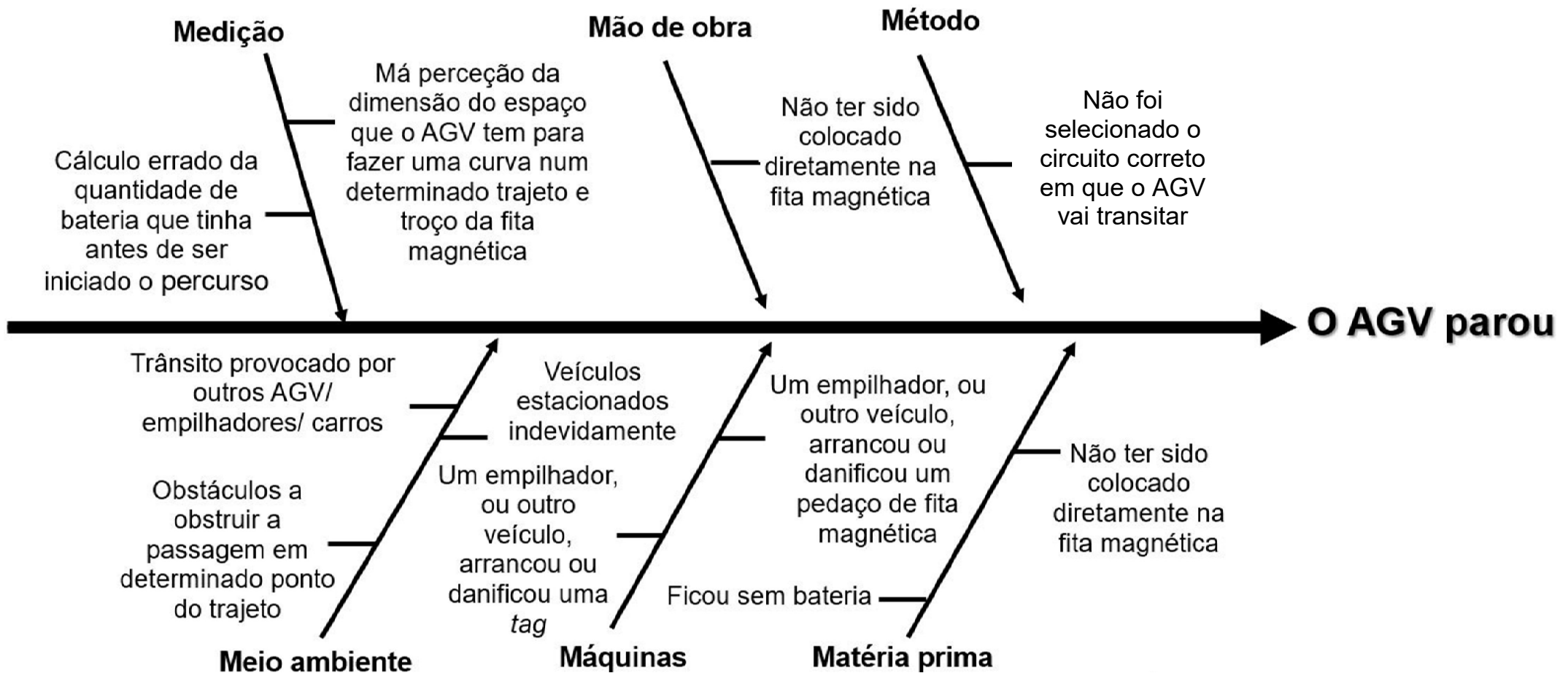
Requisitante	Setor	Atelier
Adolfo Ramos	Módulo 4	AT2P
Alexandra Rebelo	Retificação/ Peça Negra	AT1P
André Machado	AT5C & AT5P	AT5C & AT5P
António Lisboa	Eixos Finos	AT2P
António Pinho	AT5C & AT5P	AT5C & AT5P
Bruno Mónica	Módulo 1 & 2	AT2P
Bruno Tavares	Eixos Finos	AT2P
Bruno Bizarro	Caixa Diferencial	AT1P
Carlos Ministro	CGO	ST MOTORES
Cláudio Cação	Módulo 1 & 2	AT2P
Filipe Carvalho	Eixos Finos	AT2P
João Silva	CGO	ST MOTORES
Jorge Pinto	Retificação/ Peça Negra	AT1P
José Oliveira	Módulo 3	AT2P
José Santos	Módulo 1 & 2	AT2P
José Teixeira	AT5C & AT5P	AT5C & AT5P
Luciano Oliveira	Retificação/ Peça Negra	AT1P
Luís Ferreira	Módulo 3 & 4	AT2P
Manuel Loureiro	Retificação/ Peça Negra	AT1P
Manuel Maia	Caixa Diferencial	AT1P
Mário Maia	Módulo 3	AT2P
Paulo Costa	AT5C & AT5P	AT5C & AT5P
Paulo Viola	CGO	ST MOTORES
Pedro Neto	Módulo 3 & 4	AT2P
Pedro Rita	Eixos Finos	AT2P
Rafael Rainho	Módulo 1 & 2	AT2P
Rui Neto	Módulo 1 & 2	AT2P
Sérgio Oliveira	AT5C & AT5P	AT5C & AT5P
Silvino Sá	CGO	ST MOTORES
Tiago Silva	Módulo 4	AT2P

Hora de Saída		TM	TT
		11:00	15:30
Paragens AGV	Pinhões	11:01-11:03	15:30-15:32
	Célula Técnica	11:11-11:13	15:38-15:40
	Tambores	11:15-11:17	15:44-15:46
	Bomba K	11:19-11:21	15:48-15:50
	BOCV	11:24-11:26	15:53-15:55
	Carter Inter.	11:27-11:29	15:56-15:58
	Carter Distr.	11:30-11:32	16:00-16:02
	Chapéus	11:38-11:40	16:07-16:09
	Grupo Int.	11:43-11:55	16:13-16:15
	AEQ	11:50-12:52	16:19-16:21
Hora de Chegada		12:04	16:31

Anexo 10: Horário de circulação do AGV na nave dos componentes dos motores (CM).

