



**MARIANA MELO
TEIXEIRA**

**MELHORIA DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO
DAS LINHAS DE PRODUÇÃO DE COMPONENTES
MECÂNICOS NA RENAULT CACIA**



**MARIANA MELO
TEIXEIRA**

**MELHORIA DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO
DAS LINHAS DE PRODUÇÃO DE COMPONENTES
MECÂNICOS NA RENAULT CACIA**

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor Calos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Associado com Agregação, Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Pedro Sanches Amorim
Professor Auxiliar da Universidade do Porto

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Universidade de Aveiro, em particular ao Professor Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, pela orientação, disponibilidade, acessibilidade e pelas sugestões que contribuíram para a elaboração de um projeto mais completo.

Ao Eng.º Luís Vara pelo apoio ao longo da realização deste projeto e principalmente pela aprendizagem pessoal transmitida nas situações mais difíceis.

À equipa de progresso contínuo, nomeadamente à Eng.ª Isabel Moreira que sempre se mostrou disponível para ajudar em qualquer situação desde o primeiro dia. A todos os operadores que acompanhei e que cooperaram comigo no que eu precisei.

À minha família, em particular à minha mãe que sempre esteve presente e me apoiou em todos os episódios da minha vida e ao meu pai que é um exemplo de pessoa e de profissional. Sem eles, nada disto seria possível.

Aos meus amigos que sempre me acompanharam e àqueles que tive o prazer de conhecer há 5 anos atrás. Obrigada a todos vós, pela amizade, apoio, entreaajuda e companheirismo.

palavras-chave

Desperdício, Ergonomia, Fluxos de Abastecimento, Logística Interna, Melhoria Contínua, Valor.

resumo

A competitividade do setor automóvel requer cada vez mais a integração de melhores práticas, por isso a identificação e remoção de desperdícios nos processos é importante para o reconhecimento de oportunidades de melhoria e obtenção de eficiência e eficácia nos processos.

Este projeto surgiu da necessidade da Renault Cacia melhorar o abastecimento dos produtos de origem externa às linhas de fabricação dos componentes mecânicos, tendo como principal objetivo diminuir os desperdícios de tempo e de movimentações desnecessárias.

A identificação das atividades de Valor Acrescentado, Valor não Acrescentado e com maior peso de desperdício temporal conduziram à percepção de oportunidades de melhoria no âmbito das quantidades de material transportado, nos percursos do comboio logístico e no *picking* efetuado em armazém. À medida que se analisou cada atividade em particular, outras ineficiências foram surgindo, inclusive a necessidade de analisar a ergonomia no trabalho do operador logístico. Através da aplicação de ferramentas *Lean Manufacturing* foi possível identificar soluções e atingir os objetivos definidos.

Obteve-se uma redução de 13 % no tempo total do processo de abastecimento, que se traduz na redução do excesso de material transportado para as linhas de fabricação, redução das movimentações do operador logístico e na alteração dos meios de transporte de material. A implementação destes meios conduziu a uma análise das condições ergonómicas, verificando-se uma redução de 2320 kg transportados por turno e a redução de cerca de 88 % dos casos em que as embalagens se encontravam aprovisionadas a uma altura prejudicial para o operador.

keywords

Waste, Ergonomics, Supply Flow, Internal Logistics, Kaizen, Value.

abstract

The competitiveness of the automotive sector increasingly requires the integration of best practices, so the identification and removal of wastes in processes are important to the recognition of opportunities for improvement and to obtain the efficiency and effectiveness in the processes.

This project arises from the need of Renault Cacia to improve the way of supplying the external origin products to the mechanical components manufacturing lines, with the main goal of reducing wastes of time and unnecessary movements of materials to the production lines.

The identification of the value added, non-value added activities and the ones with higher weight of temporal waste led to a perception of opportunities for improvement in the scope of the quantity of material transported, in the roots of the logistics train and in the picking process carried out in the warehouse. As each particular activity was analyzed, other inefficiencies emerged, including the need to analyze the ergonomics of the operator's work. Through the use of *Lean Manufacturing* tools, it was possible to identify solutions and achieve the goals.

There was a reduction of 13% in the total process time which translates in a reduction of the excess of material transported to the manufacturing lines, reduction of the logistic operator movements and the modification of the means of material transportation. The implementation of these means of transportation led to an analysis of the ergonomic conditions in which the operator worked, and it was verified a reduction of 2320 kg transported per shift and also a reduction of 88% of the cases where the packages were provisioned in a harmful high to the operator.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Metodologia de investigação	2
1.2. Contextualização do trabalho e objetivos.....	3
1.3. Estrutura do documento.....	4
2. Enquadramento Teórico	5
2.1. Toyota Production System	5
2.1.1. <i>Desperdícios e Valor</i>	<i>7</i>
2.1.2. <i>Princípios Lean: Conversão dos Desperdícios em Valor</i>	<i>9</i>
2.1.3. <i>Kaizen</i>	<i>10</i>
2.1.4. <i>Gestão Visual</i>	<i>11</i>
2.1.5. <i>Standard Work.....</i>	<i>11</i>
2.2. Logística Industrial	12
2.3. Ferramentas <i>Lean</i> aplicadas à Logística Industrial.....	12
2.3.1. <i>Supermercado.....</i>	<i>13</i>
2.3.2. <i>Comboio logístico</i>	<i>13</i>
2.3.3. <i>Picking.....</i>	<i>14</i>
2.3.4. <i>Bordo de linha.....</i>	<i>15</i>
2.3.5. <i>Diagrama de Spaghetti.....</i>	<i>16</i>
2.3.6. <i>Curva ABC</i>	<i>17</i>
2.4. Ergonomia	18
2.5. Ergonomia na Logística Interna	18
2.5.1. <i>Equação de NIOSH.....</i>	<i>19</i>
2.5.2. <i>OAW (Ovako Working Posture Analyzing System)</i>	<i>20</i>
2.5.3. <i>JSI (Job Strain Index)</i>	<i>21</i>
3. Apresentação da Empresa	23
3.1. Grupo Renault.....	23
3.2. Renault CACIA.....	24
3.2.1. <i>Produtos.....</i>	<i>24</i>
3.2.2. <i>Departamento de fabricação/produção.....</i>	<i>26</i>
3.2.3. <i>Departamento de Logística Industrial (DLI)</i>	<i>26</i>

3.3. Embalagens Renault e os seus meios de movimentação	27
3.3.1. <i>Receção e aprovisionamento de PE's</i>	28
3.3.2. <i>Meios de movimentação das PE's</i>	29
4. Desenvolvimento do projeto.....	33
4.1. Contexto do projeto.....	33
4.2. Processo de abastecimento das linhas de fabricação.....	35
4.3. Estudo das atividades do operador logístico	37
4.4. Análise das quantidades de material a abastecer nas linhas	40
4.4.1. <i>Determinação da quantidade de material</i>	41
4.4.2. <i>Determinação dos intervalos de tempo de abastecimento.....</i>	43
4.5. Análise dos percursos de abastecimento	46
4.5.1. <i>Definição das UET's a abastecer em conjunto</i>	48
4.5.2. <i>Definição dos novos percursos de abastecimento.....</i>	49
4.6. Análise das condições ergonómicas das plataformas de transporte	52
4.6.1. <i>Análise do peso transportado por PE</i>	54
4.6.2. <i>Definição do peso ótimo a transportar por PE</i>	56
4.6.3. <i>Análise do peso transportado por turno pelo operador.....</i>	57
4.6.4. <i>Implementação do sistema de troca de estante vazia por cheia</i>	58
4.6.5. <i>Análise da altura da posição das embalagens nas plataformas de transporte</i>	60
4.7. Implementação das Estantes Móveis.....	61
4.7.1. <i>Definição da disposição das embalagens nas estantes móveis.....</i>	61
4.7.2. <i>Construção física das estantes móveis.....</i>	62
4.7.3. <i>Aplicação de Gestão Visual</i>	63
4.8. Plano de Abastecimento	64
4.9. Melhorias no armazém dos CM	66
4.9.1. <i>Análise da disposição dos componentes – Curva ABC.....</i>	67
4.9.2. <i>Análise ergonómica da altura das embalagens no supermercado</i>	69
4.9.3. <i>Proposta de melhoria da disposição dos componentes no supermercado</i>	69
5. Discussão de Resultados.....	73
5.1. Indicador tempo	73
5.2. Indicador distância.....	75
5.3. Indicador Ergonómico	76

5.4. Indicador monetário.....	78
6. Conclusão.....	81
6.1. Limitações do projeto.....	82
6.2. Desenvolvimentos Futuros	83
<i>Referências Bibliográficas.....</i>	<i>84</i>
Anexos.....	85

Índice de Figuras

Figura 1 – Metodologia do projeto.....	3
Figura 2 - Divisão do Lean em três níveis (adaptado de Arlbjørn et al., 2008).....	6
Figura 3 – Efeito do Kaizen (adaptado de Chen et al., 2010).	10
Figura 4 - Estrutura básica de aprovisionamento de material efetuado pelo comboio logístico (adaptado de Droste & Deuse, 2012).....	14
Figura 5 - Distribuição do tempo das atividades de picking (adaptado de De Koster et al., 2007).	15
Figura 6 - Diagrama de Spaghetti (Roser,2015).	16
Figura 7 - Curva ABC (Crespo, 1996).	17
Figura 8 – Esquema da Equação de NIOSH (Berlin & Adams, 2017).	20
Figura 9 - Classificação de OWAS (Berlin & Adams, 2017).....	20
Figura 10 - Vista aérea da fábrica Renault CACIA (1. Receção; 2. Direção; 3. Caixas de Velocidades; 4. Armazéns; 5. Componentes Mecânicos; 6. Oficina Central; 7. Central de Fluídos; 8. Tratamentos Térmicos; 9. ETAR; 10. Posto Médico/Restaurante; 11. Campus CCD.....	24
Figura 11 - Produtos Renault Cacia (A - CV JR, B - CV ND, C - AEQ, D - Bomba de Óleo.	25
Figura 12 - Pequenas Embalagens (A – BAC – O – 4312, B – BAC – O – 4325, C – BAC – O – 6423, D – CAR – S – 2110, E – CAR – G *15, F – CAR – G *14).	27
Figura 13 - Grandes Embalagens (G – SLI -- 0770, H – CAR – S*2990).	28
Figura 14 – Galia.	28
Figura 15 – Contentores.....	30
Figura 16 - Base Rolante.....	30
Figura 17 - Estantes móveis.....	31
Figura 18 - AGV (Automated Guided Vehicle).	32
Figura 19 – Layout setor dos CM e respetivo armazém (Azul - linhas de fabricação, Vermelho – armazém).....	33
Figura 20 - UET's abastecidas por POE's.	34
Figura 21 - Ordem de abastecimentos ao longo de um turno.	36
Figura 22 - Atividades do Operador Logístico e classificação em VA, NVA, NNVA (verde – VA , vermelho – NVA , laranja – NNVA).	38
Figura 23 - Fluxograma para definição dos intervalos de tempos de abastecimentos.....	44
Figura 24 - Aprovisionamento de embalagens na estante fixa da UET AEQ (intervalos de 4 horas).	45
Figura 25 - Sentidos de Circulação do setor CM (verde – dois sentidos, vermelho – sentido único).	46
Figura 26 - Definição dos percursos das referências com menor quantidade.....	50
Figura 27 – Definição dos percursos para abastecer as UET's com duas linhas de fabricação.	51
Figura 28 – A : Percentagem dos Níveis de Peso das PE's; B : Classificação dos Níveis de Peso por UET.	54
Figura 29 - Exemplos de referências que passam pelo processo de desmixagem.....	55

Figura 30 - Standardização do processo de desmixagem.....	56
Figura 31 – A: Percentagem dos níveis de peso das PE's após melhorias; B: Classificação de Níveis de Peso por UET.....	57
Figura 32 - Diagrama de Spaghetti na UET da VOP linha 1.....	58
Figura 33 – A: situação antes da implementação do sistema troca vazia por cheia, B: situação após implementação.	59
Figura 34 - Análise ergonómica das posições das embalagens nas plataformas de transporte por UET.	60
Figura 35 - Previsão das condições ergonómicas das embalagens nas estantes móveis.....	62
Figura 36 - Aplicação de Gestão Visual nas estantes móveis.	64
Figura 37 - Novo plano de abastecimento.	65
Figura 38 - Armazém do setor dos componentes mecânicos.....	66
Figura 39 - Estantes do supermercado dos POE's.	67
Figura 40 - Curva ABC dos POES.	68
Figura 41 - Condições ergonómicas das embalagens do supermercado.....	69
Figura 42 - Condições ergonómicas das embalagens após melhorias da disposição dos componentes.....	70
Figura 43 – A: Melhoria do Indicador Tempo (horas); B: Percentagem de ocupação e disponibilidade do operador logístico.....	74
Figura 44 - Decréscimo das distâncias percorridas.	76
Figura 45 – Evolução das condições ergonómicas das embalagens no processo abastecimento.....	76
Figura 46 - Indicador Ergonómico da disposição das embalagens no armazém.	77
Figura 47 - Sucata Ano 2017.....	79

Índice de Tabelas

Tabela 1- Comparação entre os Sistemas de Produção Ford e Toyota (adaptado de Melton, 2005).	5
Tabela 2 - Produção Renault CACIA 2016-2017.....	25
Tabela 3 - Tabela dos tempos de abastecimento, percurso e picking.	39
Tabela 4 - Redução das quantidades a transportar após atualização.	42
Tabela 5 – Síntese da definição dos novos Intervalos de Tempo de Abastecimento dos POE's. .	46
Tabela 6- Distâncias Percorridas nos Percursos Atuais.....	47
Tabela 7 - Quantidade de referências a abastecer por UET.	48
Tabela 8 - Distâncias percorridas após otimização dos percursos.	52
Tabela 9 - Contabilização do tipo e quantidade de meios de transporte de material.....	53
Tabela 10 – Contabilização do custo da construção das estantes.	63
Tabela 11 - Contabilização dos tempos das principais atividades após otimização do processo. .	66
Tabela 12 - Síntese dos Resultados Globais.....	73
Tabela 13 - Semelhanças entre a abordagem da revisão de literatura e abordagem interna da Renault.	77

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

AEQ	–	Árvore de Equilibragem
AGV	–	<i>Automated Guided Vehicle</i>
APW	–	<i>Alliance Production Way</i>
BSE	–	<i>Boitier de Sortie d'Eau</i>
BOCV	–	Bomba de Óleo de Cilindrada Variável
C.A.C.I.A	–	Companhia Aveirense de Componentes para Indústria Automóvel
CM	–	Componentes Mecânicos
Cont.	–	Contentor
CV	–	Caixas de Velocidades
DLI	–	<i>Direction de la Logistique</i>
DCM	–	Departamento de Componentes Mecânicos
FIFO	–	<i>First In, First Out</i>
GE	–	<i>Gros Emballage</i> (Grande Embalagem)
GPI	–	<i>Gestion de Production Intégrée</i>
IEA	–	<i>International Ergonomics Association</i>
JSI	–	<i>Job Strain Index</i>
LI	–	<i>Lifting Index</i>
MMH	–	<i>Manual Material Handling</i>
MMT	–	<i>Methods-Time-Measurement</i>
NVA	–	Valor não Acrescentado
NNVA	–	Valor não Acrescentado, mas Necessárias
NIOSH	–	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
OWAS	–	<i>Ovako Working Posture Analyzing System</i>
PE	–	<i>Petit Emballage</i> (Pequena Embalagem)
POE	–	<i>Pièces Ouvrées à l'Extérieur</i> (Peça Fabricada no Exterior ao Grupo)
PoU	–	<i>Point of use Storage</i>
RA	–	Receção Administrativa
RB	–	Rampa de Balanceiros
RWL	–	<i>Recommended Weight Limit</i>
SOP	–	<i>Standardize Operations Procedures</i>
SKU	–	<i>Stock Keeping Unit</i>
TB	–	Tambores
TC	–	Tampa da Culassa
TGP	–	Técnico de Gestão de Produção
TPS	–	<i>Toyota Production System</i>
TPS	–	<i>Travelling Salesman Problem</i>
UC	–	<i>Unité de Conditionnement</i> (Unidade de Condicionamento)
UET	–	Unidade Elementar de Trabalho
UM	–	<i>Unité de Manutention</i> (Unidade de Manuseamento)
VA	–	Valor Acrescentado
VOP	–	<i>Variable Oil Pump</i>

1. Introdução

A grande competitividade do setor automóvel leva as empresas a adotarem filosofias e práticas focadas na criação de valor para o cliente e para o sucesso da organização. A filosofia de gestão chamada *Lean Manufacturing* está cada vez mais presente nas organizações e tem como foco a maximização do valor para o cliente através da eliminação dos desperdícios incorridos nos processos (Bortolotti, Boscari, & Danese, 2015). Este pensamento influenciou diretamente não só a produção, como também a logística, que serve como interface entre as operações da cadeia de abastecimento. A logística é responsável por todas as movimentações e abastecimentos de materiais e componentes. Portanto, é imprescindível a destreza de satisfazer as necessidades com os produtos certos, na quantidade exata, no local certo, à hora certa, de forma eficaz e eficiente (Baudin, 2004). Torna-se também vital que a própria logística ingresse num rumo de melhoria contínua de modo a acompanhar os requisitos da produção e principalmente do cliente.

A Renault CACIA é parte constituinte de um dos maiores grupos da indústria automóvel a nível mundial e faz questão de marcar a sua posição no mercado competitivo. A qualidade dos seus produtos, a inovação e exclusividade, o prazo de entrega e a segurança das operações são fatores que permitem a empresa manter a sua reputação. De modo a manter este nível a Renault aposta numa estratégia de melhoria contínua dos seus processos, inclusive ao nível das atividades logísticas. O departamento de logística industrial (DLI) é o principal responsável pelo cumprimento dos requisitos das linhas de fabricação, assegurando um fluxo contínuo de material independentemente das flutuações da produção. Por isso é fundamental uma constante identificação das ineficiências do processo de abastecimento de modo a garantir a inexistência de falhas e a implementação de melhorias para atingir um processo cada vez mais eficiente.

O presente trabalho foca-se sobretudo no estudo dos abastecimentos de materiais de origem externa (POE's) às linhas de fabricação do setor dos componentes mecânicos (CM), acompanhando todo o processo desde o seu aprovisionamento em armazém até à chegada às linhas de produção ou montagem. Para a realização deste estudo foi necessário efetuar uma análise do funcionamento atual do processo de abastecimento de modo a identificar desperdícios, atividades de valor acrescentado (VA), valor não acrescentado (NVA) e potenciais melhorias nas atividades constituintes do processo. Sendo um processo que envolve um manuseamento repetitivo de cargas com pesos heterogéneos, tornou-se também necessário a realização de uma análise das condições ergonómicas de trabalho do operador logístico. De um modo geral, serão estudados e melhorados os indicadores tempo (tempo global e de cada atividade em particular), indicador distância, indicador recursos matérias/humanos e por fim, o indicador ergonómico. Com isto pretende-se obter uma melhoria global do processo, sem nunca descuidar os grandes ideais do grupo Renault, a segurança e a qualidade.

1.1. Metodologia de investigação

Para o desenvolvimento de um projeto torna-se necessário o estabelecimento de uma metodologia de investigação e o respetivo acompanhamento dos passos definidos (Figura 1).

Numa primeira etapa de adaptação ao ambiente fabril foi dado a conhecer o panorama geral e específico do funcionamento da fábrica e, em particular, das operações de produção e montagem realizadas no sector dos CM.

Numa segunda etapa, o foco residiu no conhecimento dos fluxos de materiais existentes, desde a receção em armazém, passando pela maquinaria e por fim a obtenção de produto acabado para ser enviado ao cliente, permitindo uma melhor compreensão de todas as movimentações internas ao longo do processo produtivo. Para além disso, foi feito o acompanhamento dos fluxos atuais internos dos materiais transportados do supermercado para as diversas zonas de fabricação.

Numa terceira fase, foi feita uma análise pormenorizada às atividades do interveniente logístico na qual se identificou as atividades de VA, NVA e as atividades NNVA. Fora também identificadas as atividades mais demoradas que constituíam os principais inibidores da eficiência do processo de abastecimento. Em simultâneo foi efetuado o registo de alguns tempos de execução de atividades e distâncias das rotas de abastecimento, bem como registos fotográficos com o objetivo de após as devidas alterações implementadas ser passível de fazer uma comparação entre o cenário anterior e posterior.

Numa quarta etapa, cada uma das atividades mais demoradas foi analisada de forma individual, apresentando a metodologia utilizada para a sua resolução e respetivos resultados. Numa perspetiva global a metodologia predominante foi a filosofia do Grupo Renault, a *Alliance Production Way (APW)* que tem como base os ideais da *Toyota Production System (TPS)*, com o principal foco de redução do desperdício (tempo, quantidade e movimento) e criação de valor, tanto para o processo como para o cliente. Para além disso, foram utilizadas algumas ferramentas e técnicas da filosofia *Lean* tais como identificação do Valor, Gestão Visual, Melhoria Contínua (*Kaizen*) e Standardização. No caso das ferramentas de decisão, diagrama de spaghetti e métodos de avaliação ergonómica, utilizados em ambiente logístico, contribuíram para solucionar alguns problemas identificados ao longo do projeto e ir de encontro aos objetivos estabelecidos.

Numa quinta e última etapa foi efetuada a análise da totalidade dos resultados obtidos após a implementação das soluções, nomeadamente no âmbito do indicador tempo, distância, ergonomia e custos incorridos. Foi feita uma comparação entre os valores do estado inicial e após a implementação das melhorias, utilizando fundamentalmente parâmetros quantitativos e qualitativos.

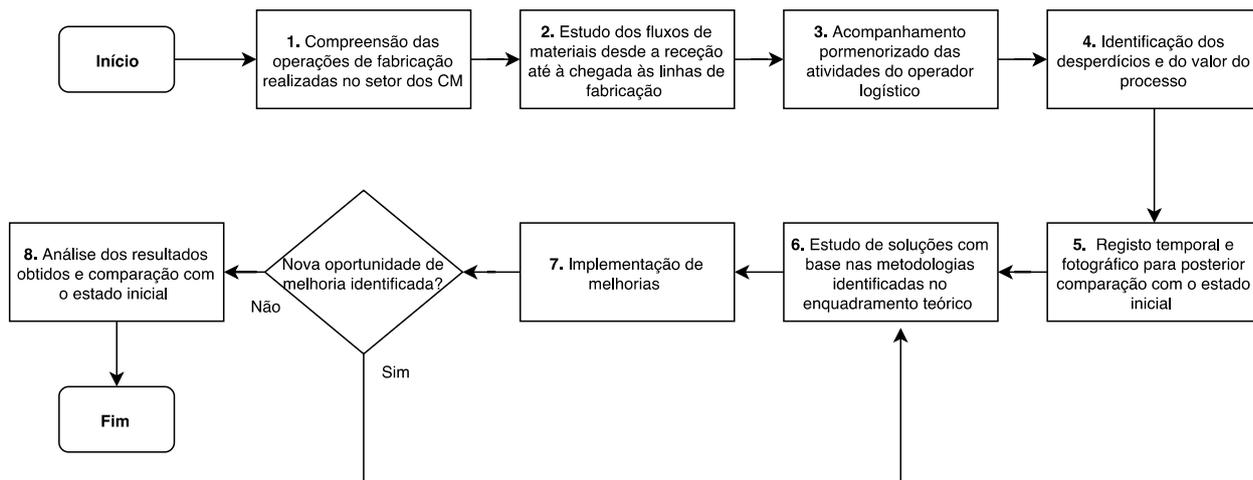


Figura 1 – Metodologia do projeto.

1.2. Contextualização do trabalho e objetivos

O presente projeto foi realizado no departamento de Logística da Renault CACIA, mais especificamente no setor dos CM, incorporando a equipa de Progresso Logístico. A área de Logística é responsável pelo planeamento e gestão integrada das operações ao longo da cadeia de abastecimento, sendo que este projeto engloba apenas as movimentações internas de material. Este sector é o principal responsável pela gestão dos fluxos de materiais desde que dão entrada na fábrica até à expedição de produto acabado.

Pretende-se melhorar o processo de abastecimento dos POE's às linhas de fabricação com o principal objetivo de abastecer as linhas atempadamente e, por conseguinte, garantir a inexistência de custos incorridos devido a paragens das linhas de produção por falta dos componentes e o transporte de material para a fabricação sem valor acrescentado. Numa fase inicial indicadores como “tempo”, “distância”, “recursos” entre outros serão observados e contabilizados de modo a que se possa identificar as melhores soluções e posteriormente implementá-las. Portanto, os objetivos deste trabalho passam por esta análise prévia e consequente aplicação dos seguintes tópicos:

- Redução dos desperdícios de tempo ao longo do processo de abastecimento das linhas de fabricação, desde as atividades realizadas em armazém até às viagens armazém-UET-armazém;
- Redução do desperdício de POE's transportados para as linhas de fabricação;
- Modificação dos percursos do comboio logístico e consequente minimização da distância total percorrida;
- Simplificação do plano de abastecimento;
- Uniformização das plataformas de transporte que movimentam os POE's;
- Melhorias das condições ergonómicas das plataformas de transporte e do armazém;
- Reorganização do armazém.

É desejável que o investimento aplicado no projeto seja retornado a longo prazo não só ao nível financeiro, mas maioritariamente ao nível de padronização do processo, segurança e qualidade no trabalho, que regem como os grandes valores da empresa.

1.3. Estrutura do documento

Para além das etapas descritas anteriormente, este projeto está estruturado em seis capítulos distintos, sendo que cada um apresenta os seus respetivos subcapítulos.

O primeiro capítulo apresenta uma introdução ao tema, uma breve contextualização e objetivos a atingir, metodologia de investigação e a estrutura do documento.

No segundo capítulo encontra-se o enquadramento teórico dos conceitos e principais metodologias que serviram de suporte para a elaboração do projeto. Inicialmente é abordada a metodologia chave, o *lean*, e as suas respetivas ferramentas e técnicas. Por conseguinte é introduzido o conceito de logística industrial nos dias de hoje, seguido de alguns conceitos e metodologias do *lean* aplicados à logística e por fim uma alusão ao tema da ergonomia e alguns indicadores de avaliação ergonómica.

O terceiro capítulo incide sobre a empresa onde o projeto foi desenvolvido o projeto, abordando o grupo Renault e a fábrica Renault CACIA. São especificados os produtos que fabrica, o enquadramento do estudo e alguns temas relativos ao projeto.

No capítulo quatro dá-se início à análise do processo atual de abastecimento das linhas de fabricação dos CM. Com base nas metodologias, são identificadas oportunidades de melhoria e é colocado em prática um plano de ações com foco na melhoria do processo de abastecimento dos POE's no setor dos CM. Numa fase final são também propostas soluções ao nível do armazém de modo a acompanhar as melhorias efetuadas.

No capítulo cinco é apresentada uma síntese da totalidade dos resultados obtidos especificando os valores iniciais e após melhorias. Para além disso é efetuada uma análise e discussão dos resultados obtidos, baseando-se em cada um dos indicadores, tempo, distância, ergonomia e custos.

Por fim, no capítulo seis, constam as principais conclusões retiradas do projeto desenvolvido, referência a algumas limitações do projeto e desenvolvimentos futuros de modo a dar continuidade às melhores práticas que conduzem a um processo mais eficiente.

2. Enquadramento Teórico

Existe uma necessidade cada vez maior de alinhar as atividades logísticas com os diversos departamentos para que as empresas consigam desenvolver as suas atividades de forma eficaz e eficiente. Em paralelo, nos dias de hoje, o Pensamento *Lean*, o qual também se designa de Filosofia *Lean*, *Lean Manufacturing* ou simplesmente *Lean*, apresenta-se como parte intrínseca das estruturas organizacionais. Surge assim o desafio de alinhar a filosofia *lean* com a logística de modo a amenizar as suas disfuncionalidades e a ingressar numa política de melhoria contínua. Este projeto consiste na otimização das atividades logísticas, tornando-se fundamental enquadrar uma série de conceitos. Primeiramente será abordado o conceito *lean* e algumas das suas ferramentas, seguido da explicação do pensamento *lean* aplicado à logística e alguns conceitos chave. Serão também introduzidas metodologias de importante compreensão que foram utilizadas no projeto.

2.1. Toyota Production System

No início do século XX a produção em massa encontrava-se estagnada tanto nos Estados Unidos da América como na Europa. Esta situação poderia ter continuado se não emergisse uma nova indústria automóvel no Japão a qual se designa de “*Lean Production*” (P. Womack, Jones, & Roos, 2007). Este novo sistema de produção, designado por Sistema de Produção Toyota (TPS) foi desenvolvido por Taiichi Ohno (Hines, Holweg, & Rich, 2008). O foco da Toyota reside não só na eliminação do tempo e recursos desperdiçados em cada etapa do processo de produção de matéria-prima até obtenção do produto acabado, como também na obtenção de processos rápidos e flexíveis que permitem dar aos clientes aquilo que eles necessitam, quando pretendem, com a qualidade requerida e custo reduzido (Liker, 2004). Na obra “*The Machine that Changed the World*” de P. Womack et al. (2007) é possível comparar o Sistema de Produção de Massa de Ford e o Sistema de Produção *Lean* da Toyota (Tabela 1):

Tabela 1- Comparação entre os Sistemas de Produção Ford e Toyota (adaptado de Melton, 2005).

	Produção em Massa	Produção Lean
Base	Henry Ford	Toyota
Pessoas - Desenvolvimento	Profissionais estritamente especialistas	Equipas de trabalhadores multi-qualificados em todos os níveis
Pessoas – Produção	Trabalhadores não qualificados ou semiespecializados	Equipas de trabalhadores multi-qualificados em todos os níveis
Equipamento	Caro, máquinas de uso único	Sistemas manuais ou automáticos que produzem grandes volumes com grande variedade de produtos
Métodos de Produção	Elevados volumes de produtos <i>standard</i>	Produtos de acordo com a necessidade do cliente
Filosofia Organizacional	Hierarquia - gestão assume a responsabilidade	Fluxos de valor – direciona responsabilidade para níveis baixos da organização
Filosofia Geral	"Bom o suficiente"	"Perfeição"

A produção *lean* exige "metade do esforço humano, metade do espaço de fabricação, metade do investimento e metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto em metade do tempo" em comparação ao Sistema de Produção em Massa (Melton, 2005).

O TPS começa por examinar o processo de fabricação a partir da perspectiva do cliente. A primeira pergunta é sempre "o que o cliente quer deste processo?", considerando tanto o cliente interno nos próximos passos da linha de produção como o cliente externo final. Para a aplicação da filosofia *lean* em ambientes diversos, os autores Arlbjørn & Vagn (2013) sugeriram uma divisão em três níveis como demonstrado na *Figura 2*. A estratificação da informação pode assemelhar-se de certa forma a um conjunto de etapas *standard* que devem ser percorridas pelas diversas organizações, sendo que cada uma terá uma realidade e perspectiva diferente e por conseguinte os respetivos resultados podem ser positivos ou negativos (Kollberg, Dahlgaard, & Brehmer, 2006; Staats & Upton, 2011). No topo encontra-se a filosofia adjacente ao TPS, sendo que o principal foco consiste na eliminação de desperdícios e a criação de valor para o cliente. Os princípios que levam ao seu alcance regem-se pela especificação do valor ao longo do processo, identificação da cadeia de valor, criação de um fluxo de valor contínuo que deve ser preservado, desenvolvimento de uma produção orientada para o cliente e por fim o alcance da perfeição (Arlbjørn & Vagn, 2013). Na base encontram-se uma série de ferramentas e técnicas que podem ser aplicadas nas diversas etapas, entre elas a gestão visual, processos *standard*, *5s*, *kaizen*, entre outros.

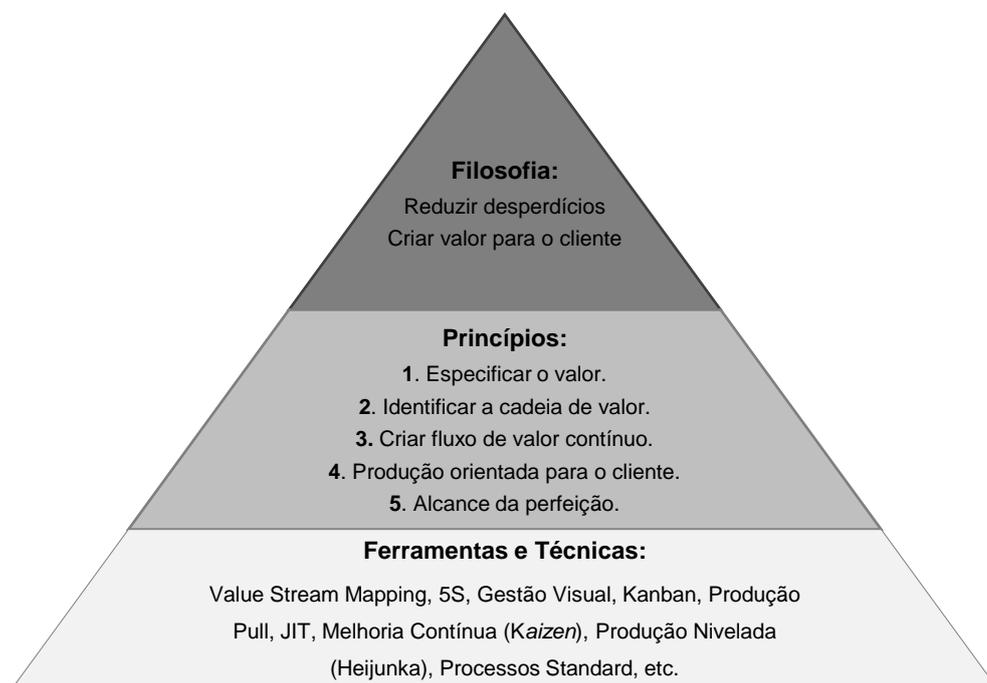


Figura 2 - Divisão do Lean em três níveis (adaptado de Arlbjørn et al., 2008).

De uma forma geral, o *Lean* funciona como uma filosofia que permite a relação e a sinergia das suas práticas para melhorar os níveis de produtividade e qualidade, a integração e interação entre os departamentos funcionais, a autonomia da força de trabalho e a redução da variabilidade interna, do fornecedor e do cliente (Scherrer-Rathje, Boyle, & Deflorin, 2009; Shah & Ward, 2007). A redução da variabilidade é obtida pelo uso eficiente do espaço, pessoas, máquinas e ferramentas

(Black, 2007). Um estudo feito por Spear e Bowen (1999) a 33 fábricas Toyota e respetivos fornecedores permitiu os autores definirem 4 regras que caracterizam o TPS:

1. Todo o trabalho deve ser altamente especificado quanto ao conteúdo, sequência, tempo e resultado. Se a pessoa ou máquina cumprir o *standard* definido, o produto ou serviço será livre de defeitos.
2. Existência de uma relação direta cliente-fornecedor e um canal de comunicação entre ambos, de modo a que o volume de produtos ou serviços seja corretamente satisfeito.
3. O caminho para cada produto ou serviço deve ser simples e direto.
4. Qualquer melhoria deve ser feita em conformidade dentro da organização, movendo os diversos organismos.

Estas regras capturam quatro aspetos essenciais dos sistemas *lean* que são a especificação de tarefas, comunicação simplificada, arquitetura de processos simples e resolução de problemas em conformidade com a organização (Staats, Brunner, & Upton, 2010). O elevado número de casos de implementações de sucesso, levou a que aplicação do *lean* captasse a atenção de muitas indústrias, não só a nível do sector automóvel, como também aeroespacial, eletrónica, serviços entre outros (Schonberger, 2006).

2.1.1. Desperdícios e Valor

A abordagem *lean* tem como principal foco a eliminação do desperdício ou *Muda* (Christopher & Towill, 2001). O desperdício pode ser entendido como aquilo que excede a quantidade mínima necessária de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra, estritamente necessárias para acrescentar valor (Suzaki, 2010).

Ohno (1988) afirmou que o primeiro passo para a aplicação do TPS é a identificação de todos os desperdícios ao longo dos processos, de modo a reduzir a linha do tempo. Segundo Suzaki (2010) foi possível verificar através de uma análise do tempo passado pelos trabalhadores numa fábrica, que mais de 95% do tempo do operador não estava a ser utilizado para acrescentar valor ao produto, apenas a acrescentar-lhe custo. Uma análise ao material em curso de fabrico também permitiu quantificar que mais de 95% do tempo é passado em armazém à espera de ser transportado, processado ou inspecionado. Através destes exemplos, confirma-se que é fundamental saber identificar os diversos desperdícios que podem ocorrer no *gemba* para que seja possível aplicar as ferramentas apropriadas para a sua eliminação.

No contexto dos sistemas de fabricação existem sete tipos de desperdícios identificados pela primeira vez por Ohno (1988) e relatados posteriormente por Womack e Jones (2003):

- **Sobreprodução:** classificada como quantitativa na medida em que se produz mais do que o cliente necessita e de antecipada porque se produz antes de ser necessário (Shingo, 1989). É considerado o pior desperdício e gera excesso de inventário (Monden, 2012).
- **Espera:** corresponde ao tempo de inatividade que não acrescenta valor, criado por recursos ou máquinas e atrasos dos fornecedores na entrega de componentes (Melton, 2005).

- **Transporte:** movimentos de produto/recursos que não acrescentam valor. Movimentações de duplo ou triplo manuseamento do mesmo produto para outras localizações (Hicks, 2007).
- **Sobreprocessamento:** operações que não acrescentam valor com a aplicação excessiva e desaproprada de recursos, atividades, ferramentas ou equipamentos (Suzaki, 2010).
- **Defeito:** produto acabado que não está em conformidade com as expectativas do cliente, gerando insatisfação. A falta de procedimentos padronizados tem um impacto significativo neste tipo de desperdício (Ko & Chung, 2014).
- **Inventário:** inclui matérias-primas, trabalhos em curso de fabrico e produtos acabados. Tudo o que não é diretamente necessário para atender às ordens atuais dos clientes é considerado desperdício (Hicks, 2007).
- **Movimento:** refere-se a movimentos desnecessários de recursos humanos que não acrescentam valor ao produto, tais como a procura ou pesquisa de algo, empilhar peças ou até mesmo caminhar (Liker, 2004). É consequência da inexistência de atividades padronizadas, exigindo um maior esforço por parte dos operadores e maior probabilidade de falhas tendo consequências não só a nível ergonómico, como também na eficiência do processo.

Liker (2004) identificou uma oitava categoria, o desperdício do potencial humano. Significa o não aproveitamento dos talentos, competências e conhecimentos dos recursos humanos. Incentivar a sua participação nas atividades e a existência de formações leva a que estes se sintam envolvidos. A presença destes 7 desperdícios afeta negativamente o lead-time, os custos e a qualidade do processo (Walder, Karlin, & Kerk, 2007).

Para além da redução/eliminação dos desperdícios, a criação de valor para o cliente é fundamental na filosofia lean. O valor constitui uma das premissas desta filosofia e é alcançado através da eliminação dos desperdícios e da transformação de atividades que não acrescentam valor ao processo para atividades que acrescentam valor. Por si só, o conceito de “valor” é altamente subjetivo na medida em que depende do ponto de vista das entidades, algumas atividades poderão ser valorizadas por alguns e desvalorizadas por outros (Murman, 2002). Apesar disso, o ponto de partida para a criação de valor é orientado para o cliente final, respeitando as suas necessidades e especificações (J. P. Womack & Jones, 2003). De acordo com um estudo realizado pela LERC (2004) na *Cardiff Business School*, na maioria das operações de produção verifica-se que 5% das atividades acrescentam valor, 35% são atividades que não acrescentam valor e 60% não acrescentam valor nenhum (Melton, 2005). De seguida encontra-se a classificação das atividades tendo em conta o seu valor e um contexto orientado para as atividades de logística interna:

- **Atividades de Valor Acrescentado (VA):** tempo e tarefas que acrescentam valor ao produto e que o cliente está disposto a adquirir (Rother, Shook, & Lean Enterprise Institute., 2003). Para ser classificada como valor acrescentado, os produtos/serviços devem ser entregues nas quantidades certas, no local certo e à hora certa. As atividades logísticas não

acrescentam diretamente valor ao processo, no entanto são imprescindíveis para a produção de um determinado produto (Coimbra, 2009).

- **Atividades de Valor não Acrescentado (NVA):** são atividades classificadas como um desperdício no processo, e por isso devem ser preferencialmente eliminadas. Tempos de espera, de inatividade, movimentações desnecessárias ou excessivas, são alguns dos exemplos de atividades que não geram valor para o processo (Neuman, Kohlhuber, & Hanusch, 2012).
- **Atividades de Valor não Acrescentado, mas Necessárias (NNVA):** não acrescentam valor ao cliente, no entanto são necessárias para o funcionamento do processo. Devem ser eliminadas, mas não são prioridade. (Chen, Li, & Shady, 2010).

A eliminação das atividades NVA e NNVA é uma abordagem comum para aumentar os níveis de eficiência dos processos organizacionais (Monden, 2012).

2.1.2. Princípios *Lean*: Conversão dos Desperdícios em Valor

Apesar da implementação da filosofia *Lean* apresentar várias vantagens, existem muitos casos de insucesso, indicando uma necessidade inerente de desenvolver estratégias e mecanismos adequados que suportem o processo de implementação. É fundamental entender a verdadeira essência das implementações *lean* e identificar potenciais barreiras (Monteiro, Alves, & Carvalho, 2017; Salem, Musharavati, Hamouda, & Al-Khalifa, 2016).

Womack e Jones (2003) definiram cinco princípios do pensamento *lean* para servir como um guia para atingir o topo da pirâmide da Figura 2:

- **Especificar o valor:** o valor é definido com foco na perspectiva do cliente final e em termos de um produto específico com recursos específicos oferecidos a um preço e hora específicos (J. P. Womack & Jones, 2003). Determinar corretamente o valor é o primeiro passo para o pensamento *lean*. Fornecer um produto ou serviço errado é o caminho certo para o desperdício.
- **Identificar a cadeia de valor:** a cadeia de valor é uma descrição pormenorizada de um processo de negócios, identificando todo o fluxo de valor para cada ação. Através da sua análise é possível identificar todos os processos e atividades de valor não agregado, eliminando o desperdício (Hicks, 2007).
- **Criação do fluxo de valor:** uma vez que o valor foi previamente especificado, o fluxo de valor mapeado e as etapas que não acrescentam valor ao processo foram eliminadas, devem ser mantidas e preservadas as atividades de valor acrescentado (Hines et al., 1998).
- **Pull:** desenvolvimento de um plano em que as atividades, carga de trabalho e objetivos são baseadas nas necessidades a jusante ou do “cliente” (Haque & James-moore, 2004). O cliente é que dá início a todo o processo, de acordo com as suas especificações.