Hora de Saída	TM	TT	
	09:30	16:30	
Paragens AGV	CGO	09:37-09:42	16:36-16:41
	AT5P	09:47-09:49	16:47-16:49
	Caixa Diferencial	09:56-09:58	16:52-15:54
	Retificação	10:00-10:02	16:56-16:58
	Eixos Finos	10:04-10:06	16:59-17:02
	Módulo 3	10:09-10:11	17:06-17:08
	Módulo 1	10:13-10:15	17:09-17:11
	Árvore Prim./Sec.	10:27-10:29	17:20-17:22
Hora de Chegada	10:31	17:24	

Anexo 11: Horário de circulação do AGV na nave das caixas de velocidades (CV).



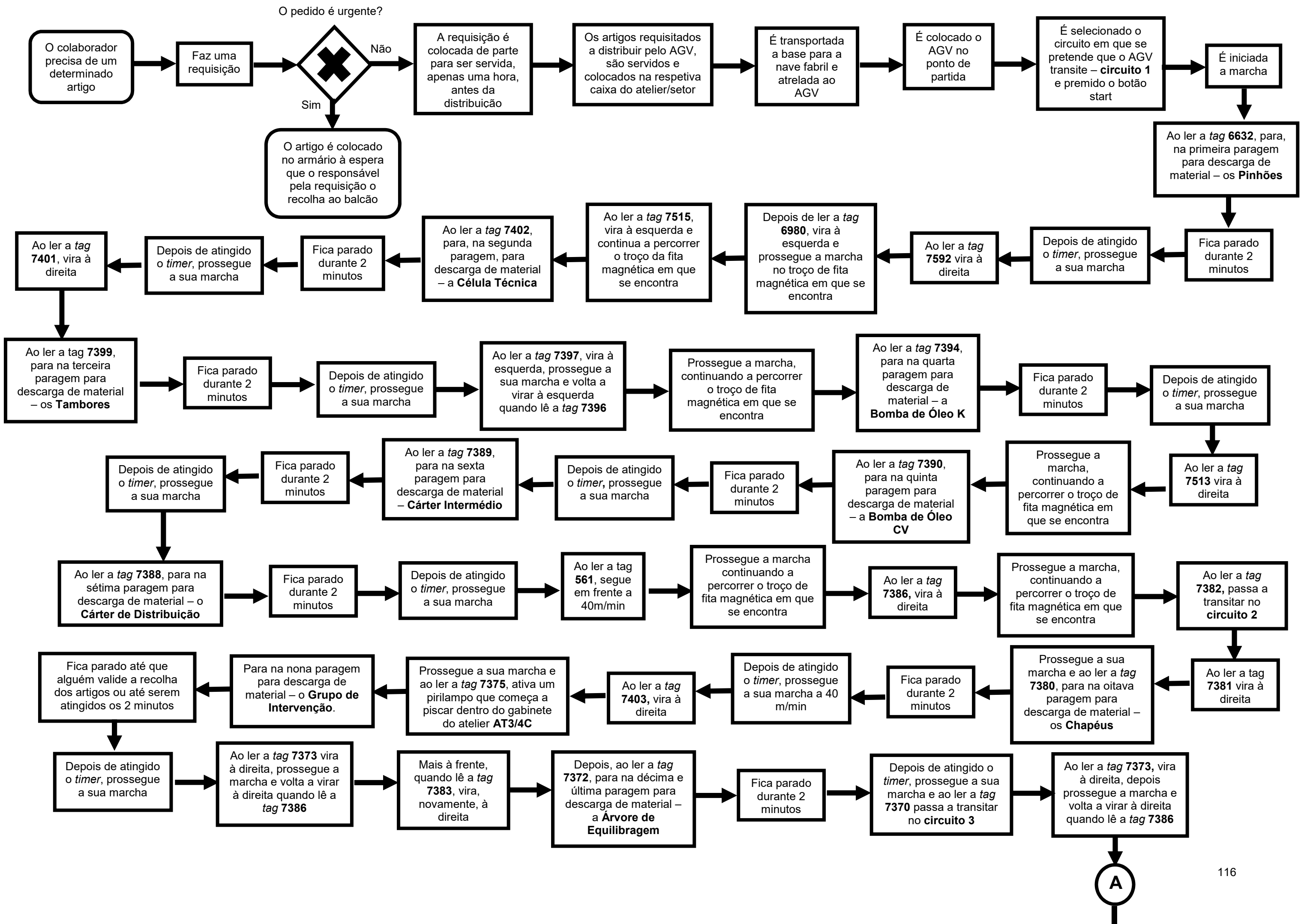
Anexo 12: Diagrama da Espinha de Peixe – Análise das ocorrências que provocam a paragem do AGV.

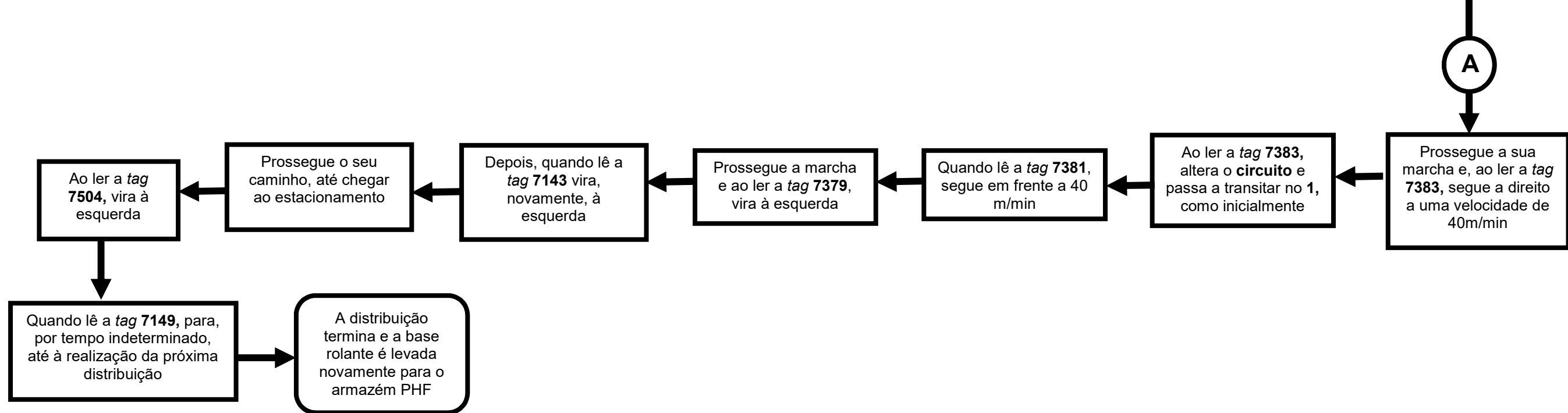
Folha de Operação Standard

Nome do processo (Nome da operação)		Recolha de Pedidos para entrega AGV		(PROCEDIMENTO)														
Equipamento de segurança / Protecção individual		Geral		Tempo total	cmin			Data de modificação		N	1	2	3	4	5	6	7	8
Ferramentas utilizadas				Autorizações	c/ou			CA										
Peças utilizadas				Qualificação				CUET										

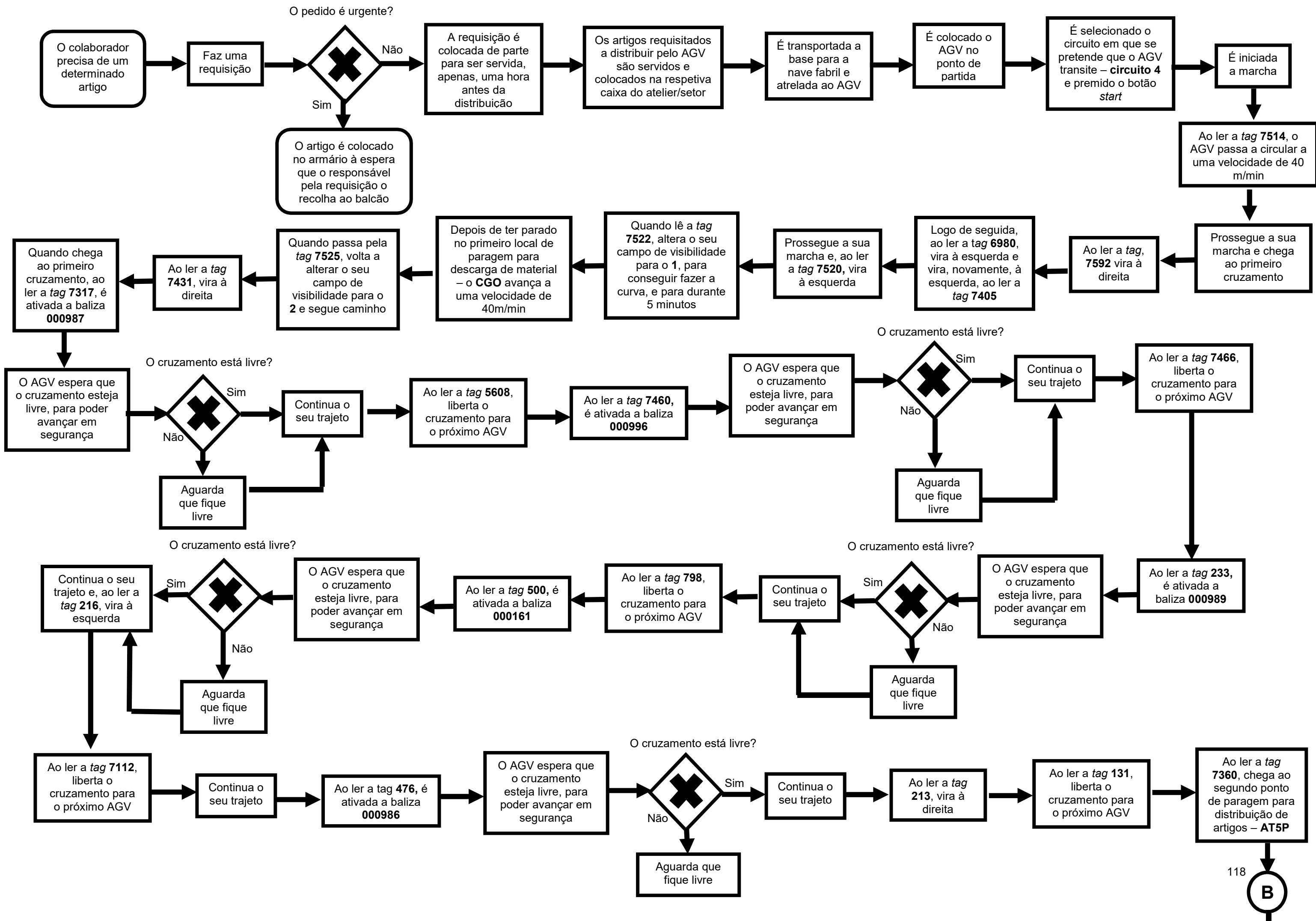
N.º	Etapa Principal	Tempo	Ponto Chave (Razão do ponto chave)	Desenhos explicativos, Regras operacionais e outros.
1	Fase de acumulação de pedidos			
1.1	Retirar etiqueta(s) impressa(s) da impressora (pediódicamente).			
1.2	Verificar se etiqueta é para entrega imediata ou por AGV.			
1.2.1	(Entrega imediata)			
	Recolher material e colocar/entregar no balcão.			
1.2.2	(Entrega por AGV)			
	Verificar local de armazenamento do material no Armazém PHF.			
	Colocar etiqueta no quadro de requisições de material, na posição correspondente ao local de armazenamento.			
2	Recolha - 30 min antes da entrega			
2.1	Confirmar que AGV tem bateria suficiente para volta normal.			
2.2	(Se não tiver) Carregar bateria.			
2.3	Pegar nas etiquetas pela ordem de recolha (Fig. 1), agrupando no caixa os vários pedidos caso sejam para a mesma pessoa.			
2.4	Ir buscar a estante móvel e começar a fazer a recolha, seguindo o circuito (Fig. 1).		Seguir circuito Fig. 1 (Otimização da movimentação)	
3	Envio			
3.1	Confirmar que AGV está definido para Circuito 1.			
3.2	Engatar estante do AGV.			
3.2	Definir/Confirmar circuito que AGV vai fazer nessa volta (display AGV).		!!!	
3.3	Pressionar botão Start (no AVG).			
4	Receção do AGV/Estante após envio			
4.1	Desengatar Estante do AGV.			
4.2	Colocar AGV e Estante no local de espera.			
4.3	Caso necessário, carregar bateria do AGV.		!!!	
Outras informações pertinentes		TOTAL		
[O que é interdito e porquê / O que fazer em caso de anomalia / Outros]				