- **Perfeição:** não existe propriamente um fim para o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros que engloba um processamento de um produto que o cliente deseja. Por isso tende-se sempre a ir além das fronteiras, tendo como foco atingir a perfeição (J. P. Womack & Jones, 2003).

Estes princípios alinham-se com o ciclo de melhoria de *Deming*: planejar, fazer, controlar e atuar. “Especificar valor” equivale a **planejar**; “identificar o fluxo de valor”, “eliminar o lixo”, “fazer o fluxo de valor” e “deixar o cliente puxar o valor” são atividades **fazer**; e, “perseguir a perfeição” abrange **controlar** e **atuar** (Haque & James-moore, 2004).

2.1.3. *Kaizen*

Kaizen é a palavra japonesa que significa a prática da melhoria contínua e constitui um importante pilar de estratégia competitiva a longo prazo para as organizações. Esta filosofia tem como principal foco melhorar as operações e o meio ambiente, e por isso deve ser integrada nas atividades do dia-a-dia (Paul Brunet & New, 2003). Para além disso dá ênfase à importância de envolver todos os colaboradores de uma organização, quer sejam operadores ou gestores de topo (Ortiz, 2006).

Através da melhoria contínua pretende-se identificar e diminuir continuamente a quantidade de *muda* num determinado processo, e por isso é fundamental identificar corretamente as atividades que são desperdício, atividades acessórias (NNVA) e de valor acrescentado. Posteriormente surge a aplicação do *Kaizen* que deve permanecer na organização e ser difundida entre todos. Pequenas melhorias, frequentes e graduais conduzem a resultados que se verificam a longo prazo (Altenburg, Griscom, Hart, Smith, & Wohler, 1999) (Figura 3).

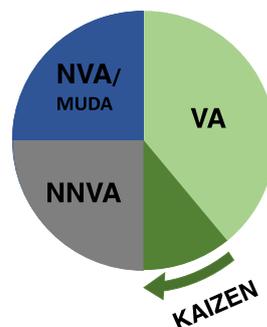


Figura 3 – Efeito do *Kaizen* (adaptado de Chen et al., 2010).

É importante aplicar este princípio nas mais diversas áreas, incluindo na logística. A aplicação do *Kaizen* também conduz à padronização (Ortiz, 2006). Uma vez que a estabilidade do processo é encontrada é necessário a aplicação de ferramentas de melhoria contínua para determinar a causa raiz das ineficiências e posteriormente aplicar medidas para a sua redução (Sundar, Balaji, & Satheeshkumar, 2014). É importante salientar que uma série de pequenas mudanças e melhores práticas estratégicas podem levar a um aumento significativo da eficiência do sistema (Bodek, 2002).

2.1.4. Gestão Visual

A gestão visual ou controlo visual é um processo fundamentalmente utilizado para tornar as coisas visíveis, lógicas e intuitivas. Uma das maiores capacidades do ser humano é a sua aptidão de captar e interpretar informações visualmente (> 75%) o que leva muitas empresas a recorrer à gestão visual para facilitar a comunicação e informação necessária aos processos de tomada de decisão ou execução de tarefas (Pinto, 2014). A existência de uma comunicação clara permite que a força de trabalho engrene nos comportamentos que impulsionam a produtividade, apoiando um aumento da eficiência e eficácia das operações (Parry & Turnerz, 2006). O modelo ABC orientado para a gestão visual e desenvolvido por N. Bilalis, G. Scroubelos, A. Antoniadis, D. Emiris e D. Koulouriotis (2002) sustenta o que foi dito anteriormente:

- **Activators** são pistas ambientais que direcionam o comportamento do operador;
- **Behaviour** é a sequência das ações efetuadas pelo operador influenciado pelo que observa no ambiente;
- **Consequences** são aos resultados dos comportamentos adotados pelo operador e que determinam a probabilidade desse comportamento ocorrer no futuro.

Segundo Hirano (1996) é de grande importância tornar visível todo o fluxo de produtos, as suas localizações e quantidades, de modo a evitar o transporte e produção de itens desnecessários. É fundamental a presença destes elementos no que diz respeito à gestão do fluxo de armazém e de fábrica, essencialmente ao nível das atividades relacionadas com *picking* e abastecimento que requer o manuseamento de inúmeros componentes. Pretende-se deste modo otimizar a produtividade dos operadores e reduzir todos os custos associados às operações envolvidas (Goldsby & Martichenko, 2005).

2.1.5. Standard Work

Standardizar, uniformizar, normalizar ou padronizar constitui umas das ferramentas da filosofia TPS e significa “todos executarem do mesmo modo, segundo a mesma sequência, as mesmas operações e com as mesmas ferramentas” (Ohno, 1988). O trabalho uniformizado é fundamental para qualquer organização que queira operar segundo uma filosofia de gestão *lean* (Das, Venkatadri, & Pandey, 2014). A criação de operações/tarefas padronizadas resulta num sistema de produção eficiente que alcança ganhos sustentáveis e através do seu uso iterativo, pequenas mudanças incrementais podem refinar o processo (Waldhausen, Avansino, Libby, & Sawin, 2010). *Standardize Operations Procedures* (SOP) é um documento que descreve detalhadamente o modo como um colaborador deve executar determinada operação. Através dos SOP é possível reduzir a variabilidade, melhorando a qualidade e eficácia organizacional (Treville, Antonakis, & Edelson, 2005).

2.2. Logística Industrial

A logística é uma parte da cadeia de abastecimento que é responsável por planejar, implementar e controlar todo o fluxo de atividades de armazenamento dos bens, serviços e todo o fluxo de informação que engloba o ponto de origem e de consumo de modo a ir de encontro às necessidades dos clientes (Crespo de Carvalho et al., 2012). As atividades logísticas podem ser divididas em três campos, a logística de entrada, de produção e de saída (Baudin, 2004; Droste & Deuse, 2012):

- **Logística de entrada:** corresponde às atividades realizadas entre os fornecedores de componentes e a fábrica de montagem. Embora não tenha impacto direto no prazo de entrega do pedido, é um potencial inibidor da capacidade de resposta do sistema;
- **Logística de produção:** todas as atividades desde o recebimento do produto até à sua expedição. Tem como objetivo oferecer suporte logístico eficiente para a produção através do planeamento de materiais, compreendendo todo o planeamento, execução e controlo de fluxo de materiais;
- **Logística de saída:** diz respeito à distribuição do produto acabado para jusante da cadeia de abastecimento. Está diretamente relacionado com a capacidade de resposta da organização face às necessidades dos clientes (Miemczyk & Holweg, 2004).

O desenvolvimento do presente projeto decorre essencialmente ao nível da logística de produção, apresentando um carácter orientado para os princípios *lean*. Os objetivos da logística de produção passam pela entrega dos materiais necessários, quando requeridos, na quantidade pretendida e convenientemente especificados para a produção (logística de entrada) e para o cliente (logística de saída) (Baudin, 2004). Uma orientação para a sincronização das atividades, do fluxo de produtos, e a consideração das necessidades do cliente, são requisitos fundamentais para a eliminação de desperdícios em forma de excesso de *stock* ou tempos de espera devido à escassez de material (Blecker & Abdelmalek, 2010).

Um sistema logístico eficiente requer padronização dos processos. Por isso é fundamental minimizar a variabilidade para criar processos estáveis e previsíveis (Droste & Deuse, 2012). Através de análises sistemáticas das condições de um sistema num determinado momento é possível traçar aquilo que se pretende obter e estabelecer ações de melhoria.

2.3. Ferramentas *Lean* aplicadas à Logística Industrial

Existe uma série de conceitos, abordagens e ferramentas *Lean* que são aplicadas ao nível da logística, aumentando a eficiência e eficácia das organizações e que de certo modo permitem atingir os objetivos explícitos anteriormente. De seguida encontram-se descritos alguns dos conceitos logísticos mais relevantes, tais como supermercado, comboio logístico, *picking*, bordo de linha e algumas ferramentas como diagrama de spaghetti e curva ABC aplicadas num contexto logístico.

2.3.1. Supermercado

O supermercado é uma área descentralizada da logística interna que consiste no aprovisionamento de inventário com divisões pré-definidas e é responsável pelo abastecimento do sistema *pull*. Pode também ser designado como *inventory buffer*, encontrando-se localizado entre processos (Kerber & Dreckshage, 2011). O supermercado é acionado pela procura, ou seja, à medida que as necessidades da produção são satisfeitas é necessário recolocar o material em falta. Desta forma, a oferta de peças pode ser ajustada de forma mais flexível a eventuais flutuações da produção, sendo que a entrega de pequenos lotes de material pode ser rapidamente revertida, enquanto no caso de lotes grandes torna-se um processo mais moroso. Através do princípio do supermercado existe um maior controlo visual para o operador logístico responsável pelo abastecimento e uma menor probabilidade de sobreprodução (Battini, Boysen, & Emde, 2013). A utilização deste princípio implica algumas regras básicas que conduzem ao seu correto funcionamento (Coimbra, 2009):

- Existência de uma localização fixa para cada produto;
- Aplicação do conceito do *picking* ao longo do supermercado;
- Gestão visual (identificação das localizações, esquema da disposição de material, etc.);
- Emprego do princípio do “*First in First Out*”.

Este tipo de armazenamento de material permite melhorar o fluxo logístico interno, disponibilizando o material necessário para o picking de forma mais acessível e organizada. Consequentemente a entrega de produto à zona de produção ou montagem é feita atempadamente, tendo sempre como base os princípios da filosofia *just-in-time*. Na indústria automóvel o princípio de supermercado torna-se vantajoso na medida em que permite satisfazer os requisitos das linhas, mesmo que o espaço nos postos de trabalho dos operadores seja escasso. A entrega de pequenos lotes de material facilita o seu armazenamento próximo da linha, permitindo os operadores acederem às peças de maneira ergonómica e eficiente, reduzindo pressão sobre a força de trabalho e economizando movimentações desnecessárias para obtenção do material (Emde & Boysen, 2012).

2.3.2. Comboio logístico

As empresas pretendem cada vez mais adaptar os seus processos logísticos aos princípios *Lean*, resultando na implementação de novos conceitos e soluções de fornecimento de material. O comboio logístico também pode ser conhecido como *mizusumashi* ou *in-plant milk run* e vem substituir a forma de transporte direto por uma circulação constante em vários pontos de entrega (Droste & Deuse, 2012). No sistema de empilhadores uma grande quantidade de material é transportada em paletes que são entregues diretamente no chão de fábrica próximo da zona de consumo (Alnahhal, Ridwan, & Noche, 2014). Contrariamente, o comboio logístico constitui um transporte flexível que permite movimentar pequenos lotes de material com alta frequência, acompanhando as necessidades das linhas de fabricação. O comboio logístico é um sistema de

transporte que opera de forma cíclica segundo um horário e rotas pré-definidas, abastecendo os pontos de procura estipulados no plano formulado (Brar & Saini, 2011). Deste modo é possível o estabelecimento de entregas padronizadas levando à criação de um processo de abastecimento mais eficiente.

O funcionamento do comboio logístico consiste num conjunto de etapas que funcionam de forma repetitiva e que permitem um fluxo de material contínuo:

- Carregamento do material na plataforma de transporte;
- Transporte do material para o *Point of use Storage* (PoU) seguindo as rotas fixas de transporte;
- Abastecimento do material nos locais de aprovisionamento específicos dos PoU's;
- Recolha das embalagens vazias;
- Transporte das embalagens vazias para o armazém;
- Colocação das embalagens vazias no respetivo local de aprovisionamento.

Por norma, são utilizadas plataformas com prateleiras que posteriormente são anexadas ao comboio logístico. O abastecimento do material nas linhas de fabricação geralmente é executado pelo próprio operador logístico. É fundamental a utilização de embalagens de aprovisionamento de material e que estas circulem de forma sincronizada com a produção. Para além disso é essencial efetuar o seu retorno visto que regressam para montante do processo, isto é, para o fornecedor ou *upstream* da cadeia de abastecimento (Droste & Deuse, 2012) (Figura 4).

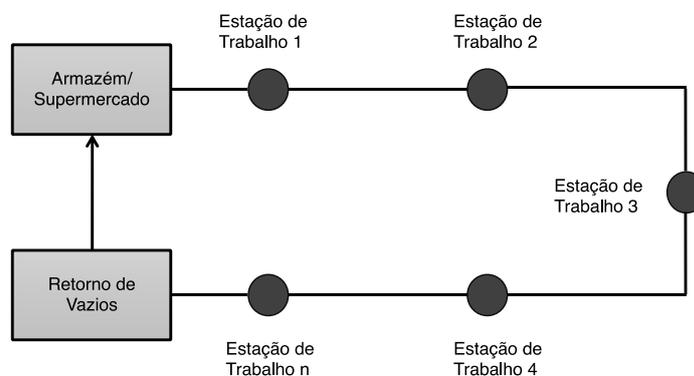


Figura 4 - Estrutura básica de aprovisionamento de material efetuado pelo comboio logístico (adaptado de Droste & Deuse, 2012).

2.3.3. *Picking*

Uma das atividades básicas dos sistemas logísticos é o processo de *picking* que se caracteriza fundamentalmente pela recolha de pequenas quantidades de material localizados no armazém, de modo a satisfazer as necessidades independentes da produção ou dos clientes (Goetschalckx & Ashayeri, 1989; Petersen & Aase, 2004). O processo de *picking* representa uma das atividades mais dispendiosas para a maioria dos armazéns, constituindo uma percentagem de cerca de 55 % dos seus custos totais (Dallari, Marchet, & Melacini, 2009).

Geralmente designadas como “*order picking*”, as ordens de *picking* envolvem a colocação do *stock* em localizações específicas, o conhecimento e calendarização dos requisitos das linhas de produção, a recolha dos produtos quando são necessários e posterior aprovisionamento num meio apropriado para o seu transporte (De Koster, Le-Duc, Roodbergen, & Koster, 2007). O principal objetivo deste processo consiste em maximizar o seu nível de serviço que está sujeito a restrições de recursos, como mão-de-obra, máquinas e capital (Goetschalckx & Ashayeri, 1989). O nível de serviço entende-se como a média e a variação do tempo de entrega do pedido, a integridade do pedido e a sua precisão. Minimizar o tempo de *picking* e torná-lo mais eficiente é, portanto, uma necessidade para qualquer sistema (De Koster et al., 2007).

Segundo os autores De Koster et al. (2007) entre todas as atividades, a viagem é aquela que contribui substancialmente para aumentar o tempo do processo, constituindo cerca de 50% do tempo total do processo como se pode visualizar na *Figura 5*.

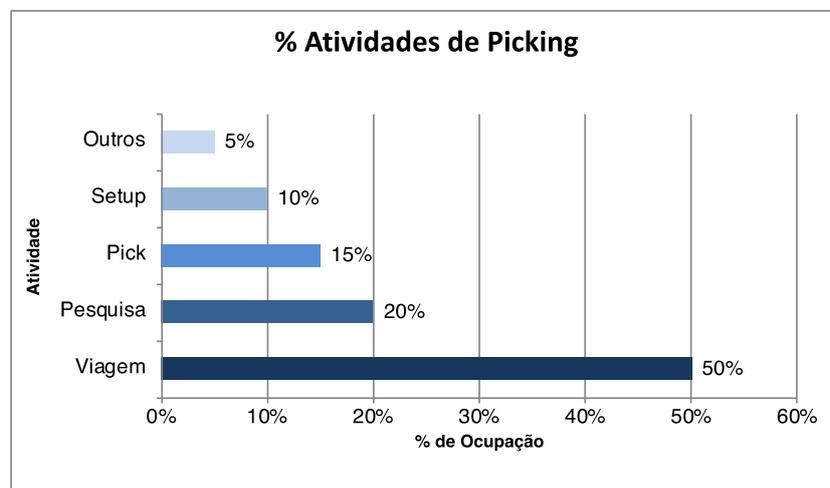


Figura 5 - Distribuição do tempo das atividades de *picking* (adaptado de De Koster et al., 2007).

O tempo de viagem constitui um desperdício de movimentação e é considerado uma atividade que não acrescenta valor ao processo, sendo que constitui o primeiro candidato a melhorias (Dukic & Oluic, 2007). Por outro lado, a separação dos pedidos tem sido identificada como a atividade mais trabalhosa e dispendiosa. A otimização deste princípio pode ser realizada através de políticas de realocação de itens e operações sem papel usando dispositivos de frequência de rádio (Dallari et al., 2009).

2.3.4. Bordo de linha

O bordo de linha corresponde ao espaço onde decorre o aprovisionamento de material que vai ser consumido na linha de produção e permite a criação de uma interface entre a produção e a logística, mantendo-os independentes um do outro (Mainsel & Santos, 2016). Através do bordo de linha é possível maximizar as tarefas de valor acrescentado na medida em que o material é colocado próximo do operador. O bordo de linha deve respeitar uma série de critérios de modo a que o seu propósito seja cumprido (Coimbra, 2009):

- O posicionamento do material no bordo de linha deve facilitar a atividade do responsável pelo abastecimento da produção;
- O posicionamento do material no bordo de linha deve reduzir o número de movimentações desnecessárias de *picking* por parte dos operadores;
- A reposição de material nas linhas de produção deve ser simplificada e intuitiva;
- O tempo necessário para a mudança de uma dada referência na produção, deve ser o mínimo possível.

Bordos de linha eficientes permitem minimizar movimentos desnecessários de pessoas, transporte de material e *stock* desnecessário, não descuidando da componente ergonômica do trabalho do operador (4Lean, 2017).

2.3.5. Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *spaghetti* é uma ferramenta simples que permite visualizar o movimento de pessoas ou máquinas ao longo de um processo, tornando visível movimentos desnecessários (Kaplan S, 2010; Wilson, 2010). Segundo Roser (2015) também pode ser aplicado ao nível de veículos automatizados (AGV's), no entanto é mais adequado a movimentações de pessoas porque os seus tempos de espera afetam mais a eficiência do processo do que os tempos de espera de máquinas. Quando se torna possível visualizar os caminhos de transporte é mais fácil identificar oportunidades para reduzir desperdícios (Tanco, Santos, Rodriguez, & Reich, 2013).

Esta técnica consiste basicamente em desenhar a área em estudo, representando os operadores e os movimentos de material num papel como se pode visualizar na Figura 6 (Feld, 2001). Podem ser utilizadas várias cores para representar os diferentes fluxos de pessoas, de componentes ou de partes (Roser, 2015). Assim torna-se possível que o observador identifique onde o operador se desloca, medindo as distâncias percorridas ou tempo despendido ao longo do processo em estudo (Bauer W., Ganschar O., & Gerlach S., 2014). É fundamentalmente um diagrama que tem como foco estabelecer um *layout* mais eficiente (Tanco et al., 2013).

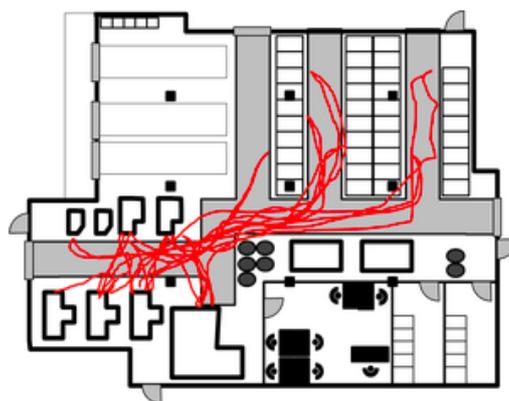


Figura 6 - Diagrama de Spaghetti (Roser,2015).

2.3.6. Curva ABC

A curva ABC é uma ferramenta usada há muitos anos no campo da economia e é frequentemente designada por curva de Pareto ou 80-20 (Herron, 1976). A classificação ABC utiliza o mesmo princípio do Diagrama de Pareto, que é uma das Sete Ferramentas da Qualidade e pode ser aplicada em diversas situações, como por exemplo:

- Gestão de Qualidade, na procura de causas e efeitos, onde se pretende identificar as principais causas que geram o maior número de defeitos;
- Gestão de Stocks, permitindo examinar o consumo de *Stock Keeping Units* (SKU), em valor monetário ou em quantidade, num determinado espaço de tempo, classificando-os em ordem decrescente de importância relativa (Vago et al., 2013).

Na Figura 7 encontra-se representada a Curva ABC que se obtém através da percentagem acumulativa. Verifica-se a divisão do gráfico em três classes de 20%, 30% e 50% que corresponde respetivamente a 80%, 15% e 5% Tomando em conta o segundo exemplo dado anteriormente, estes valores encontram-se associados à seguinte explicação (Carvalho, 1996):

- Cerca de 20 % dos componentes contribuem para aproximadamente 80% da faturação manuseada e armazenada num determinado período de tempo;
- Cerca de 30% dos componentes contribuem para aproximadamente 15% da faturação manuseada e armazenada num determinado período de tempo;
- Cerca de 50% dos componentes contribuem para aproximadamente 5% da faturação manuseada e armazenada num determinado período de tempo.