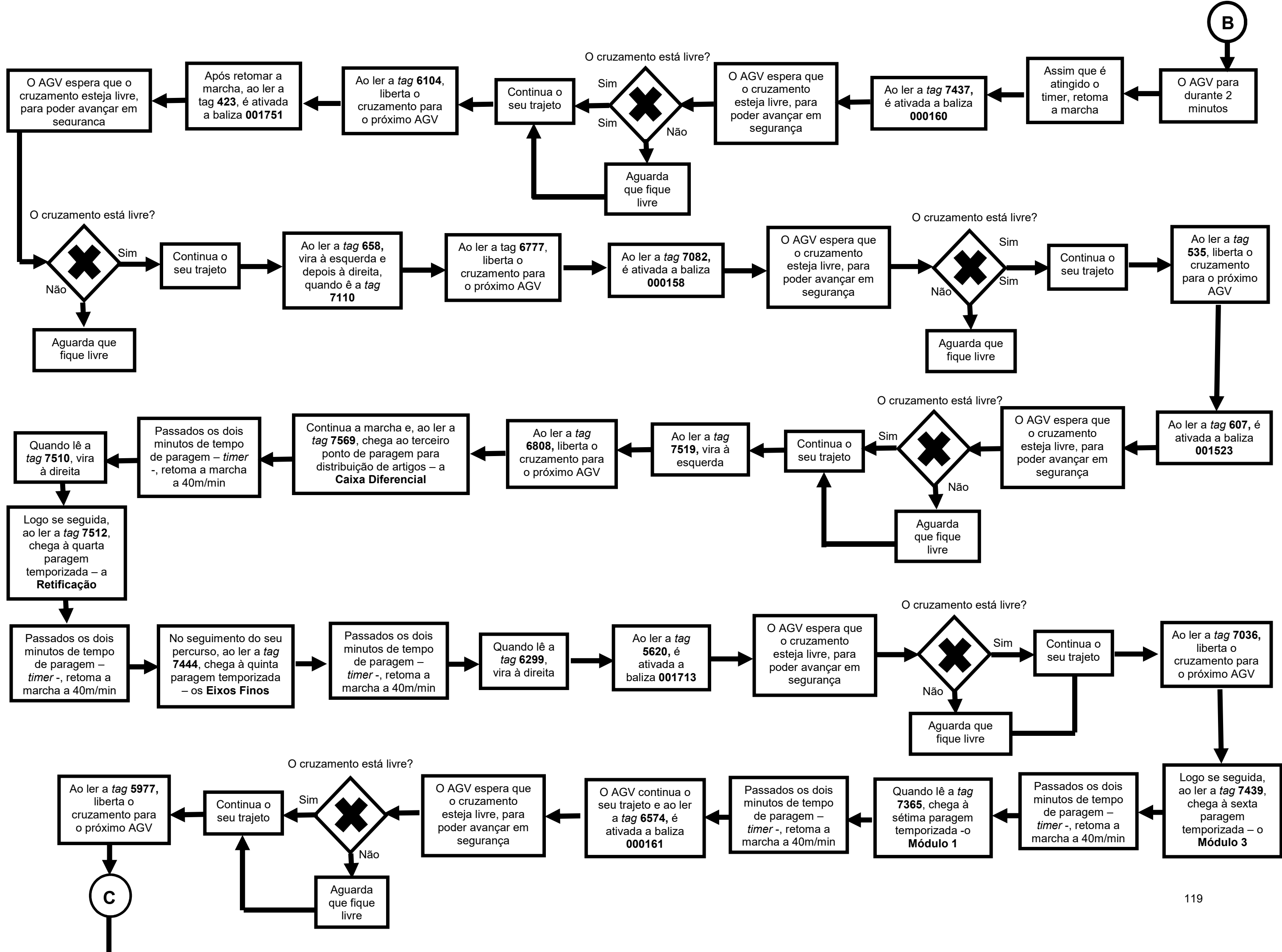
Fig. 1

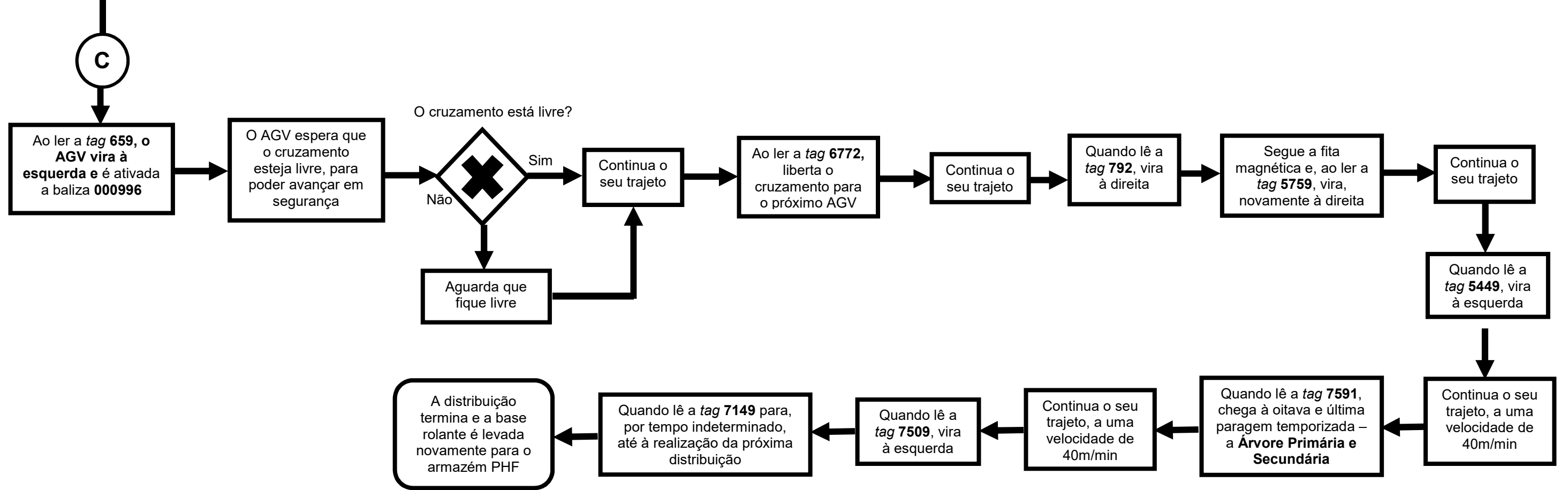




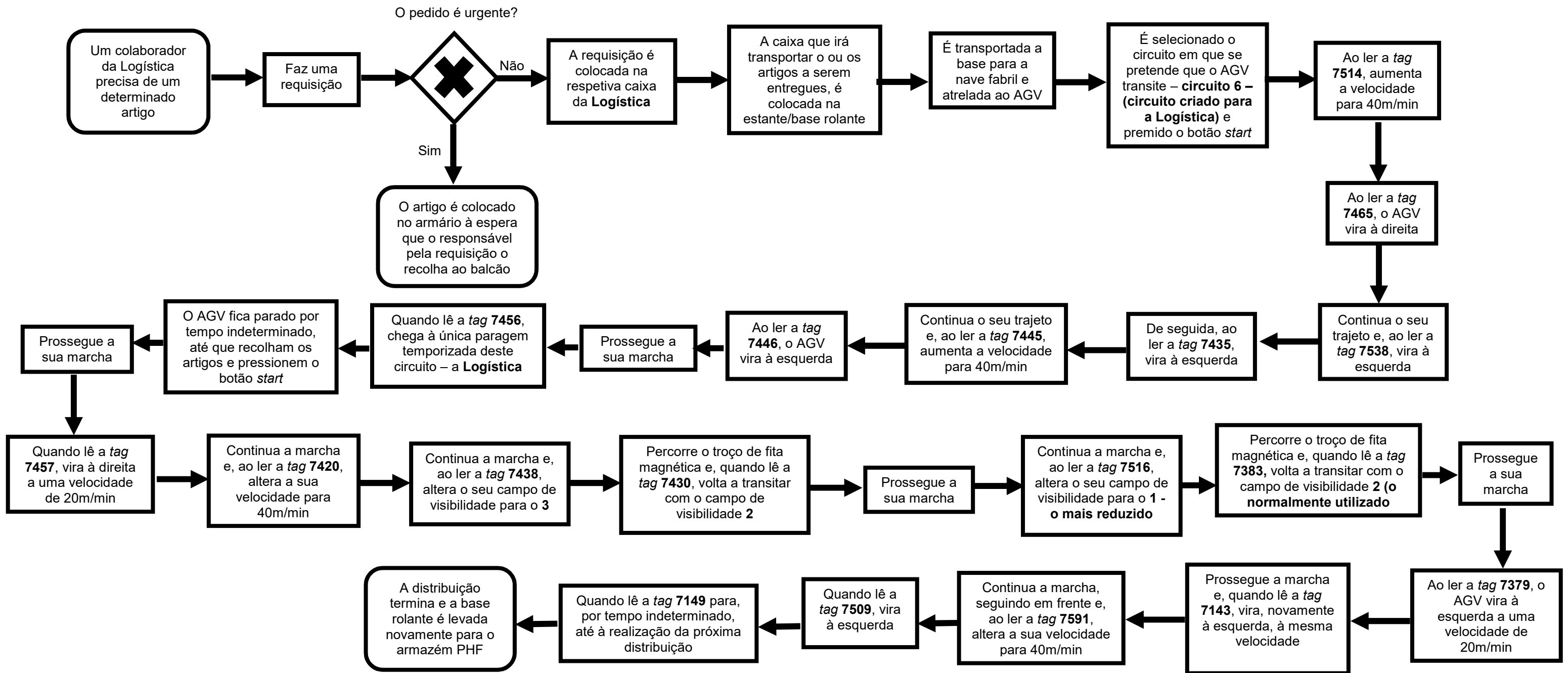
Anexo 14: Fluxograma da distribuição automática de artigos na nave dos componentes dos motores (CM).