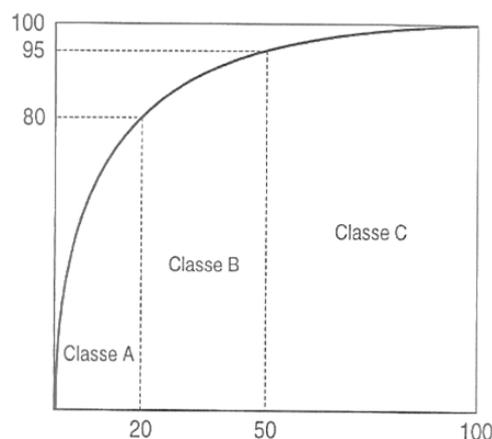


Figura 7 - Curva ABC (Crespo, 1996).

O uso desta ferramenta pode trazer grandes benefícios para os níveis de produtividade do *picking*, bem como o posicionamento dos materiais ao longo de um supermercado. É importante a atualização contínua da curva ABC para se efetuar uma correta e rápida identificação dos produtos que são utilizados com uma maior ou menor frequência, evitando deslocações desnecessárias.

2.4. Ergonomia

De acordo com a definição dada pela *International Ergonomics Association* (IEA) “é a disciplina científica que estuda as interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema” (IEA, 2000). A aplicação da ergonomia envolve diferentes contextos de trabalho desde a produção industrial, transportes, logística, medicina, forças armadas, entre outros, por isso torna-se fundamental identificar corretamente qual o problema que realmente precisa de ser resolvido no ambiente em estudo (Beevis, 2003; Daria, Martina, Alessandro, & Fabio, 2015). Os autores Zeff e Anderson (1964) analisaram um ambiente ruidoso de trabalho e concluíram que a causa real do desconforto dos recursos humanos era a combinação da temperatura ambiente, humidade e o seu vestuário. Outro estudo realizado por MacDonald (2000), no qual foram efetuadas mudanças nas estações de trabalho de uma célula produtiva, formações em segurança e no âmbito da ergonomia, verificou-se que apesar das melhorias implementadas, continuavam a ocorrer acidentes e lesões. Através de uma investigação aprofundada concluiu-se que os níveis de *stress* eram os principais responsáveis. Cada trabalho envolve uma série de tarefas, cada uma representando um conjunto específico de características ergonómicas a serem estudadas. O grande número de situações e diferentes exposições a serem consideradas podem tornar a avaliação ergonómica extremamente difícil (Kadefors & Forsman, 2000). Devido à série de desafios para aplicar os métodos ergonómicos, torna-se necessário (Stanton, Hedge, Brookhuis, Salas, & Hendrick, 2005):

- Desenvolver métodos que integrem noutros métodos;
- Aplicar métodos com teoria ergonómica;
- Facilitar a utilização dos métodos;
- Fornecer evidências de confiabilidade e validade dos métodos;
- Mostrar que os métodos fornecem intervenções eficazes;
- Encorajar os recursos humanos na aplicação destes métodos.

O desenvolvimento de um método ergonómico adequado é crucial para analisar como determinada atividade está a ser realizada. A utilização de, por exemplo, métodos físicos permite obter dados e explicações para a gestão de riscos de saúde dos recursos humanos (Stanton et al., 2005). Neste projeto a ergonomia é abordada num contexto específico, sendo que no tópico seguinte será abordada a ergonomia aplicada à logística interna.

2.5. Ergonomia na Logística Interna

A ergonomia num contexto aplicado à logística interna baseia-se no estudo da tensão física do operador causada pela movimentação de grandes quantidades de material e com um amplo espectro de carga heterogênea (Droste & Deuse, 2012). A Movimentação Manual de Cargas – *Manual Materials Handling* (MMH) é entendida como a atividade executada por um ou mais trabalhadores que inclui levantar, baixar, colocar, agarrar, empurrar, transportar ou deslocar uma

carga e é considerada como a principal causa de problemas músculo-esqueléticos, incapacidade e elevados custos (P. Paul F. M. Kuijer, Bart Visser, & Han C. G. Kemper, 1999). As abordagens predominantes para avaliar as tarefas ao longo das últimas décadas envolvem biomecânica, psicofísica e fisiologia e têm como objetivo reduzir incidentes de desordens lombares através da modificação de parâmetros da tarefa, tais como o peso da carga, frequência e distância de levantamento, entre outros (Dempsey & Mathiassen, 2006). Os métodos para avaliação da carga física exercida por determinado indivíduo enquadram-se nas seguintes categorias (Berlin & Adams, 2017):

- Análise baseada na biomecânica (NIOSH);
- Análise baseada na postura (OWAS);
- Análise baseada no meio envolvente (JSI).

Estes métodos fornecem uma espécie de guia de priorização, ajudando o analista a determinar quais os problemas a abordar primeiro.

2.5.1. Equação de NIOSH

A equação de NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) é uma das ferramentas quantitativas mais utilizadas na MMH e consiste na determinação do limite de peso recomendado – *Recommended Weight Limit* (RWL) (Dempsey & Mathiassen, 2006) (Figura 8):

$$LPR = CC * FH * FV * FD * FA * FF * FP \quad [1]$$

Sendo que:

CC = Carga Constante

FH = Fator de deslocamento horizontal

FV = Fator de deslocamento vertical

FD = Fator de distância

FA = Fator de assimetria

FF = Fator de frequência

FP = Fator de pega

Para cada valor do LPR está associado um índice de risco – *Lifting Index* (LI) que estima o nível de *stress* físico associado a uma determinada movimentação manual de cargas, onde $LI > 1$ indica um risco aumentado de lesão (Berlin & Adams, 2017):

$$\text{Índice de risco associado ao levantamento} = \frac{L}{LPR} = \frac{\text{Peso da carga levantada}}{\text{Limite de peso recomendado}} \quad [2]$$

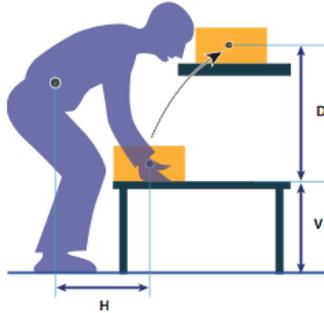


Figura 8 – Esquema da Equação de NIOSH (Berlin & Adams, 2017).

A abordagem de NIOSH orienta-se a tarefas individuais, e por isso quando aplicada a um cenário mais abrangente para resultar num valor de critério mais favorável, acaba por diminuir o risco geral de trabalho, tornando-se pouco viável (Dempsey & Mathiassen, 2006). Existem casos onde a equação não deve ser aplicada como por exemplo, quando se recolhe a carga com apenas uma mão, quando a tarefa de trabalho se prolonga por mais de 8 horas, quando o indivíduo se encontra de joelhos ou sentado, entre outros (Berlin & Adams, 2017).

2.5.2. OAW (*Ovako Working Posture Analyzing System*)

Existem outras metodologias mais amplas para avaliações posturais de trabalho baseadas em amostras de trabalho, como por exemplo o *Ovako Working Posture Analyzing System*. Esta ferramenta utiliza quatro categorias na avaliação postural que são utilizadas para classificar o nível de atenção que deve ser dada a determinada tarefa (Christopher Brandl, Alexander Mertens, & Christopher M. Schlick, 2017; Karhu, Kansil, & Kuorinka, 1977):

- Classe 1 = é aceitável e, portanto, as posturas de trabalho não precisam de ser corrigidas;
- Classe 2 = pode ter um efeito prejudicial no sistema músculo-esquelético e, portanto, devem ser tomadas medidas corretivas num futuro próximo;
- Classe 3 = tem um efeito prejudicial no sistema músculo-esquelético e, por isso, devem ser tomadas medidas corretivas o mais rápido possível;
- Classe 4 = tem um efeito muito prejudicial no sistema músculo-esquelético e, por isso, medidas corretivas devem ser tomadas imediatamente;

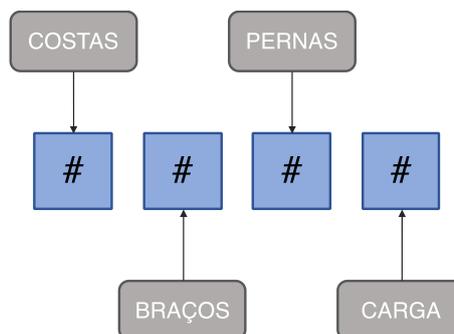


Figura 9 - Classificação de OWAS (Berlin & Adams, 2017).

O resultado corresponde a uma classificação que origina um código de quatro dígitos descrevendo a postura adotada na realização de uma determinada tarefa, onde o primeiro valor corresponde às costas, o segundo aos braços, o terceiro às pernas e o último valor ao peso ou carga externa (Berlin & Adams, 2017). Consoante a classificação atribuída a cada parcela é atribuída uma categoria de ação (Christopher Brandl et al., 2017).

2.5.3. JSI (*Job Strain Index*)

Método utilizado para identificar riscos de lesões durante tarefas de trabalho, especialmente orientado para as extremidades superiores (pulsos e mãos). Torna-se especialmente benéfico quando se analisa trabalhos repetitivos (Moore & Garg, 1995). Este método tem em conta os seguintes parâmetros:

- Intensidade de esforço (IE);
- Duração de esforço (DE);
- Esforços/minuto (EM);
- Postura (HWP);
- Velocidade de trabalho (SW);
- Duração tarefa/dia (DD).

$$JSI = IE * DE * EM * HWP * SW * DD \quad [3]$$

O valor de cada um dos seis fatores é ponderado tendo em conta tabelas de critérios biomecânicos, fisiológicos, epidemiológicos e psicológicos. A pontuação resultante da equação indica o risco de desenvolver um distúrbio na extremidade superior (Berlin & Adams, 2017).

3. Apresentação da Empresa

Para o enquadramento do projeto é necessário a compreensão do ambiente envolvente e dos processos internos. De seguida encontra-se uma breve descrição do Grupo Renault, da fábrica Renault CACIA, os respetivos produtos fabricados e por fim uma descrição mais detalhada do departamento onde se insere o projeto, o Departamento de Logística Industrial (DLI). Serão abordados temas relevantes para o projeto, tais como as embalagens de aprovisionamento de material, o processo de receção e aprovisionamento, os meios de movimentação internos e as plataformas de transporte utilizadas internamente.

3.1. Grupo Renault

Fundada em 1898, a Renault é um grupo internacional multimarca de origem francesa. Reconhecida mundialmente pelo fabrico e comercialização de veículos particulares e utilitários em 128 países, conta com mais de 122 000 colaboradores que estão encarregues de imaginar, conceber, fabricar e comercializar os veículos. A Renault possui 37 fábricas de produção localizadas em 17 países, adotando uma estrutura descentralizada de decisões e responsabilidades o que lhe permite produzir mais perto dos seus clientes e favorecer a integração local. Todos os locais de produção da empresa Renault apresentam o mesmo sistema de produção de modo a que os processos de fabrico sejam *standard* e por isso as exigências são as mesmas para a performance, qualidade de produção e respeito pelos princípios de desenvolvimento sustentável (Renault, 2017).

Em 1999, a necessidade de conquistar novos mercados e afirmar a sua posição internacionalmente levou à formação de uma aliança com o construtor japonês Nissan, originando a *Alliance Production Way* (APW). As duas empresas uniram-se tendo como base três princípios: o respeito pela identidade de cada empresa, respeito pela autonomia e 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. Em 2016 foi a altura da Mitsubishi integrar neste 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 (Lopes, 2017). A nova estratégia da Aliança assenta principalmente na disponibilização da oferta de um serviço de transporte de pessoas com veículos robotizados.

3.2. Renault CACIA

A Renault CACIA, Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel, é um dos 37 locais de produção da Renault. Fundada em Setembro de 1981, a fábrica está localizada num dos mais importantes centros industriais de Portugal – Aveiro – onde a convergência de acessos é favorecida pela geografia, dinamizando a indústria e consequentemente, contribuindo para os índices de desenvolvimento económico (Cacia, 2017). Situada num complexo industrial de 300 000 m² (Figura 10) apresenta um valor de ativos de 378 milhões de euros com um conjunto de 670 máquinas, 67 robots e 15 centrais de fluídos, que em conjunto possibilitam a existência de mais de 25 tecnologias mecânicas (Cacia, 2017).



Figura 10 - Vista aérea da fábrica Renault CACIA (1. Recepção; 2. Direção; 3. Caixas de Velocidades; 4. Armazéns; 5. Componentes Mecânicos; 6. Oficina Central; 7. Central de Fluidos; 8. Tratamentos Térmicos; 9. ETAR; 10. Posto Médico/Restaurante; 11. Campus CCD.

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.

3.2.1. Produtos

A Renault Cacia desenvolve veículos que respondem às necessidades dos mercados e dos clientes, apresentando uma gama mecânica que permite uma centena de combinações entre motores e caixas de velocidades (Cacia, 2017). A fábrica apresenta dois sectores distintos. O setor das caixas de velocidades que produz essencialmente dois tipos de caixas de velocidades (A e B, respetivamente da Figura 11) para veículos particulares e utilitários. No setor dos CM, partindo de peças em bruto de origem externa, a fábrica dispõe de centros de maquinação que fabricam componentes para caixas de velocidades e motores, produzindo maioritariamente bombas de óleo e árvores de equilibragem (C e D, respetivamente da Figura 11) (Renault, CACIA, 2017).

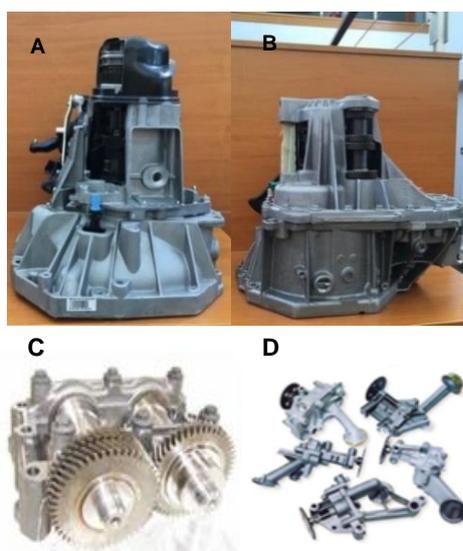


Figura 11 - Produtos Renault Cacia (A - CV JR, B - CV ND, C - AEQ, D - Bomba de Óleo).

Estes produtos são considerados estratégicos para a fábrica na medida em que representam a maior parte do volume de negócios. Entre o ano de 2016 e 2017 como se pode visualizar na Tabela 2, a empresa aumentou a sua produção consideravelmente em praticamente todos os produtos líder, destacando-se as árvores de equilibragem TT com um aumento de produção de 48 % e as caixas de velocidades JR com um aumento de 29 %. No caso das caixas de velocidade ND, apresentam um decréscimo de produção de 47 %, visto que é um produto que deixará de ser produzido brevemente, dando lugar a um novo tipo de caixa de velocidades, a JT4.

Tabela 2 - Produção Renault CACIA 2016-2017.

	Produto	Produção Total 2016 e 2017	Diferença Percentual entre 2016 e 2017
Caixas de Velocidades	ND	145 491	-47%
	JR	1 164 854	29%
Componentes Mecânicos	Árvore Equilibragem TT	96 975	48%
	Árvore Equilibragem ST	36 507	12%
	Bomba de Óleo H	907 000	25%

Atualmente, a totalidade de produtos da fábrica são exportados para 4 continentes, e distribuídos por 14 países: Espanha, França, Inglaterra, Irão, Roménia, Turquia, Marrocos, Rússia, Chile, Brasil, Índia, Indonésia, Tailândia e África do Sul.

3.2.2. Departamento de fabricação/produção

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** – pinhões peça branca e negra; **AT2** – cárteres; **AT3** e **AT4** – componentes mecânicos e bombas de óleo; **AT5** – montagem de caixas de velocidades). Cada *atelier* é composto por:

- **Unidade Elementar de Trabalho (UET):** pode corresponder a uma linha de maquinação ou de montagem 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.

A estrutura organizacional adotada permite o correto funcionamento dos seus diversos processos e uma transversalidade da informação desde os gestores de topo até aos colaboradores.

3.2.3. Departamento de Logística Industrial (DLI)

O DLI programa e coordena os fluxos de aprovisionamento, os programas de fabricação e as expedições, com o objetivo de satisfazer as necessidades dos clientes com a quantidade, diversidade e prazo estipulado, tendo como foco o menor custo possível. A logística enquadra-se na categoria de departamentos de suporte e subdivide-se em três *ateliers* distintos:

- **Receção Administrativa ou Transportes:** é fundamentalmente responsável pela entrada dos produtos em fábrica, tratando de toda a informação e documentação legal. Para além disso, trata da colocação dos produtos adquiridos nos armazéns específicos e a expedição do produto acabado após ter passado por todo o processo produtivo;
- **Gestão de Produção e Inventários:** os técnicos de gestão de produção e inventários são responsáveis por suprimir as flutuações dos pedidos dos clientes e conseqüentemente definir quantidades máximas para a produção. Planeiam e controlam toda a produção e gerem todo o *stock* existente na fábrica;
- **Progresso logístico – Armazéns e Projetos:** é responsável pelo abastecimento de todas as linhas de maquinação e montagem, pelo controlo dos armazéns da fábrica e pelo desenvolvimento de novas metodologias para melhorar o processo de abastecimento das linhas de fabricação.

O presente projeto decorre essencialmente no âmbito do progresso logístico e armazéns.

3.3. Embalagens Renault e os seus meios de movimentação

Uma vez que o Grupo Renault apresenta uma grande diversidade de componentes, a empresa adotou uma estratégia em relação às embalagens utilizadas, criando um conjunto de embalagens com dimensões *standard* e disponibilizando-as a todas as empresas internas e externas ao grupo (maioritariamente fornecedores). Pretendeu-se com isto a redução da diversidade de embalagens que circulam em fábrica e consecutivamente a redução de custos logísticos. Para além disto, a Renault pretende reduzir a quantidade de caixas de cartão, tentando chegar a um acordo com todos os seus fornecedores para que eles usem apenas as caixas *standard* (caixas de plástico), levando à redução de parte da sua pegada ecológica.

O processo de gestão das embalagens é feito através dos centros distribuídos pela Europa denominados de *Renault Standard Packing* onde as embalagens são recebidas, lavadas e reparadas caso necessário e posteriormente enviadas novamente para o fornecedor que irá responder aos pedidos da Renault. Estas embalagens são designadas de embalagens *Pull*, e podem ser agrupadas em dois tipos:

- **Pequenas Embalagens (PE):** designadas tecnicamente por *Unité de Conditionnement* (UC) são embalagens de pequenas dimensões que podem ser de plástico ou cartão (A, B, C, D, E e F, respetivamente da *Figura 12*). Podem ser manuseadas pelo operador sem o auxílio de meios de elevação, no entanto em situações de manuseamento de um conjunto de PE's torna-se necessário o uso de empilhador ou comboio logístico. Por questões de ergonomia estas embalagens não devem exceder um peso total superior a 15 kg.



Figura 12 - Pequenas Embalagens (A – BAC – O – 4312, B – BAC – O – 4325, C – BAC – O – 6423, D – CAR – S – 2110, E – CAR – G *15, F – CAR – G *14).

- **Grandes Embalagens (GE):** designadas tecnicamente por *Unité de Manutention* (UM) são embalagens maioritariamente em metal ou cartão e são utilizadas para condicionar componentes volumosos e/ou pesados (G e H, respetivamente da *Figura 13*). Devido ao seu peso e dimensões a sua manipulação requer o uso de empilhadores.



Figura 13 - Grandes Embalagens (G – SLI -- 0770, H – CAR – S*2990).

O presente projeto incide fundamentalmente no processo de abastecimento de PE's às linhas de fabricação.

3.3.1. Receção e aprovisionamento de PE's

O processo de receção das embalagens decorre no cais de descarga e a Receção Administrativa (RA) está encarregue de verificar todo o material que chegou à fábrica. Em simultâneo reporta ao programa *Gestion Production Intégrée* (GPI) o stock de material atualizado e posteriormente identifica cada palete de material com uma etiqueta Galia (documento interno da Renault CACIA) na Figura 14. Esta etiqueta de identificação contém informações importantes sobre a origem da peça, a data de chegada e a hora do dia, quantidade de peças total da paleta, tipo de embalagem e localização de armazenamento no respetivo armazém. O seu papel é fundamental, porque para além de constituir o “bilhete de identidade” interno da fábrica, permite a rastreabilidade do material a nível externo, isto é, qualquer agente do grupo Renault poderá ter acesso às informações do material ao longo da cadeia de valor.

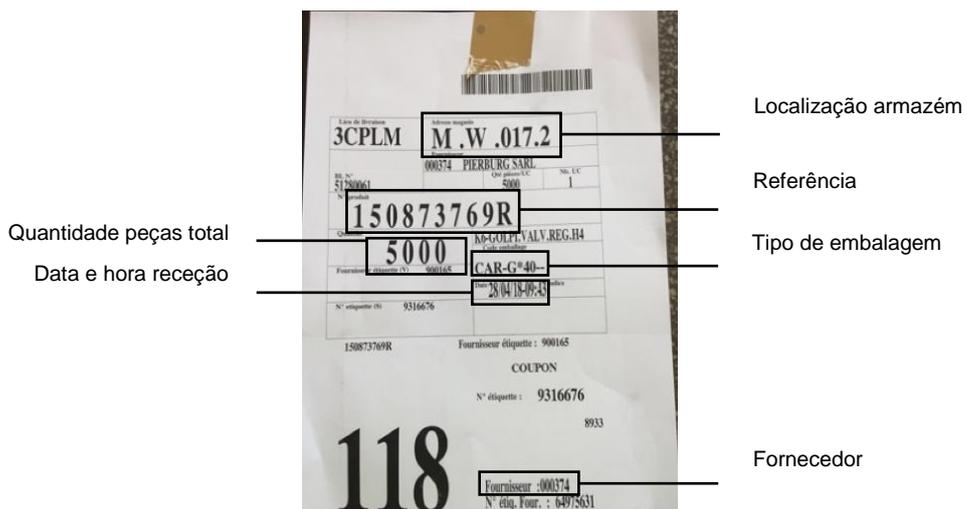


Figura 14 – Galia.