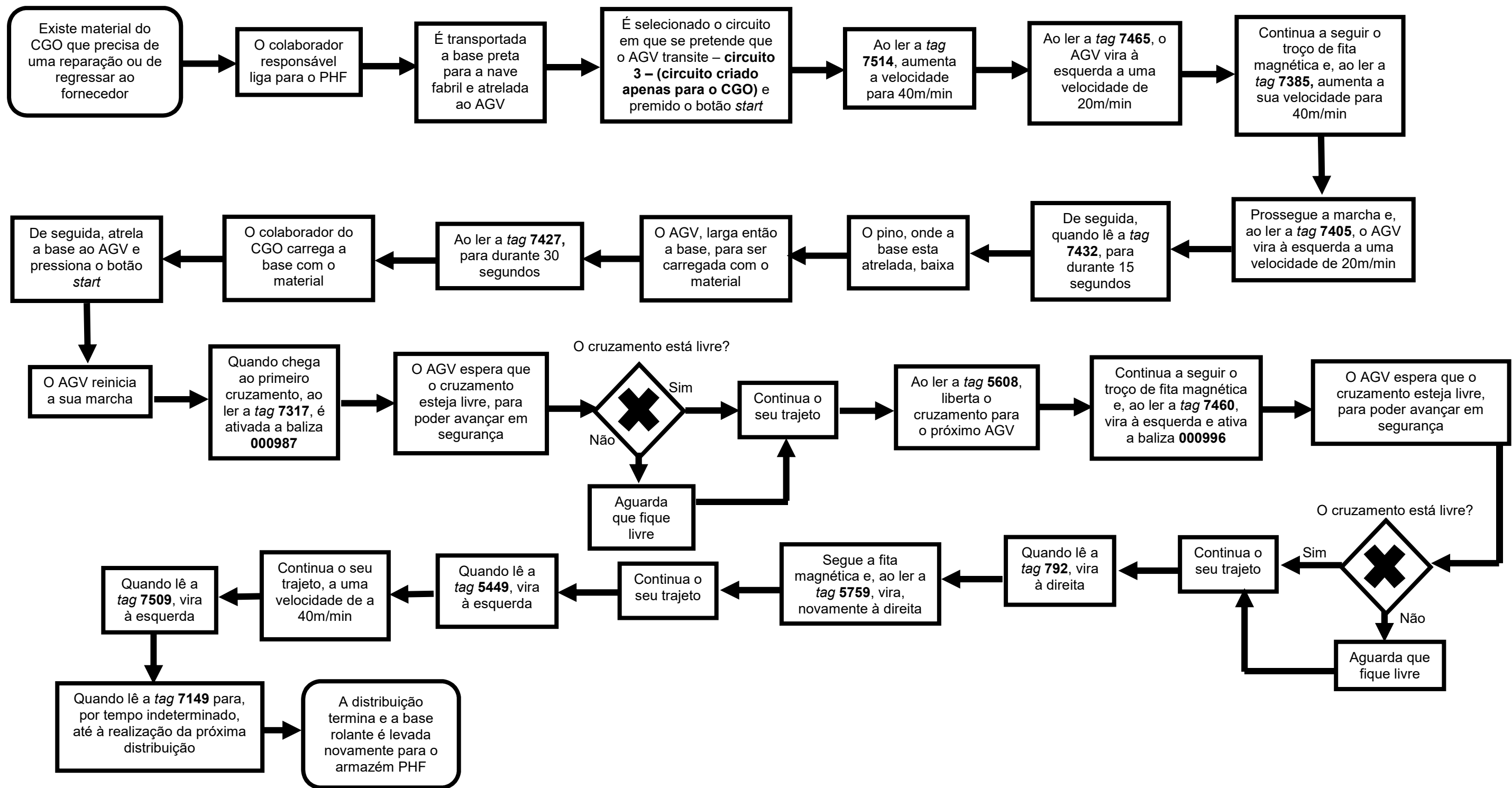




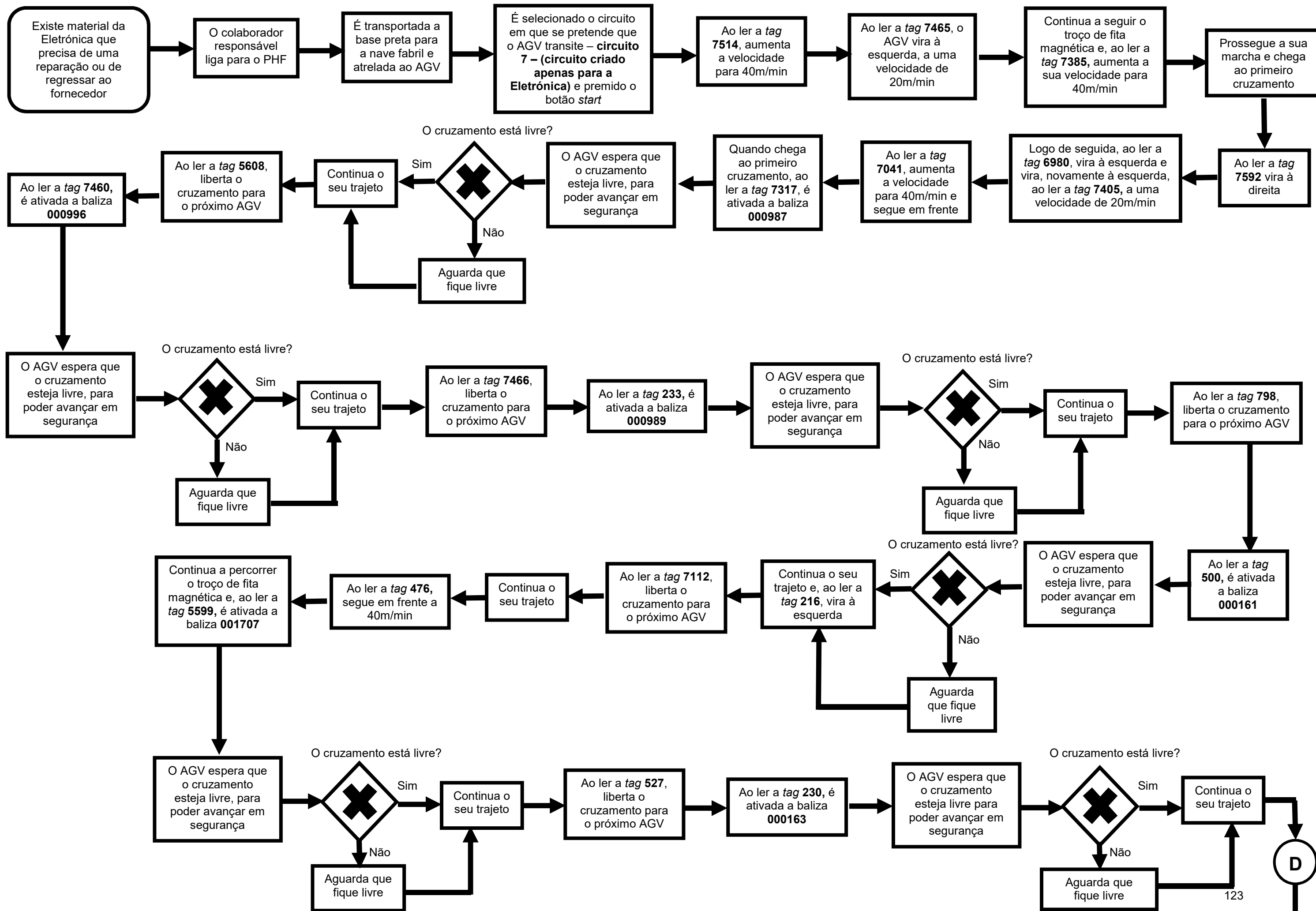
Anexo 15: Fluxograma da distribuição automática de artigos na nave das caixas de velocidades (CV).

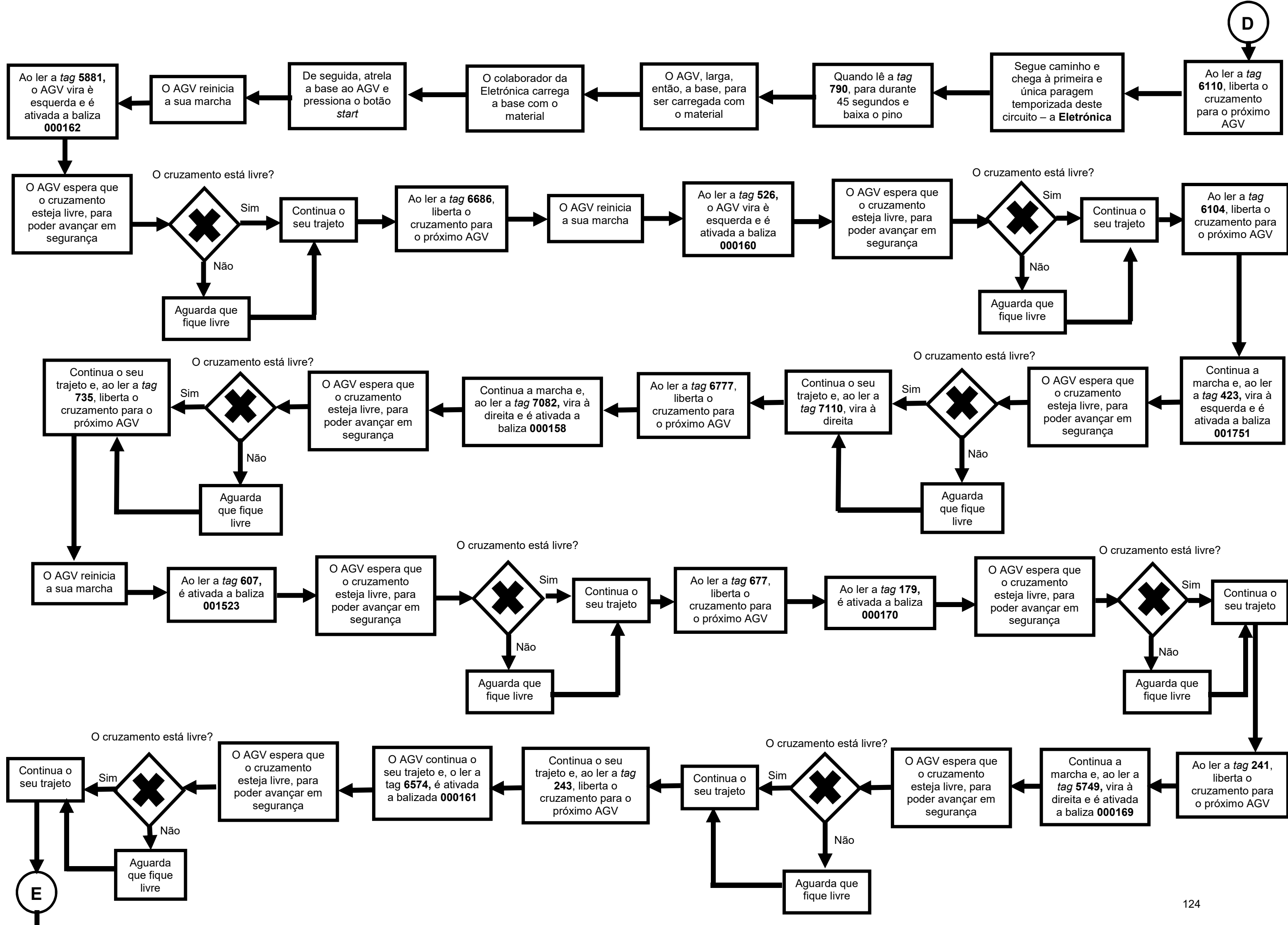


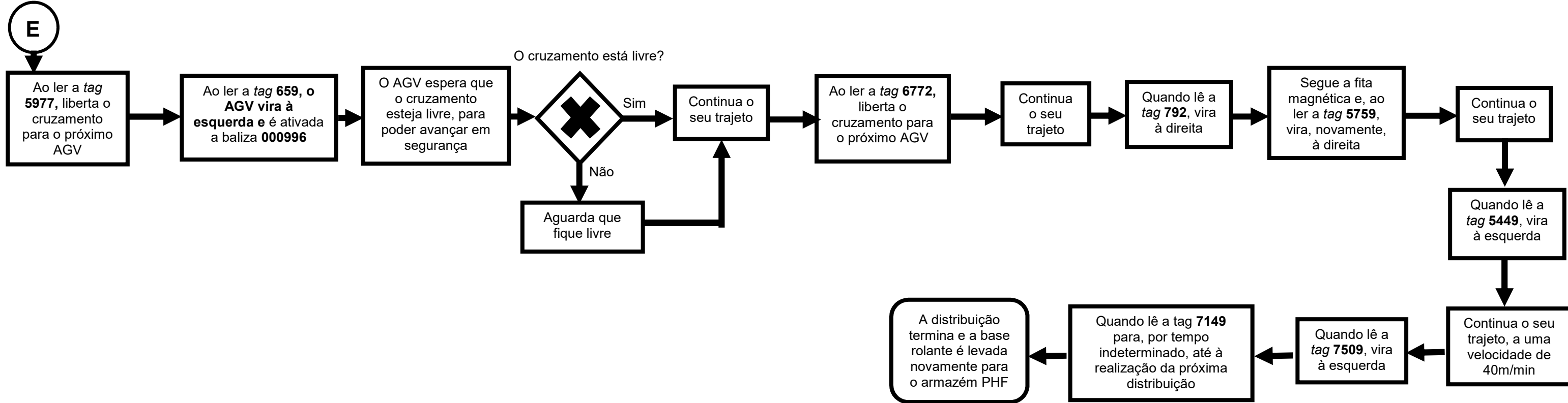
Anexo 16: Fluxograma do percurso da distribuição automática de artigos, do armazém PHF para a Logística – DLI.



Anexo 17: Fluxograma do percurso da distribuição automática de materiais para reparar do CGO para o armazém PHF.







Anexo 18: Fluxograma do percurso da distribuição automática de materiais para reparar da Eletrónica para o armazém PHF