Após concluir este processo, o material é transportado para o respetivo armazém, sendo colocado numa localização específica que se encontra devidamente identificada. As pequenas embalagens são maioritariamente armazenadas em estantes que apresentam vários níveis de altura. Visto que as PE's apresentam uma grande rotatividade são colocadas em níveis de fácil acesso, por norma a uma altura mínima de 500 mm e máxima de 1500 mm. Esses níveis apresentam um conjunto de pistas com rolamentos que permitem o funcionamento do princípio FIFO. As paletes de PE's são armazenadas maioritariamente nos níveis superiores da estante (nível 3, nível 4 ou nível 5). Os seus locais de aprovisionamento encontram-se devidamente identificados, estando localizados acima do material que já se encontra na pista para consumo direto.

3.3.2. Meios de movimentação das PE's

A Renault dispõe de um conjunto de meios de movimentação e plataformas de transporte para efetuar a movimentação das embalagens do armazém para as linhas de fabricação.

O empilhador constitui o meio de transporte de material mais usado no armazém, permitindo efetuar o transporte de cargas pesadas e o empilhamento de *stock* em altura. Este meio apenas pode ser utilizado no armazém, visto que é um perigo para a segurança dos operadores do setor da fabricação. Está em curso um projeto na Renault CACIA que tem como objetivo eliminar todos os empilhadores que circulam fora da área de armazém. Atualmente apenas se encontra em circulação um empilhador que executa o transporte de material bruto com elevado peso.

Para o abastecimento das necessidades das diversas Unidades Elementares de Trabalho (UET'S) é utilizado o comboio logístico, conhecido internamente como *charlatte*, que é um meio de movimentação elétrico no qual são anexadas plataformas de transporte de material. A capacidade máxima de plataformas que pode carregar varia entre 3 e 4, dependendo dos tipos de plataforma (caso sejam bases rolantes ou contentores podem ser 4, no entanto se forem estantes móveis apenas 3 estantes) e podem ser de vários tipos:

- **Contentores:** são utilizados principalmente para movimentar elevadas cargas, como por exemplo transporte de brutos e produto acabado. Existem casos excecionais onde se pode efetuar o transporte de PE's, tornando-se um meio de movimentação pouco viável. Neste caso existe uma série de referências aprovisionadas num mesmo contentor, tornando-se a sua distinção um processo demorado. Para além disso, para colocar/retirar embalagens é necessário manusear um dos lados do contentor que sobe/desce, constituindo um movimento acrescido no trabalho do operador. Em termos ergonómicos é favorável visto que a sua base se encontra a uma altura de 670 mm do solo, permitindo que as embalagens sejam colocadas a uma altura que evita esforços por parte do operador logístico.



Figura 15 – Contentores.

- Bases Rolantes Planas:** as bases rolantes são uma plataforma de transporte flexível, na medida em que permitem o transporte tanto de brutos e produto acabado, como de PE's. Apesar disso, apresentam algumas desvantagens no que diz respeito a assuntos de segurança e ergonomia. Visto que é apenas uma base que não tem superfícies laterais, o risco de queda de embalagens é aumentado em determinados casos, gerando situações de sucata e conseqüentemente custos incorridos de desperdício. Para além disso, a base tem início a uma altura de 320 mm do solo conduzindo a casos de embalagens que se encontram a uma altura muito baixa para o operador efetuar o *picking* e conseqüentemente a recolha da embalagem para o abastecimento na linha, aumentando a probabilidade de lesões.



Figura 16 - Base Rolante.

- Estantes Móveis:** meio de movimentação de embalagens mais recente, orientado fundamentalmente para transporte de PE's. As estantes móveis vieram preencher as lacunas dos contentores e bases rolantes planas no transporte de embalagens e melhorar o processo de abastecimento às linhas de fabricação. As estantes são constituídas por diversos níveis na vertical, sendo que o primeiro nível de aprovisionamento de embalagens se encontra a uma altura de 500 mm e o último nível a menos de 1500 mm, permitindo que o trabalhador não efetue movimentos tão esforçados. Cada um dos níveis apresenta um conjunto de pistas distintas com rolos, de modo a que as embalagens estejam organizadas por referência e que cumpram o princípio do FIFO. Quando o operador coloca/retira embalagens apenas pode

movimentar uma embalagem, ao invés das outras plataformas que poderia movimentar 2 ou até 3 embalagens de uma vez. O risco de queda de material é consideravelmente menor. Por fim, a base das estantes tem um sistema giratório que permite que o operador efetue um processo de picking de forma mais eficiente, podendo recolher peças de ambos os lados do armazém sem ter que efetuar movimentos desnecessários. A mesma funcionalidade aplica-se ao abastecimento das linhas.



Figura 17 - Estantes móveis.

- **AGV (*Automated Guided Vehicle*)**: recentemente foram implementados sistemas de transporte automáticos que transportam material bruto com peso elevado, material maquinado, produto acabado e contentores vazios. Através deste meio de transporte é possível movimentar material de forma automatizada sem necessidade de esforço humano. Numa perspetiva futura, pretende-se também alargar a utilização do AGV para os POE's, com o objetivo de diminuir o fluxo de circulação do comboio logístico. No entanto esse processo permanece em *standby*, continuando a ser executado por apenas um operador logístico que está encarregue de efetuar toda atividade envolvente, desde o manuseamento do material a ser levado no comboio logístico até ao abastecimento no seu respetivo ponto de procura, neste caso, no posto de trabalho das UET's.



Figura 18 - AGV (Automated Guided Vehicle).

A diversidade de meios e plataformas de transporte de material nem sempre constitui uma vantagem para a eficiência do processo. Um dos objetivos da Renault a longo prazo consiste na eliminação do comboio logístico e circulação de apenas AGV's.

4. Desenvolvimento do projeto

Neste capítulo é abordado o projeto de forma detalhada e consoante a metodologia definida. Foi fundamental uma abordagem inicial pormenorizada de forma a entender quais seriam os principais inibidores da eficiência do processo e que conseqüentemente tinham mais potencialidade para melhorias. Ao longo do capítulo serão descritas as limitações identificadas, as soluções mais adequadas e o resultado da sua implementação.

4.1. Contexto do projeto

O projeto em questão insere-se no departamento de fabricação dos CM e respetivo armazém, representando ambos uma área total de cerca de 21 600 m². O setor dos componentes mecânicos engloba o *atelier* AT3 e AT4 que são constituídos por um total de 22 UET's. Na Figura 19 encontra-se representado o *layout* do setor dos CM apresentando toda a área de fabricação e a localização do armazém.

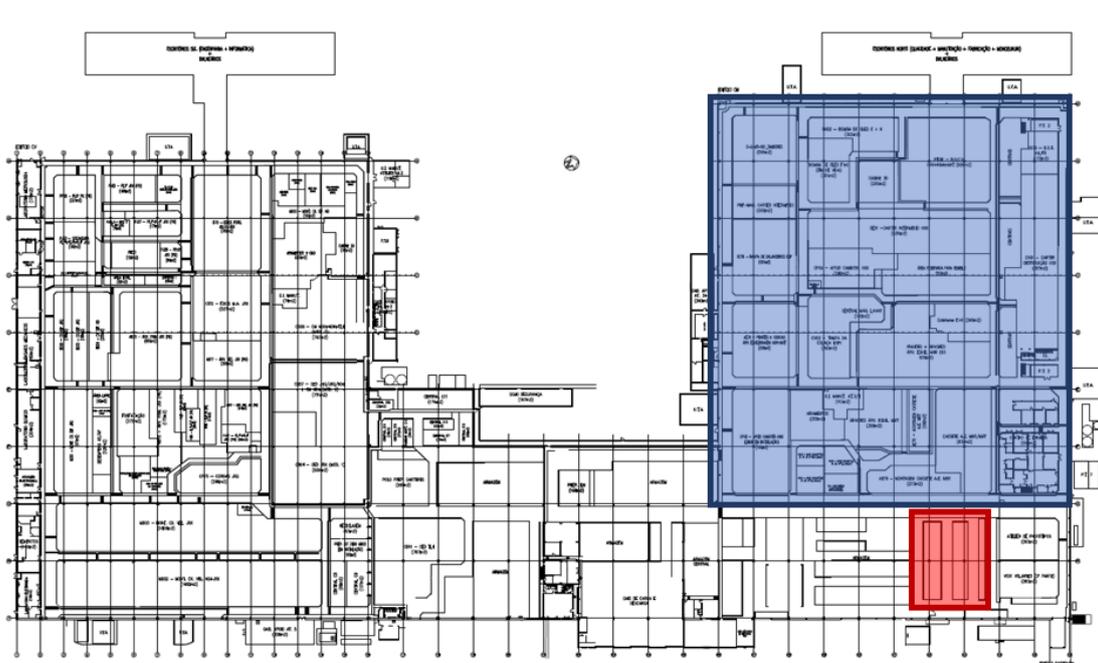


Figura 19 – Layout setor dos CM e respetivo armazém (Azul - linhas de fabricação, Vermelho – armazém).

A transferência de material entre zona de fabricação e armazém é da inteira responsabilidade da logística interna da fábrica que efetua o abastecimento dos produtos em bruto e POE's e está encarregue de todas as movimentações de peças maquinadas entre operações, produtos intermédios, produto acabado e contentores/caixas vazias. Por isso é fundamental que a logística tenha a capacidade de determinar corretamente e antecipadamente as necessidades das linhas de fabricação, para que deste modo nunca incorra na probabilidade das linhas pararem por falta de material. Atualmente são abastecidas com POE's 10 UET's do setor do CM. As zonas de abastecimento apresentadas na Figura 20 dizem respeito à Árvore de Equilibragem, Rampa de

Balanceiros, Tambores, BSE, *Smelle*, Tampa da Culassa, Bomba de Óleo K e Bomba de Óleo VOP (H, R e M). Existem outros tipos de bombas de óleo abastecidas por POE's que não serão abordadas neste projeto porque se encontram em fim de vida e não são abastecidas pelo operador logístico em estudo (Bomba de Óleo F, G, M), por isso serão apenas estudados os fluxos de abastecimento dos POE's das 8 UET's da Figura 20. As zonas de aprovisionamento de cada UET estão assinaladas com os círculos da respetiva cor.

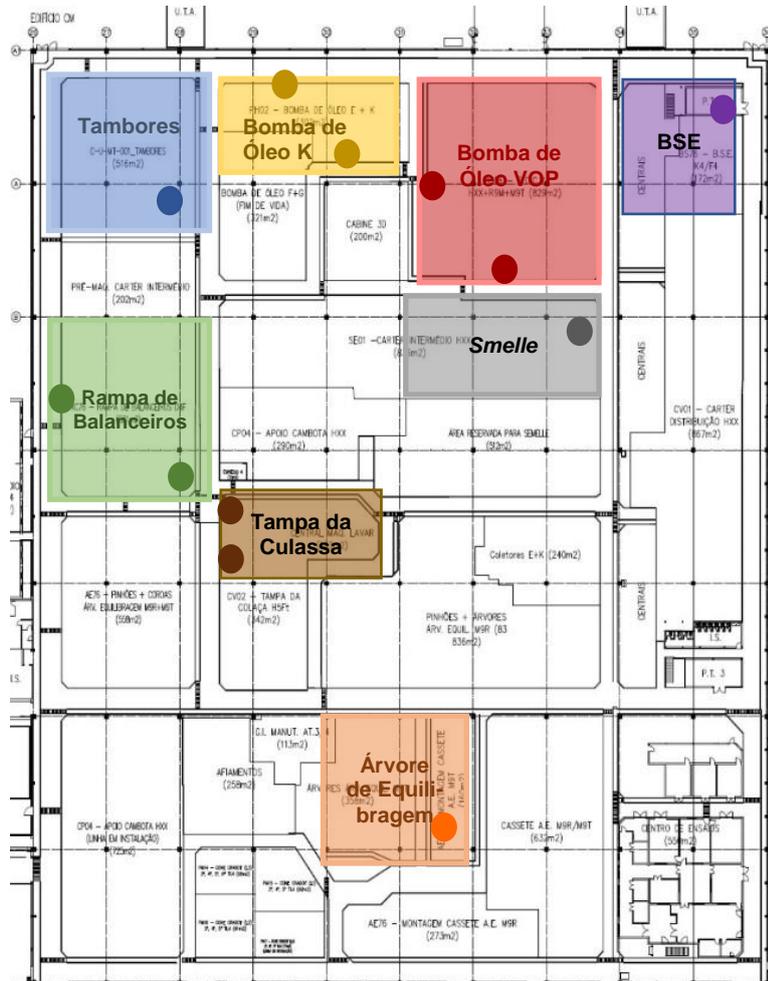


Figura 20 - UET's abastecidas por POE's.

- Bomba de Óleo K (K):** constituída por 2 linhas de fabricação que em conjunto efetuam a montagem das bombas de óleo do tipo K. Abastecida por 15 referências de POE's que incorporam nas bombas. O transporte dos componentes é efetuado por dois contentores na linha 2 e uma estante móvel na linha 1. Os locais de aprovisionamento das embalagens são mesas, estantes fixas ou calhas que alimentam diretamente as linhas. A estante móvel que abastece a linha 1 funciona de acordo com o sistema de troca de estante vazia por estante cheia.
- Bomba de Óleo VOP (VOP):** a bomba de óleo VOP é constituída por 2 variantes, a bomba VOP tipo H e a bomba VOP tipo RM, que dão origem a produtos com diferentes finalidades.

Ambas são produzidas pelas duas linhas de fabricação, no entanto a linha 1 tende a produzir maioritariamente o tipo H. Na linha 2 é produzido o tipo de bomba H e RM e é efetuada a montagem das tampas da VOP. São abastecidas 25 referências de POE's na linha 1 e 34 referências de POE's na linha 2, sendo que não se verifica distinção entre o tipo de bomba H e RM no seu transporte e abastecimento. Atualmente os componentes são transportados por uma base rolante (linha 2), um contentor (linha 2) e duas estantes móveis (linha 1 e linha 2, sendo que a estante da linha 2 funciona segundo o princípio troca de estante vazia por cheia). Os tipos de aprovisionamento na linha variam entre estantes fixas, alimentadores (calhas pequenas ou um pequeno suporte para alimentação direta das máquinas) e tubos incorporados na linha para acesso direto dos operadores das linhas.

- **Árvore de Equilibragem (AEQ):** apresenta dois tipos (M9T e M9R), no entanto atualmente apenas se produz o M9T. São abastecidas 11 referências de POE's nesta UET que são transportadas por uma base rolante e posteriormente aprovisionados em estantes fixas, mesas e tubos.
- **Tampa da Culassa (TC):** constituída por 2 linhas de fabricação que fazem a sua montagem de forma idêntica. Nesta UET são abastecidas 6 referências de POE's transportadas numa base rolante e são armazenadas em estantes fixas de grande dimensão ligadas diretamente às linhas.
- **Rampa de Balanceiros (RB):** abastecida por 5 referências de POE's que são transportadas por um contentor e uma base rolante. Os locais de aprovisionamento são uma estante fixa e suportes anexados diretamente à máquina, localizados em extremos opostos da UET.
- **SMELLE:** UET abastecida com 5 referências transportadas numa base rolante e que são colocadas num suporte fixo por baixo da linha de fabricação.
- **BSE:** abastecida por 2 referências que são aprovisionadas no mesmo local (mesa) e movimentadas num contentor.
- **Tambores (TB):** são abastecidos por 2 referências transportadas num contentor e que são posteriormente colocadas pelo operador logístico em duas calhas anexadas diretamente à linha de produção.

Após a identificação e análise dos vários pontos de abastecimento das 8 UET's a abastecer tornou-se necessário compreender o processo de abastecimento desde o armazém até às linhas.

4.2. Processo de abastecimento das linhas de fabricação

No processo atual de abastecimento dos POE's, existe um plano que contém uma série de informações relativas ao seu horário de início, término e respetiva duração, as referências transportadas nessa volta, a quantidade de cada referência e o local da UET onde o material será deixado (Anexo A e B). Existem 4 planos de abastecimento para os operadores dos diferentes turnos (manhã, tarde, noite e fim-de-semana) que se encontram encadeados de modo a garantir o correto

funcionamento do processo (Anexo A). Em cada turno são efetuadas 6 voltas/percursos distintos que abastecem os diversos pontos das UET's com o material requerido, permitindo um fluxo de abastecimento contínuo com intervalos de tempo intercalados entre 4 ou 8 horas, consoante as necessidades das linhas de fabricação (Figura 21).

De seguida encontra-se esquematizado o atual plano de abastecimento apresentado a volta de abastecimento com as respetivas UET's a abastecer, o tipo de plataforma de transporte que movimenta o material desde o armazém até à respetiva linha e uma informação complementar que identifica as voltas que são abastecidas em intervalos de 4 ou 8 horas.

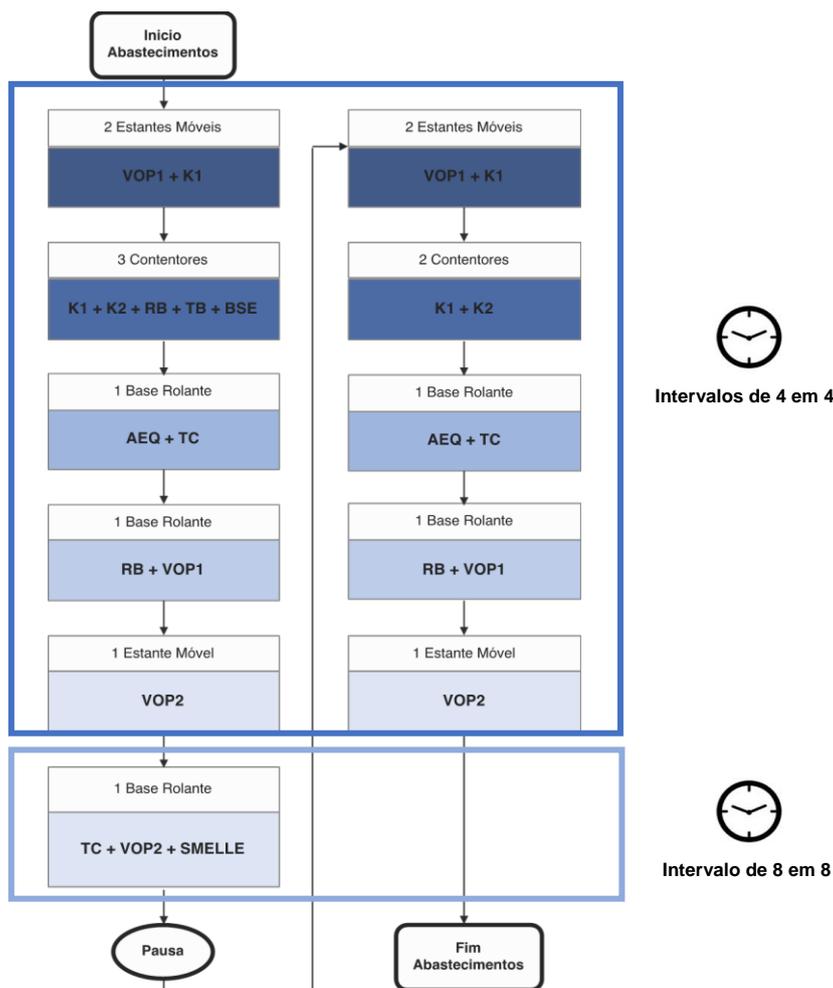


Figura 21 - Ordem de abastecimentos ao longo de um turno.

O processo de abastecimento das linhas de fabricação funciona de forma cíclica entre a zona do armazém e de fabricação:

1. No início de cada turno o operador logístico dirige-se para o *charlatte* e consulta o plano de abastecimento. Após identificar a primeira volta a executar, dirige-se à doca onde se encontram as plataformas de transporte (bases rolantes, contentores e estantes móveis) com o material já recarregado pelo operador logístico do turno anterior e anexa a plataforma de transporte da respetiva volta ao *charlatte*. O operador logístico inicia o percurso abastecendo as UET's consoante a ordem estabelecida no plano de abastecimento.

Sempre que abastece os locais de provisionamento das embalagens de material nas linhas, recolhe as caixas vazias e coloca na plataforma de transporte para serem levados de volta ao armazém.

2. Regresso ao armazém onde irá reabastecer a plataforma de transporte com o material em falta (que foi deixado nas linhas). Neste processo o operador vai consultando o plano de abastecimento para ver a quantidade de caixas que necessita de colocar para obedecer às quantidades definidas, respeitando sempre o FIFO. À medida que vai utilizando o material, se este acabar é necessário abrir uma palete de material novo e o operador tem que efetuar a sua destocagem no sistema, ou seja colocar informaticamente os dados relativos à referência de modo a que se dê baixa das quantidades deste material no *stock*. Caso o material não esteja ao alcance do operador logístico, este terá que contactar com o operador do AGV que se encontra nas proximidades do supermercado e terá que esperar que ele desça o material com empilhador. Para além disso retira as caixas vazias da estante e coloca numa zona específica para vazios no armazém (caixas standard da Renault sem material para serem reencaminhas para o centro de distribuição).
3. Concluindo esta etapa, dirige-se novamente à doca para deixar a estante já recarregada e atrela a plataforma de transporte da próxima volta, dando início ao próximo abastecimento, e assim sucessivamente.
4. No final do seu turno, o operador verifica as pistas do supermercado, e reabastece tudo o que está em falta. Este processo de reabastecimento do supermercado pode também ser efetuado ao longo do turno como foi referido anteriormente no caso de o operador necessitar de material e este tiver acabado.

Após a compressão do processo global de abastecimento das linhas de fabricação tornou-se necessário efetuar uma análise detalhada de todas as atividades realizadas de modo a identificar o seu potencial de melhoria. Por isso, no tópico seguinte será efetuado um estudo das atividades para identificação dos problemas.

4.3. Estudo das atividades do operador logístico

De modo a captar o máximo de informação do processo de abastecimento foram utilizadas duas técnicas de descoberta de processos, baseada em evidências e baseada em entrevistas (Dave, 2017). O primeiro passo consistiu na análise documental através da FOS (*Operation Standard Paper*) do processo e observação das atividades do operador logístico. Foram também efetuadas entrevistas aos operadores dos 3 turnos permitindo a recolha de informação adicional e a perceção das suas principais dificuldades.

O processo de abastecimento dos POE's é considerado um dos postos de abastecimento mais complexos, não só pela quantidade de referências de componentes mecânicos existentes (105 referências), mas também pelo conjunto de percursos diferentes que o operador necessita saber

para transportar o material correto para cada UET. Para além disso, todas as tarefas deste processo são executadas por apenas um operador:

- Carregar o contentor/base rolante plana ou estante móvel;
- Viagens entre armazém - linhas de fabricação - armazém;
- Destocar o material;
- Reabastecer as pistas do armazém (supermercado);
- Arrumar do local.

Após uma primeira abordagem ao processo, o segundo passo consistiu numa contabilização do tempo despendido em cada uma das atividades do operador logístico. Foram registados tempos de dois turnos (manhã e tarde) da volta da Árvore de Equilíbrio (AEQ) e Tampa da Culassa (TC). Esta volta abastece apenas duas UET's, perfazendo um total de 13 referências e 85 PE's (Anexo B). Na Figura 22 encontra-se a percentagem de tempo despendido em cada uma das atividades.

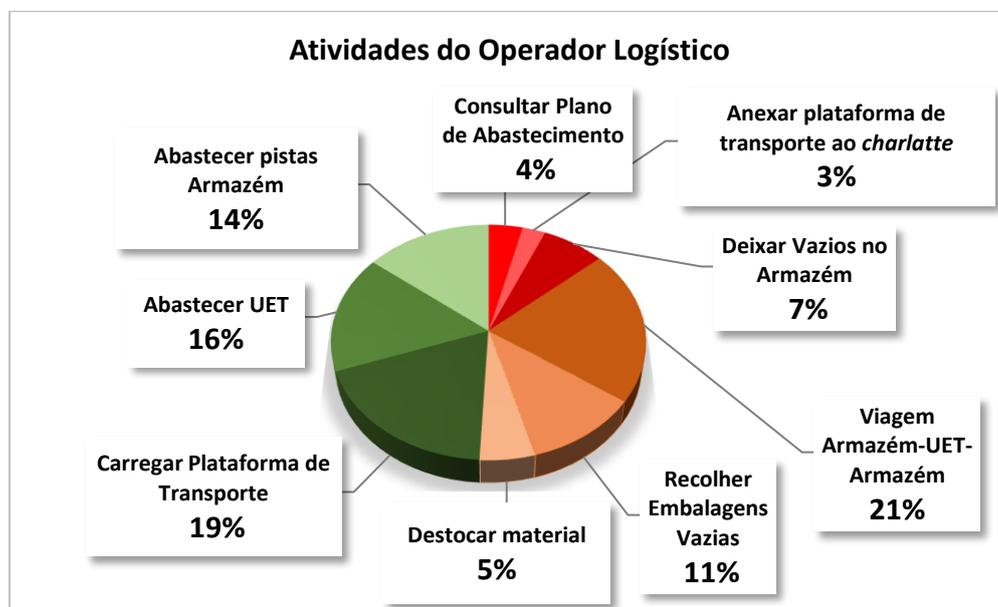


Figura 22 - Atividades do Operador Logístico e classificação em VA, NVA, NNVA (verde – VA, vermelho – NVA, laranja – NNVA).

As atividades que consomem mais tempo são a viagem entre o armazém-UET-armazém (21%), seguida do carregamento da plataforma de transporte (19%) e o abastecimento da UET (16%). Para além de quantificar a duração de cada atividade, tornou-se relevante efetuar uma classificação das atividades que acrescentam valor (VA), não acrescentam valor ao processo (NVA) e atividades que não acrescentam valor, mas são necessárias (NNVA). Cerca de 2/3 das atividades não acrescentam valor ao processo (consultar plano de abastecimento, anexar plataforma de transporte ao *charlatte*), no entanto as atividades da viagem armazém-UET-armazém, recolher embalagens vazias, destocar material, apesar de não acrescentarem valor ao processo, são necessárias para o seu funcionamento. O restante 1/3 do total das atividades acrescentam valor (carregar plataforma de transporte, abastecer UET, abastecer pistas do armazém).

Após a identificação do valor que cada atividade tem no processo e o seu peso temporal, pretende-se identificar possíveis soluções para diminuir o tempo das atividades de valor acrescentado que são as que consomem mais tempo ao operador. Por outro lado, pretende-se também propor soluções para a eliminação/diminuição das atividades sem valor acrescentado, sabendo que existem atividades que não podem ser eliminadas como é o caso do transporte de material do armazém para as linhas de fabricação.

Para além da análise global das atividades, optou-se por efetuar uma nova contabilização, apenas focando atenção nas três atividades mais demoradas. Foi feito um acompanhamento da totalidade das voltas de abastecimento do turno da manhã e do turno da tarde durante 3 dias. Devido à necessidade de acompanhamento permanente do operador ao longo do turno, apenas foram feitas 6 experiências. No Anexo C pode verificar-se uma das amostras que contém a duração dos abastecimentos de cada UET, o tempo despendido apenas em viagens/percursos e por fim o tempo do *picking*. Na Tabela 3 encontra-se uma síntese da informação do Anexo C com a média dos tempos totais. O tempo de desmixagem é fixo (40 minutos) e corresponde ao conjunto das atividades de abastecimento das pistas do armazém, abertura de paletes e arrumação do local. Verifica-se a concordância com a análise anterior, na qual o maior tempo corresponde aos percursos efetuados, seguido do *picking* e do abastecimento das UET's.

Tabela 3 - Tabela dos tempos de abastecimento, percurso e picking.

ATIVIDADE	TURNO MANHÃ						MÉDIA TOTAL (min)
	TURNO TARDE (min)						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
ABASTECIMENTO UET	1:27	1:47	1:51	1:43	1:36	1:22	1:39
PERCURSO	2:34	2:29	2:16	2:28	2:24	2:25	2:26
PICKING	2:25	2:12	2:15	2:21	2:19	2:18	2:18
DESMIXAGEM	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40
TEMPO TOTAL	7:06	7:08	07:02	7:12	6:59	6:45	7:04

Após feita esta análise inicial ao problema foi possível perceber que determinadas atividades do operador tinham que ser estudadas em particular. As atividades de VA são as mais importantes do processo, sendo também aquelas que consomem mais tempo ao operador. Por isso, primeiramente a atenção focar-se-á na redução do tempo despendido pelas atividades com maior peso temporal, que correspondem a atividades de VA e NNVA para o processo, de seguida, a eliminação das atividades de NVA e a tentativa de reduzir também o peso temporal das restantes atividades NNVA.

Após a identificação das atividades que demoram mais tempo (“Carregamento do meio de transporte”, “Viagens entre armazém e UET's” e “Abastecer UET”) verificou-se que estão relacionadas com os seguintes tópicos:

1. Quantidades de material;
2. Percursos de Abastecimento;

3. Plataformas de transporte para efetuar o abastecimento e carregamento de material.

Primeiramente será efetuada uma análise e atualização, se necessário, das necessidades das linhas de fabricação abastecidas por POE's. De seguida, serão estudados os percursos efetuados pelo comboio logístico que respondem aos requisitos de procura das linhas segundo uma sequência de abastecimento pré-definida. Neste campo serão também analisados os componentes que são transportados em conjunto e redefinidos esses agrupamentos. Após estudadas soluções e aplicadas as melhorias nos parâmetros mencionados anteriormente, efetuar-se-á uma modificação nas plataformas de transporte utilizadas atualmente. Por fim, serão estudadas opções de melhoria da disposição do material no armazém acompanhando, mais uma vez, todas as melhorias efetuadas anteriormente.

Nos tópicos seguintes apresentar-se-ão estas temáticas e consecutivamente as respetivas soluções aplicas. A implementação das soluções adequadas a cada uma das ineficiências conduzirá à melhoria global do processo.

4.4. Análise das quantidades de material a abastecer nas linhas

A quantidade de material a ser transportado para as linhas de fabricação depende diretamente da quantidade de produto que uma linha produz efetivamente. A produção do setor dos CM não é constante, existem produtos que vão deixando de ser produzidos (produtos em fim de vida) e outros cuja produção aumenta. A cadência das linhas altera-se ao longo do tempo e é necessária uma adaptação constante por parte da logística interna. À medida que ocorrem estas alterações é necessário fazer um recálculo das quantidades necessárias a abastecer de modo a satisfazer as necessidades corretamente.

Atualmente existe uma base de dados que contém as informações de todas as referências de POE's dos CM que são abastecidos por comboio logístico, desde o seu local no armazém, o tipo de embalagem onde é aprovisionado e quantidade de material por embalagem, UET a que pertence e respetivo local de abastecimento, a cadência da linha de fabricação, autonomia do material, entre outros (Anexo D). A maioria dos valores que se encontram na base de dados foram obtidos através do recurso ao programa de *Gestion de Production Intégrée* (GPI) da organização, que contém informações relativas a todos os componentes da fábrica. Para além disso, valores que incorporaram nas fórmulas foram recolhidos diretamente no *gemba*, com os chefes das linhas de fabricação, de modo a existir coesão e veracidade nos valores adquiridos, como por exemplo as cadências das linhas e a capacidade máxima de cada UET.

A definição das quantidades de material a transportar para posterior satisfação dos requisitos das linhas, requer primeiramente a determinação/atualização dos seguintes parâmetros:

- a) Quantidade necessária de material de cada componente;
- b) Intervalo de tempo dos abastecimentos dos diversos componentes.

Nos tópicos seguintes serão analisadas as quantidades e intervalos de tempo de abastecimento, especificadas as soluções implementadas e respetivos resultados.

4.4.1. Determinação da quantidade de material

A determinação das necessidades de material de uma dada referência envolve o seguimento de um conjunto de variáveis que requerem o seu recálculo e posterior atualização. As variáveis de maior importância correspondem à cadência da linha e à autonomia do material que consecutivamente dão origem à quantidade de material necessário para satisfazer as necessidades das linhas de fabricação.

A cadência da linha corresponde à quantidade de produtos fabricados num turno completo de 8 horas. É definida antecipadamente pelos Técnicos de Gestão de Produção (TGP's), que efetuam previsões do valor da produção máxima de cada linha de fabricação. No entanto este valor pode ser determinado tendo em conta os valores reais de produção para 8 horas:

$$Cadência = \frac{tt - tp}{tcy} * RO \quad [4]$$

Sendo que:

tt – Tempo total de trabalho (min)

tp – Tempo total de pausa (min)

tcy – Tempo de ciclo do recurso gargalo (min)

RO – Rendimento operacional

O tempo que o operador logístico dedica exclusivamente a trabalho corresponde à diferença entre o seu tempo de ocupação e o seu tempo livre. O tempo de inatividade ao nível do setor de fabricação corresponde a 25 minutos, perfazendo um total de 455 minutos de ocupação. O rendimento operacional objetivo equivale a 92 %, no entanto, na ótica das operações logísticas o valor admissível para os cálculos das necessidades é de 100 % (480 minutos de trabalho dos operadores das linhas de fabricação) de modo a garantir que se determinada linha ultrapasse o valor objetivo de *RO*, as necessidades sejam satisfeitas corretamente, sem haver probabilidade de falha de material. Neste caso, considera-se o cálculo para a cadência máxima, considerando apenas o valor de *tt*.

A autonomia do material corresponde à capacidade que cada embalagem tem para satisfazer as necessidades de determinada linha de fabricação, considerando um tempo total de trabalho, isto é, um *RO* a 100%:

$$Autonomia = Qpe * \frac{tt}{Cadência\ máxima * k} \quad [5]$$

Sendo que:

Qpe – Quantidade de peças/embalagem

tt – Tempo total de trabalho (min)

Cadência máxima – Quantidade máxima de produtos fabricados

k – Coeficiente de montagem

Considera-se o tempo total de trabalho, não tendo em conta o tempo de inatividade do operador da linha de fabricação. Para além disso considera-se o coeficiente *k*, que corresponde ao

número de componentes de dada referência que incorporam no produto final. Por isso quanto maior for o k , mais material é necessário para satisfazer a procura da linha de fabricação. A determinação da autonomia da embalagem é muito importante na medida em que está diretamente relacionada com a quantidade de material que será necessária levar à linha de fabricação.

Para determinar a quantidade de PE's necessárias a abastecer durante um turno, após a definição do valor de autonomia individual, utiliza-se o seguinte cálculo arredondado às unidades:

$$\text{Quantidade Pe} = \frac{Q_{pe} * k}{\text{Cadência máxima}} \quad [6]$$

No qual:

Q_{pe} – Quantidade de peças/embalagem

k – Coeficiente de montagem

Cadência máxima – Quantidade máxima de produtos fabricados

Após a atualização das variáveis referidas anteriormente na base de dados, verificou-se que determinadas referências eram transportadas em quantidades superiores às necessidades reais das linhas de produção, representando um desperdício a eliminar. Tendo em conta a atualização das cadências de cada UET, procedeu-se à redução das quantidades como se pode visualizar na Tabela 4, apresentando-se as quantidades abastecidas anteriormente e as quantidades após a utilização das fórmulas:

Tabela 4 - Redução das quantidades a transportar após atualização.

UET	REFERÊNCIA	QUANTIDADE EMBALAGENS		VARIÇÃO
		ANTES	DEPOIS	
VOP (LINHA 1 E LINHA 2)	150789593R	12	10	-2
	150478409R	7	6	-1
	150821579R	11	9	-2
	152412073R	12	10	-2
	150263627R	3	2	-1
	150467686R	19	16	-3
	150781236R	12	10	-2
	150476796R	5	4	-1
	150461525R	13	10	-3
	150982347R	2	1	-1
	150B96419R	3	2	-1
	8200582334	2	1	-1
	150799804R	3	2	-1
	150931828R	9	7	-2
	150881235R	2	1	-1
RB	868680874R	2	1	-1
	8201282017	9	5	-4
BSE	226300007R	4	3	-1
AEQ	124330284R	24	22	-2
TC	132774114R	2	1	-1
TOTAL				-33

Após analisadas todas as UET's individualmente, contabilizou-se que 20 referências sofreram uma atualização de quantidades transportadas para as linhas de fabricação, reduzindo-se 33 PE's de um total de 461 embalagens.

Para além da atualização dos dados das quantidades de material a transportar, procedeu-se à melhoria da base de dados que apresentava algumas limitações. Todos os valores tinham que ser atualizados à mão, consultando diversos documentos distintos. Por isso optou-se por desenvolver um método de recolha automática de dados no MS Excel. Deste modo, inserindo uma determinada referência, todos os dados aparecerem de forma automática e com os valores mais atualizados. Apenas os valores das cadências e o k passam a ser atualizados de forma não automática, tornando o processo de atualização de dados menos moroso e mais eficiente.

4.4.2. Determinação dos intervalos de tempo de abastecimento

A quantidade de material a abastecer é determinada para ciclos de 8 em 8 horas e de 4 em 4 horas, nunca menos que este intervalo de tempo. Para além de existir um elevado número de componentes a abastecer em diferentes UET's, a maior percentagem de tempo utilizado no processo de abastecimento num turno completo, corresponde apenas ao tempo de viagens entre armazém e UET's. Como se pode verificar na Tabela 3 com 5 voltas de intervalos de abastecimento de 4 em 4 horas e apenas 1 volta de abastecimento realizada de 8 em 8 horas, o operador apresenta tempos de atividade de aproximadamente 7 horas. A distância entre o armazém e a maior parte dos postos de abastecimento é elevada, levando a que o operador perca uma quantidade de tempo considerável em apenas movimentações com o *charlatte*. A possibilidade de criação de supermercados intermédios foi considerada com o objetivo de reduzir as distâncias percorridas e considerar a criação de voltas de abastecimento com intervalos de tempo mais curtos, no entanto verificou-se escassez de espaço no setor da fabricação e por isso tornou-se limitada a implementação desta solução. Por isso optou-se por manter os intervalos de tempo já existentes, de 4 em 4 horas e de 8 em 8 horas.

O próximo passo consiste na determinação dos intervalos de tempo de abastecimento mais apropriados para cada UET, de acordo com as necessidades individuais atualizadas. Partindo do pressuposto que os intervalos de tempo devem ser compreendidos de 4 em 4 horas ou de 8 em 8 horas, desenvolveu-se o raciocínio que se encontra no seguinte fluxograma:

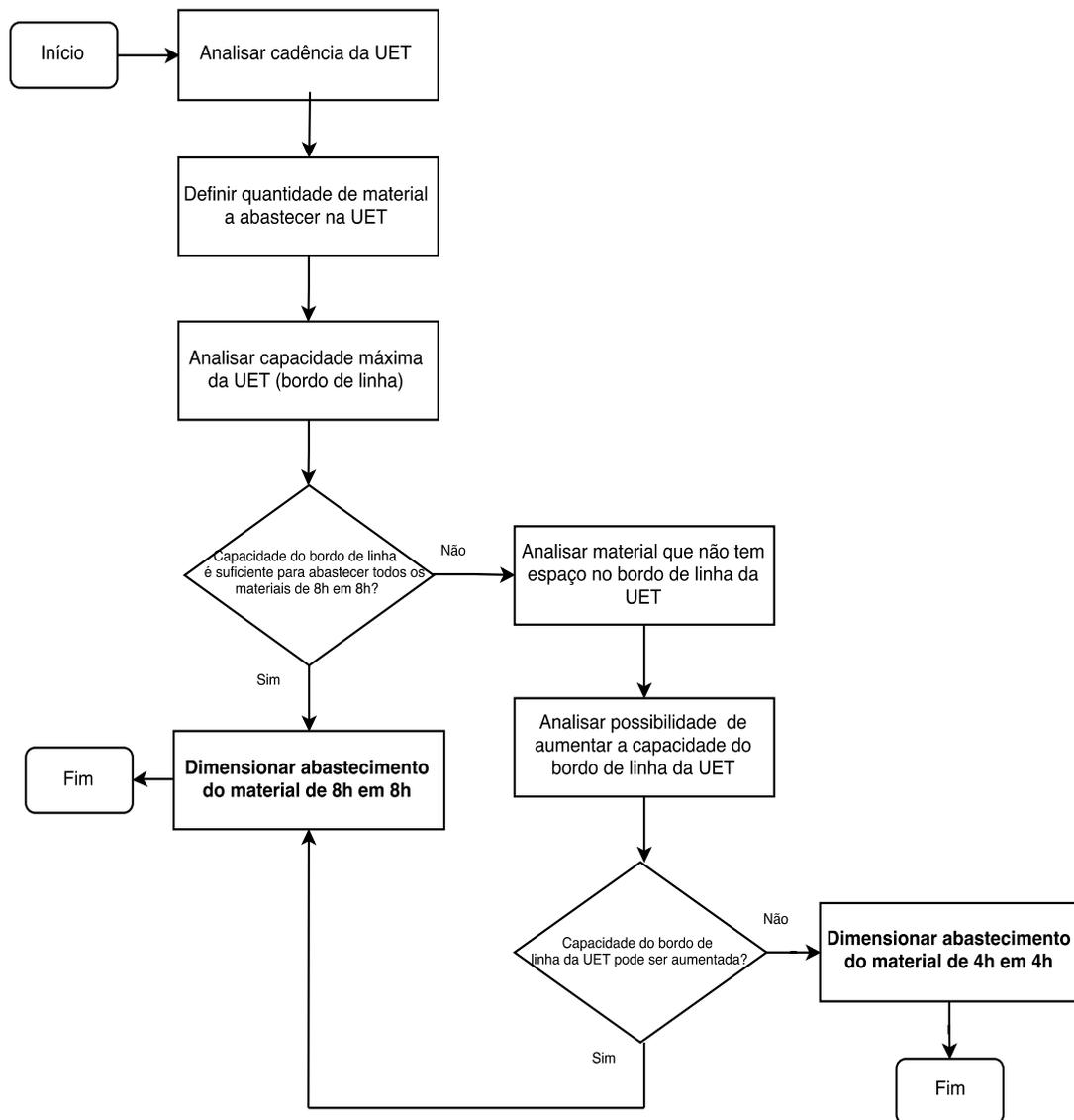


Figura 23 - Fluxograma para definição dos intervalos de tempos de abastecimentos.

Foi necessário efetuar uma análise do espaço do bordo de linha de cada UET, de modo a definir a quantidade máxima de material que pode ser provisionado próximo das zonas de valor acrescentado, isto é, de fácil acesso ao operador. Durante a observação da área dos 12 pontos de abastecimento, verificou-se algumas limitações:

- Impossibilidade de aumentar a capacidade de aprovisionamento da maior parte dos postos de abastecimento, devido à situação atual que já se encontra otimizada;
- Possibilidade de aumentar a capacidade de aprovisionamento na linha de determinadas referências, no entanto impossibilidade de aumentar outras que se encontram no mesmo posto de abastecimento.

Verifica-se na Tabela 5, as decisões tomadas relativamente aos intervalos de tempo de abastecimento estipulados para cada UET. Apenas duas linhas de fabricação sofreram alterações no que diz respeito aos horários de abastecimento:

- **Rampa de Balanceiros:** bordo de linha com espaço suficiente para efetuar abastecimentos de 8 em 8 horas, em vez de 4 em 4 horas como se realizava anteriormente. Existiam movimentações acrescidas e desnecessárias, e por isso alterou-se o seu intervalo de abastecimentos para intervalos de 8 horas;
- **Árvore de Equilibragem:** unidade de trabalho que necessita ser abastecida com 11 referências no total, sendo que algumas apresentam um maior consumo em detrimento de outras. As referências 124343758R e 124330284R são aprovisionadas em pequenas quantidades nas PE's e por esse motivo é necessário transportar um maior número de caixas, 8 PE's e 22 PE's respetivamente (intervalos de 4 em 4 horas). Caso se pretendesse abastecer em intervalos de 8 horas, o número de caixas seria o dobro sendo que não existe espaço suficiente na estante fixa da UET para aprovisionar essa quantidade de PE's (Figura 24). Pelo contrário as restantes referências apresentam uma maior quantidade de material por PE e por isso só é necessário transportar entre 1 a 4 embalagens no máximo. Devido à discrepância de quantidade de material a ser transportado, optou-se por executar 2 abastecimentos distintos, o primeiro com intervalos de 4 em 4 devido aos elevados consumos de material e os restantes de 8 em 8 horas de modo a evitar movimentos acrescidos sem necessidade.



Figura 24 - Aprovisionamento de embalagens na estante fixa da UET AEQ (intervalos de 4 horas).

- As restantes UET's não sofreram alterações, permanecendo com o cenário anterior. No caso da bomba de Óleo VOP, grande parte das suas referências são abastecidas em intervalos de tempo de 4 em 4 horas. No entanto as referências que são abastecidas em tubos têm uma autonomia com capacidade para alimentar as linhas sem falhas de material de 8 em 8 horas.

Tabela 5 – Síntese da definição dos novos Intervalos de Tempo de Abastecimento dos POE's.

Intervalos de tempo de Abastecimento				
UET	Situação Antes		Situação Depois	
	4 em 4 horas	8 em 8 horas	4 em 4 horas	8 em 8 horas
VOP	X	X	X	X
K	X		X	
RB	X			X
TB		X		X
BSE		X		X
AEQ	X		X	X
TC	X		X	X
SMELLE		X		X

Passam a existir 6 abastecimentos realizados em intervalos de tempo de 8 horas (Smelle, Árvore de Equilibragem, BSE, Tambores, Rampa de Balanceiros) e 6 abastecimentos para intervalos de tempo de 4 horas (Tampa da Culassa, Árvore de Equilibragem, Bombas de Óleo K linha 1 e linha 2 e Bombas de Óleo VOP linha 1 e 2).

4.5. Análise dos percursos de abastecimento

Atualmente os sentidos de circulação percorridos pelo comboio logístico são limitados devido à implementação dos AGV's, que apresentam prioridade de circulação ao invés do *charlatte*. Existem apenas 4 troços circuláveis nos dois sentidos (traços verdes) e os restantes apresentam a regra de sentido único (traços vermelhos).

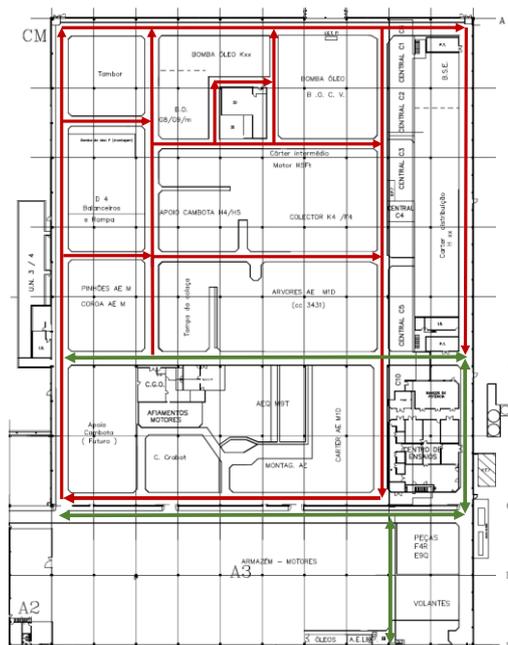


Figura 25 - Sentidos de Circulação do setor CM (verde – dois sentidos, vermelho – sentido único).

Para definir os percursos otimizados, primeiramente foi efetuado um levantamento em chão de fábrica das distâncias percorridas entre o armazém e as diversas UET's a abastecer. Para a recolha dos dados foram medidas 3 vezes as distâncias de todos os troços circulados pelo comboio logístico de modo a tornar o processo mais rigoroso e para isto utilizou-se um instrumento apropriado para medir distâncias, a roda métrica. No Anexo E encontram-se discriminados os nós e os arcos circuláveis com as respetivas distâncias em metros. Os percursos atuais são os seguintes:

- **VOP1 + K1:** A – B – C – D – R – K – N – L – M – H – J – Z – B – A;
- **K1 + K2 + 8H2:** A – B – C – F – G – K – G – J – Z – B – A;
- **AEQ + TC:** A – B – Z – U – T – Y – X – W – V – S – R – P – Q – T – U – Z – B – A;
- **VOLTA 4H:** A – B – C – E – P – K – N – L – H – I – T – U – Z – B – A;
- **VOP2:** A – B – C – D – R – K – O – T – U – Z – B – A;
- **VOLTA 8H:** A – B – C – D – R – K – O – T – U – Z – B – A;
- **K1 + K2:** A – B – C – F – J – Z – B – A.

Na Tabela 6 apresenta-se um resumo dos dados, onde se pode verificar a volta de abastecimento efetuada, a UET a abastecer, a distância do percurso, o número de percursos e a distância total percorrida. Visto que existem voltas que são feitas de 4 em 4 horas, o seu percurso é o mesmo e por isso considerou-se a sua soma, daí a existência da coluna nº de percursos. As voltas que são efetuadas de 8 em 8 horas executam apenas um único percurso por turno.

Tabela 6- Distâncias Percorridas nos Percursos Atuais.

DISTÂNCIAS PERCORRIDAS NO ABASTECIMENTO DAS UET'S				
VOLTA DE ABASTECIMENTO	UET/LINHA DE FABRICAÇÃO	DISTÂNCIA PERCURSO (m)	Nº PERCURSOS	DISTÂNCIA TOTAL (m)
VOP1 + K1	VOP1 K1	565	2	1131
K1 + K2 + 8H2	K1 K2 RB TB BSE	679	1	679
AEQ + TC	AEQ TC	575	2	1150
VOLTA 4H	RB VOP1	608	2	1216
VOP2	VOP2	537	2	1074
VOLTA 8H	TC VOP2 SMELLE	537	1	537
K1 + K2	K1 K2	608	1	608
Total		4 109	11	6 394

A distância total percorrida pelos 11 percursos corresponde a 6 394 metros. A volta com o percurso mais longo é a K1 + K2 + 8H2, enquanto as voltas que percorrem uma menor distância são a volta VOP2 e a volta 8H. Ambas apresentam o mesmo percurso, efetuando-se movimentos acrescidos desnecessários.

Outra situação ineficiente diz respeito ao abastecimento de uma mesma UET ser efetuado em vários percursos de abastecimento (2 ou mais), verificando-se essencialmente nas voltas:

- VOP (linha 1 e linha 2) sendo abastecida por 4 voltas de abastecimento distintas, VOP1 + K1, VOLTA 4H, VOP2 e VOLTA 8H;
- K (linha 1 e 2) abastecida por 3 voltas, VOP1 + K1, K1 + K2 + 8H2 e K1 + K2;
- RB abastecida por 2 voltas, K1 + K2 + 8H2 e VOLTA 4H;
- TC abastecida pela volta AEQ + TC e VOLTA 8H.

As referências acabam por se encontrar dispersas nas diversas voltas, levando a que numa primeira impressão o processo seja mais complexo do que realmente é. Denota-se a necessidade de efetuar um agrupamento das referências que são abastecidas numa mesma UET para os 4 casos acima nomeados e posteriormente definir os percursos.

4.5.1. Definição das UET's a abastecer em conjunto

Primeiramente surgiu a necessidade de determinar quais as referências e conjuntos de UET's a abastecer num mesmo percurso. Através de uma análise pormenorizada das quantidades a abastecer em cada UET, a sua localização no *layout* da zona de fabricação e a distância entre os vários pontos de abastecimento das UET's da Figura 20 seguiu-se os seguintes passos para a escolha dos percursos:

1. As UET's com menor número de referências a abastecer foram agrupadas para serem abastecidas na mesma volta, sendo elas: RB, TB, BSE, SMELLE (Tabela 7). Para além disso as referências da RB passam a ser abastecidas na mesma volta, contrariamente ao que se verificava anteriormente.

Tabela 7 - Quantidade de referências a abastecer por UET.

UET/LINHA DE FABRICAÇÃO	QUANTIDADE REFERÊNCIAS A ABASTECER
BO K1	9
BO K2	6
BO VOP1	21
BO VOP2	34
AEQ	11
RB	5
TB	2
BSE	2
TC	6
SMELLE	5

2. As UET's com duas linhas de fabricação passam a ser abastecidas na mesma volta, correspondendo à VOP (VOP1 e VOP2), K (K1 e K2) e TC. Assim, efetua-se primeiro um percurso para abastecer todas as referências que fazem parte da linha 1 e posteriormente as referências da linha 2, ou a situação inversa. No caso da TC, como os locais de aprovisionamento da linha 1 e 2 se encontram próximos e no mesmo lado da linha, o operador logístico acaba por abastecer na mesma volta ambas as linhas.

As três UET's apresentavam uma dispersão de abastecimento das suas referências por 4, 3 e 2 voltas de abastecimento diferentes, respetivamente. Por isso tornou-se necessário agrupar todas as referências da UET da VOP, as referências do K e da TC, com o principal objetivo de reduzir o número de voltas desnecessárias que transportam variedade de materiais de diferentes UET's e que são possíveis eliminar. Para o K apenas se agruparam as referências da linha 1 numa volta, e as referências da linha 2 noutra volta de abastecimento. No caso da TC, serão abastecidas em conjunto todas as referências devido à proximidade dos locais de aprovisionamento das duas linhas. No caso da VOP, procedeu-se a eliminação das referências espalhadas pelas diversas voltas e criou-se uma volta apenas para as referências da VOP H e outra volta específica para as referências do tipo VOP RM. Os restantes componentes são abastecidos em tubos e como apresentam o mesmo tipo de aprovisionamento em ambas as linhas verificou-se ser conveniente proceder ao seu agrupamento numa mesma volta distinta, a volta VOP TUBOS.

3. As UET's que apresentam uma maior distância relativamente ao conjunto de UET's mais próximas são abastecidas numa volta de abastecimento individual ou agrupadas a outra volta de abastecimento, como é o caso da AEQ.

De acordo com os agrupamentos de componentes efetuados anteriormente, serão definidos os percursos de abastecimento.

4.5.2. Definição dos novos percursos de abastecimento

Numa fase inicial optou-se por abordar a definição dos novos percursos de abastecimento começando por desenvolver o problema do caixeiro-viajante. O TPS (*Travelling Salesman Problema*) é uma das metodologias mais utilizadas na área da logística e consiste no estudo do movimento de pessoas, equipamentos, veículos na realização de uma determinada tarefa com o objetivo de encontrar a solução ideal (Applegate, Bixby, Chvatal, & Cook, 2011). Pretende-se assim, encontrar rotas ótimas minimizando as distâncias e os tempos, com o menor custo associado.

Primeiramente, através da definição dos nós e dos arcos efetuada anteriormente determinou-se os caminhos mais curtos das rotas possíveis como se pode visualizar no Anexo F. No entanto, devido à definição das restrições dos conjuntos de componentes a transportar e pela limitação dos circuitos de circulação, verificou-se que a utilização do caixeiro-viajante não seria o mais apropriado neste caso. Portanto, para a idealização dos percursos das voltas de abastecimento

optou-se por identificar e priorizar os caminhos mais curtos (respeitando os sentidos de circulação) e a proximidade entre as UET's que são abastecidas por POE's (pressupondo os agrupamentos de componentes efetuados no tópico anterior). Sendo assim, por cada agrupamento de componentes/UET's que foi efetuado, pressupõe-se o seu transporte numa plataforma de transporte. No caso das UET's com duas linhas de fabricação existirão duas plataformas de transporte iguais, para o abastecimento de ambas de forma idêntica.

Todas as voltas de abastecimento têm o seu início e o seu término no armazém. Uma vez que a maioria dos sentidos se orientam da esquerda para a direita, preferencialmente opta-se por iniciar o percurso pelo lado esquerdo da zona de fabricação. De seguida serão definidos os percursos otimizados seguindo a ordem dos agrupamentos efetuados anteriormente:

1. **RB, TB, BSE, SMELLE.** Na figura estão representados os pontos de abastecimento de cada UET com a respetiva cor atribuída, RB com 2 pontos de abastecimento a verde, TB a azul, BSE a roxo e SMELLE a cinzento. Pretende-se abastecer as 5 UET's em apenas um percurso. No entanto, para efetuar o abastecimento dos dois pontos de procura da RB, devido a limitação dos sentidos de circulação, seria necessário regressar praticamente à zona inicial (armazém) efetuando um percurso demasiado longo e com movimentos acrescidos desnecessários. O mesmo se verifica no caso da BSE e SMELLE. Por isso optou-se por efetuar duas voltas de abastecimento. A primeira abastece todos os locais da parte mais externa do *gamba*, correspondendo à RB e BSE (zona marcada a azul). A seguinte volta abastece a parte mais interna da zona de fabricação: RB, TB e SMELLE (zona verde). Todos os componentes serão agrupados numa plataforma de transporte que efetuará os dois percursos (Figura 26).

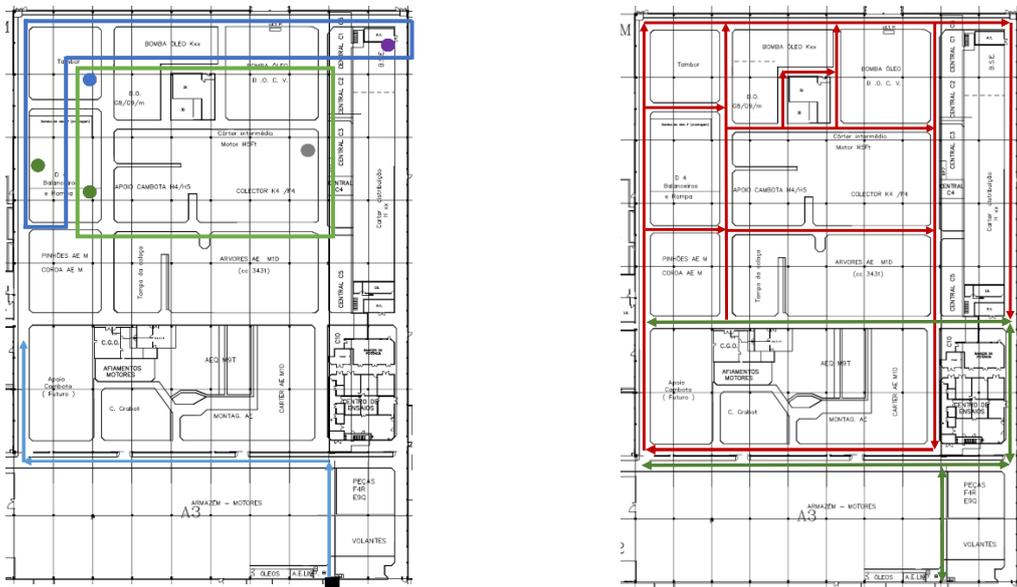


Figura 26 - Definição dos percursos das referências com menor quantidade.

2. **VOP, K e TC.** Como definido anteriormente (nos intervalos de abastecimento) a VOP será abastecida pelas suas variantes H, RM e TUBOS de forma individual, de modo a garantir a sua distinção e tornar o processo mais simplificado para o operador logístico. Por isso, para

cada linha da VOP existirá uma plataforma de transporte com os componentes H, outra com RM e uma terceira com tudo o que é abastecido em tubos. Devida à linha 1 da VOP se encontrar nas proximidades da linha 2 do K, optou-se por abastecer estas duas UET's na mesma volta de abastecimento, respeitando os sentidos de circulação. Efetuando este percurso iriam ser anexadas quatro plataformas de transporte ao comboio logístico (K, VOP H, VOP RM e VOP TUBOS), sendo que o máximo de plataformas permitido corresponde a três. Por isso optou-se por manter num mesmo percurso a linha 2 do K, a linha 1 da VOP (H e RM) (zona laranja) e criar uma volta distinta para o abastecimento dos tubos de ambas as linhas da VOP (zona castanha), visto que enquanto os outros abastecimentos são efetuados em mesas, estantes fixas ou calhas, o abastecimento dos tubos requer um maior trabalho por parte do operador logístico, tornando-se mais demorado.

A UET da TC tem os locais de aprovisionamento de material muito próximo e por isso o seu abastecimento pode ser efetuado na mesma volta. Existindo ainda dois pontos de procura para abastecer, a linha 2 da VOP e o a linha 1 do K, teve que se tomar uma decisão relativamente à UET que ia ser abastecida em conjunto com a TC. Analisando o percurso azul estabelecido anteriormente é perceptível que este passa pelo K1, e por isso optou-se por agrupar os componentes da linha 1 do K com a volta criada anteriormente (zona azul). Deste modo, a TC e a VOP2 passam a ser abastecidas no mesmo percurso (zona vermelha).

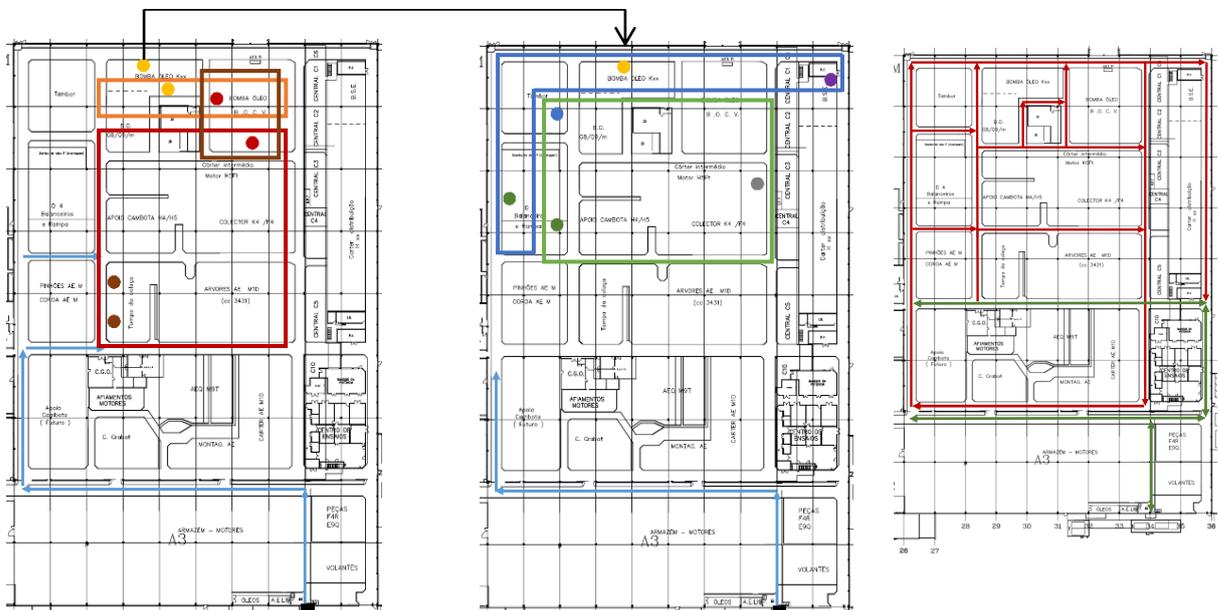


Figura 27 – Definição dos percursos para abastecer as UET's com duas linhas de fabricação.

3. **AEQ.** Corresponde à UET que se encontra mais afastada e por conveniência criou-se uma volta de abastecimento apenas para a AEQ.

Os percursos de abastecimento resultantes do raciocínio anterior são os seguintes:

- **K2 + DMC1:** A – B – C – F – J – Z – B – A;
- **K2 + DMC2:** A – B – C – E – P – G – I – T – U – Z – B – A;
- **VOPH + VOPRM + K1:** A – B – C – D – R – K – N – L – M – H – J – Z – B – A;
- **VOPH + VOPRM + TC:** A – B – C – D – R – K – O – T – U – Z – B – A;
- **VOP TUBOS:** A – B – C – D – R – K – N – L – M (linha 1);
M – H – I – T – R – K – O – T – U – Z – B – A (linha 2);
- **AEQ1 + AEQ2:** A – B – Z – U – T – Y – X – W – V – S – T – U – Z – B – A.

Na Tabela 8 encontram-se discriminadas as distâncias totais de cada percurso e a distância total percorrida num turno completo.

Tabela 8 - Distâncias percorridas após otimização dos percursos.

DISTÂNCIAS PERCORRIDAS NOS ABASTECIMENTOS DAS UET'S				
VOLTA DE ABASTECIMENTO	UET	DISTÂNCIA PERCURSO (m)	Nº PERCURSOS	DISTÂNCIA TOTAL (m)
VOP H + VOP RM + K1	VOP H VOP RM K1	590	2	1180
VOP H + VOP RM + TC	VOP H VOP RM TC	537	2	1074
VOP TUBOS	TUBOS	860	1	860
K2 + DCM1	K2 RB BSE	608	1	608
K2 + DCM2	K2 RB TB	608	1	608
AEQ1 AEQ2	AEQ	439	2	878
Total		3 642	9	5 208

Obteve-se 6 percursos de abastecimento distintos. Para além do número de percursos total ter diminuído de 11 para 9, verifica-se uma redução na distância total percorrida de 6 394 para 5 208 metros. A definição dos novos percursos levou a uma redução total de 1 186 metros, perfazendo uma redução total de 3 559 metros por dia.

4.6. Análise das condições ergonómicas das plataformas de transporte

Atualmente todas as movimentações de abastecimento dos POE's são efetuadas através do *charlatte*, no qual são anexadas as plataformas de transporte (contentores, bases rolantes planas e estantes móveis). Na Tabela 9 verifica-se um total de 12 plataformas em circulação, 3 contentores, 3 bases rolantes planas e 6 estantes móveis.

Tabela 9 - Contabilização do tipo e quantidade de meios de transporte de material.

VOLTAS DE ABASTECIMENTO	TIPO DE TRANSPORTE	QUANTIDADE	TOTAL
K1	CONTENTOR	1	3
K2			
Volta 8H2			
VOP1	BASE ROLANTE PLANA	1	3
AEQ + TC			
Volta 4H			
K1	ESTANTE MÓVEL	2	6
VOP1			
VOP2			
Total			12

O facto de existirem 3 tipos de plataformas de transporte distintas conduz à inexistência de uma padronização do processo de transporte de material. Assim, o processo acaba por se tornar mais confuso e demorado para o operador logístico e ineficiente ao nível da sua funcionalidade. Para além disso, a utilização de contentores e bases rolantes planas acarretam uma série de limitações, tanto ao nível de assuntos ergonómicos, como de segurança de transporte das peças. Por isso efetuou-se uma análise a estas temáticas, de modo a comprovar a necessidade de alteração destes meios de transporte.

Os contentores e as bases planas são plataformas de transporte que acarretam fundamentalmente problemas ergonómicos para o operador. As condições ergonómicas do trabalho do operador logístico é um indicador de grande relevância, na medida em que permite criar melhores condições de trabalho e de segurança. No caso da logística nem todos os parâmetros quantificados ao nível de ergonomia são aplicáveis e por isso teve que ser feita uma análise prévia do conjunto que mais se ajustava ao seu trabalho em específico.

Todo o processo de abastecimento de material às linhas de produção requer destreza física, visto que se movimenta uma grande quantidade de material, com diversos pesos (variando dos 3 kg até aos 30 kg por PE), para vários locais durante um turno de 8 horas. Por isso torna-se fundamental perceber em que aspetos se pode melhorar certas situações não favoráveis para a realização do seu trabalho. De modo a iniciar a análise ergonómica foi necessário desenvolver um documento específico em *MS Excel* com todos os dados relativos a cada PE, desde o peso do material que é transportado, o tipo de PE e respetivas características da embalagem (comprimento, largura e altura), o local onde é aprovisionada na estante e na UET (Anexo G). As variáveis selecionadas para o estudo foram as seguintes:

- Peso máximo de cada PE;
- Peso total transportado pelo operador logístico durante um turno de 8 horas;
- Altura de recolha das PE's nas plataformas de transporte;

Ao longo dos próximos tópicos serão analisados tema por tema e sugeridas as melhorias necessárias que serão posteriormente implementadas.

4.6.1. Análise do peso transportado por PE

O peso constitui a variável que mais influência tem sobre a ergonomia e sobre o próprio operador, visto que tem repercussões na altura em que a UC pode ser colocada no local de aprovisionamento (plataforma de transporte) e no esforço exercido pelo operador durante a sua movimentação. Para evitar situações de perigosidade para o operador, existem tabelados valores de cargas máximas recomendáveis para cada embalagem e a tonelagem diária permitida de conjuntos de embalagens especificado pelo grupo Renault conforme se pode visualizar no Anexo H. Tendo em conta estas informações, as PE's de cada referência foram classificadas nos seguintes níveis:

- Nível 3, carga para esforço aceitável;
- Nível 4, carga para esforço importante;
- Nível 5, carga para esforço muito importante.

Obteve-se os seguintes gráficos, de análise global da classificação das PE's (A da Figura 28) e de análise individual por UET (B da Figura 28) para se entender quais os casos mais críticos. As classificações foram feitas por referências de cada UET, existindo um total de 674 embalagens.

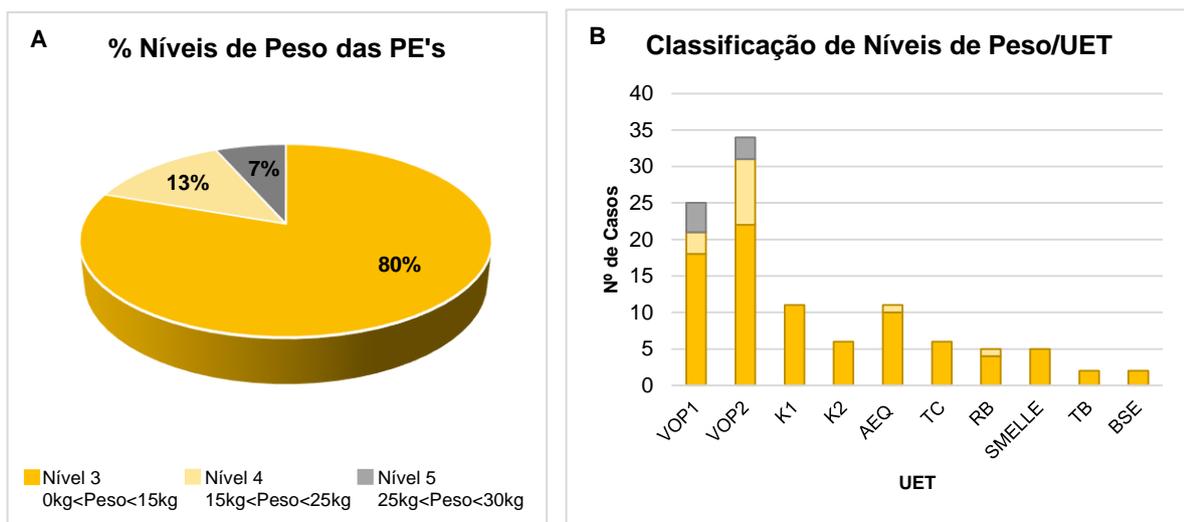


Figura 28 – A: Percentagem dos Níveis de Peso das PE's; **B:** Classificação dos Níveis de Peso por UET.

Obteve-se o gráfico circular da Figura 28 onde se verifica que 80% das caixas transportadas são classificadas em Nível 3, 13% em Nível 4 e 7% são Nível 5.

Pretende-se eliminar, ou pelo menos diminuir, a ocorrência de casos de nível 4 e 5, cujo peso é superior a 15 kg, procedendo à redução do seu peso unitário sempre que possível. Existem casos onde não será passível de executar esta redução visto que o material aprovisionado nas PE's é por si só pesado (peso ≥ 15 kg). O peso máximo recomendado por PE corresponde então a 15 kg, sendo que se deve evitar ultrapassar este valor. No entanto nos casos onde não seja viável a redução do peso, pesos superiores a 15kg e inferiores a 20 kg podem ser excecionalmente aceites caso se verifique que a postura é correta (altura de colocação ou recolha = 700 mm a 1100 mm) e a frequência manipulação fraca (≤ 10 vezes/hora). Neste momento, existem 8 casos de referências

que não respeitam as condições mencionadas anteriormente, devido à altura que se encontram na plataforma de transporte. Para além desta informação, pode verificar-se no gráfico de barras da Figura 28 que a maior ocorrência de casos de nível 5 é na VOP linha 1, seguido da VOP linha 2, concluindo-se que as embalagens abastecidas nesta UET são as que mais contribuem para a percentagem de nível 4 e 5 presente no gráfico circular e por isso foi decidido atuar nas embalagens desta linha de fabricação.

4.6.1.1. Peso das PE's abastecidas na UET Bomba de Óleo VOP

O peso de cada PE é definido previamente entre a Renault e os fornecedores que enviam o material nas embalagens *standard*. Na maioria dos casos o *standard* de limitação do peso por PE é cumprido, no entanto existe um caso particular de um fornecedor que envia numa mesma palete componentes da VOP diversos. Devido a este *mix* de produtos torna-se necessário o manuseamento e separação dos produtos das paletes para posterior aprovisionamento na respetiva pista identificada do supermercado. Este processo designa-se internamente de “desmixagem” (abertura da palete e colocação do material nas pistas do armazém).

Por norma estes produtos (39 referências) chegam à Renault CACIA aprovisionados em sacos de plástico ou caixas de cartão e posteriormente são aprovisionados em BAC's laranjas, BAC's castanhas ou permanecem na sua embalagem de cartão de origem para evitar manuseamentos extras desnecessários (Figura 12). No caso do aprovisionamento nas BAC's, não existe qualquer limitação de peso ou especificação da embalagem a utilizar, levando a que o operador logístico tenha tendência a sobrecarregar as PE's, chegando a existir casos com cerca de 30 kg por PE.



Figura 29 - Exemplos de referências que passam pelo processo de desmixagem.

Relativamente à Figura 29, na primeira imagem cada saco individual pesa cerca de 3 kg, sendo que são colocados 8 sacos numa BAC castanha, perfaz um peso total de 25,55 kg. No caso da segunda imagem, são aprovisionados 4 sacos (7 kg cada) e por isso cada BAC tem 28 kg. Ambas as situações ultrapassam o valor admissível de 15 kg por PE. A última imagem apresenta uma das referências que chega do fornecedor em cartão e permanece deste modo. Pesa cerca de 11 kg encontrando-se dentro dos limites aceitáveis. Por isso torna-se fundamental estabelecer limites máximos de aprovisionamento deste tipo de material de modo a reduzir os casos críticos de nível 4 e 5.

4.6.2. Definição do peso ótimo a transportar por PE

Sabendo que na maioria dos casos não é possível reduzir o peso transportado por embalagem devido ao material ser pesado por si só, verifica-se apenas a possibilidade de redução de peso transportado no caso das referências transportadas para a UET da bomba de óleo VOP. Sendo que existem 39 referências, de modo a limitar o peso transportado por BAC e otimizar o espaço no supermercado dos CM foram efetuados os seguintes passos:

1. Medição do peso de cada saco/caixa de cartão das 39 referências.
2. Limitação de peso por BAC para um máximo de 15 kg, conforme as especificações do grupo Renault.
3. Considerou-se que a quantidade de sacos a aprovisionar por BAC seria igual à quantidade de material necessário para abastecer a respetiva linha. No entanto se o conjunto de sacos proporcional à satisfação das necessidades exceder o peso de 15 kg, repartir-se-á a quantidade por duas ou mais BAC's.
4. Criação de etiquetas específicas colocadas na parte frontal de cada BAC contendo informações de cumprimento obrigatório da quantidade máxima de sacos por BAC e do tipo de BAC onde o material é aprovisionado. Sempre que o operador efetuar a desmixagem do material das bombas de óleo VOP terá que cumprir com os requisitos das etiquetas.



Figura 30 - Standardização do processo de desmixagem.

De modo a estabelecer um *standard* para cumprimento de todas as partes envolvidas diretamente ou indiretamente no processo, foi necessário a criação de uma lição pontual para que a informação fosse difundida não só para o operador logístico, mas também para os seus superiores. No anexo I encontra-se o documento que constitui o primeiro passo para a padronização de alguma atividade ou processo. Após a implementação das etiquetas, comprovam-se as diferenças.

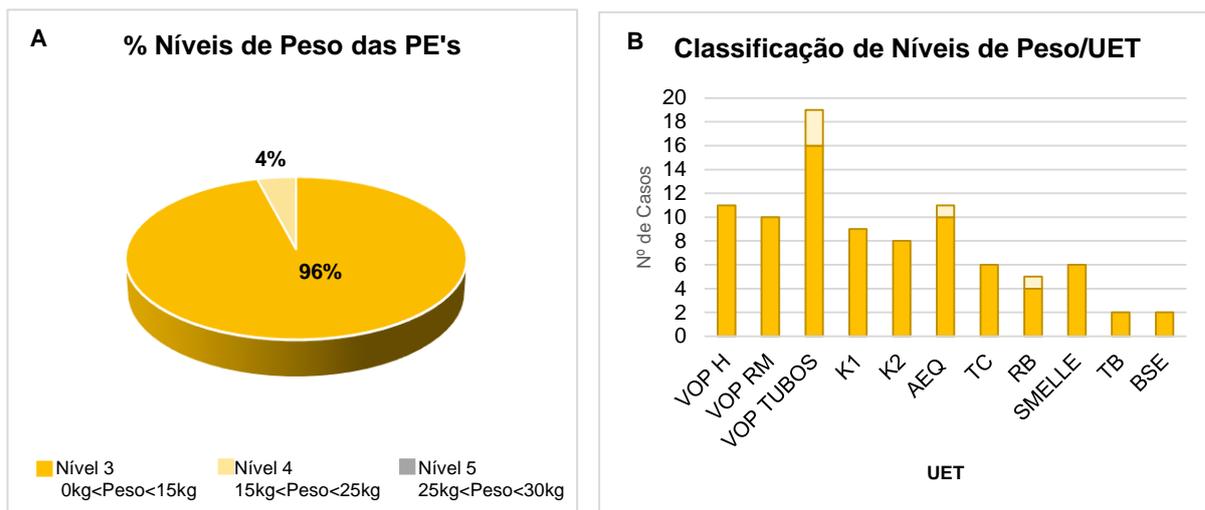


Figura 31 – A: Percentagem dos níveis de peso das PE's após melhorias; **B:** Classificação de Níveis de Peso por UET.

Como se pode visualizar foi possível obter uma redução significativa no peso transportado por PE, verificando-se a eliminação total de PE's que apresentavam classificação de nível 5, uma redução de 9% no que diz respeito à classificação de nível 4 e um aumento de 16% com classificação nível 3. O operador logístico passa então a manusear embalagens com pesos admissíveis, permitindo a criação de melhores condições de trabalho.

4.6.3. Análise do peso transportado por turno pelo operador

Para perceber a quantidade de peso que o operador logístico movimenta por turno foi necessário efetuar uma análise pormenorizada. A obtenção dos dados solicitou analisar as cadências diárias de cada UET durante 30 dias, verificar a quantidade de caixas transportadas, o respetivo peso individual de todas as referências de POE's e analisar a quantidade de movimentos efetuados no processo de *picking* e abastecimento das UET's. Neste caso considerou-se os seguintes movimentos:

- No caso do aprovisionamento das embalagens ser efetuado em pistas no armazém, são considerados 3 movimentos, o abastecimento das pistas, carregamento da plataforma de transporte e abastecimento da UET;
- Caso o aprovisionamento das embalagens seja nas paletes, apenas 2 movimentos são considerados, o carregamento da plataforma de transporte e abastecimento da UET.

Para obter o valor diário de peso de uma dada referência x que o operador movimentava efetuou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Peso total ref } x = \text{Quantidade Pe} * \text{Peso pe} * n^{\text{o}} \text{ movimentações/pe} \quad [7]$$

Simplificando os cálculos, agrupou-se as referências por UET e foi feita a soma do peso total de todos os conjuntos de referências que são abastecidos na mesma UET, de modo a obter uma aproximação do peso transportado por dia (Anexo J). Em média o operador transportou 5670 kg entre o mês de Janeiro/Fevereiro.

De modo a efetuar uma análise mais cuidada dos 30 dados recolhidos, foi estudada a qualidade de ajuste dos valores utilizando o teste estatístico do Qui Quadrado com o auxílio *do input analyzer* do software Arena. A distribuição triangular foi aquela que melhor se ajustou aos dados, apresentando um *p-value* ou valor de prova superior a 0,05 (0,483) que indica que o ajuste é forte e por isso não se rejeita a hipótese nula. O valor do parâmetro máximo corresponde a cerca de 6140 kg.

4.6.4. Implementação do sistema de troca de estante vazia por cheia

Para reduzir o peso transportado por turno, uma das soluções passa pela implementação do sistema de troca de contentor vazio por cheio. As estantes móveis permitem o funcionamento deste princípio *lean* e por isso pretende-se aplicar às linhas de maior consumo que correspondem a VOP 1 e VOP2. Os abastecimentos da linha 2 já apresentam este sistema, no entanto o operador logístico continua a ter que abastecer alguns alimentadores, tubos e calhas.

Foi efetuada previamente uma análise para verificar a fiabilidade da implementação deste mecanismo na linha 2, e para isso recorreu-se à ferramenta diagrama de *spaghetti*. Através desta ferramenta é possível visualizar todos os desperdícios de movimento que ocorrem numa pequena área, e por isso adequa-se à situação a estudar. Sendo assim, foi feito um seguimento de todos os movimentos efetuados pelo operador logístico desde o início dos abastecimentos na UET até ao seu término. De seguida encontra-se a área de estudo, onde se pode verificar todos os movimentos que o operador logístico efetua para abastecer a linha 1. A Figura 32 apresenta esquematizado os diferentes locais de aprovisionamento de material para posterior uso nas linhas, sendo que os tubos estão representados pelos círculos a verde, os alimentadores (locais de aprovisionamento diretamente ligados à linha, por exemplo a abertura da máquina) estão representados pelos triângulos amarelos e por fim as estantes fixas são os retângulos a azul.

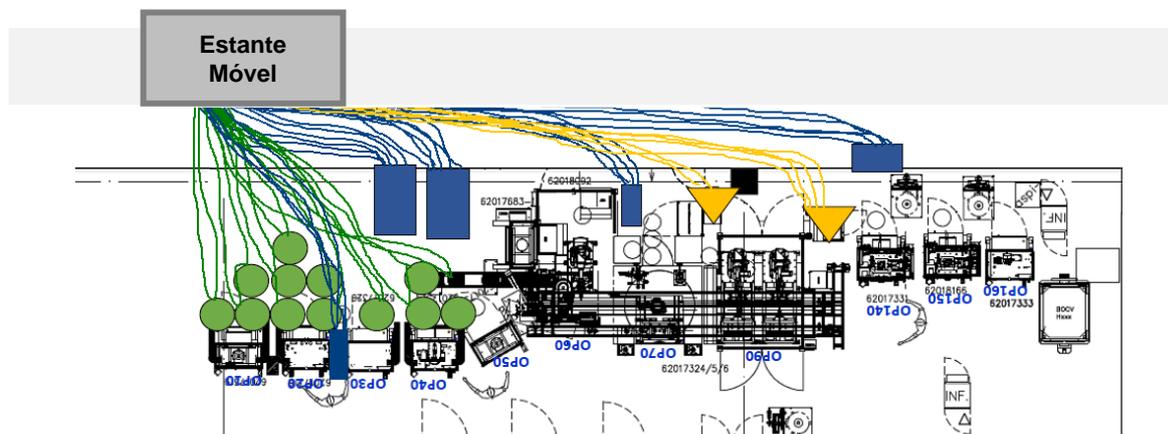


Figura 32 - Diagrama de Spaghetti na UET da VOP linha 1.

Através da implementação da troca de estante móvel vazia por cheia verificou-se:

- Eliminação das estantes fixas da linha 1 (5 estantes fixas);
- Passa a existir apenas 1 estante móvel na linha 1 (VOP H) e 2 estantes móveis na linha 2 (VOP H e VOP RM) funcionando segundo o princípio da troca de estante vazia por cheia;
- Redução do desperdício de movimento para abastecimento dos alimentadores das linhas 1 e 2, visto que essa função passou a ser exercida pelo condutor de linha. O condutor de linha passa a estar encarregue de reabastecer os alimentadores, retirando o material necessário da estante móvel e colocando nos locais apropriados, não prejudicando a continuidade do trabalho dos operadores da linha;
- O operador logístico apenas efetua as tarefas de retirar a estante móvel vazia e anexar ao *charlotte*, colocar a estante móvel cheia no seu local de arrumação específico e o abastecimento dos tubos de ambas as linhas numa volta específica pelo funcionamento normal de uma estante.

Esta implementação resultou essencialmente na redução em mais de metade dos movimentos do operador logístico, todos os traços a azul e amarelo foram eliminados. Mantem-se apenas o abastecimento dos tubos das linhas.



Figura 33 – **A:** situação antes da implementação do sistema troca vazia por cheia, **B:** situação após implementação.

O peso transportado por turno sofreu uma redução. Para além das 24 PE's da bomba de óleo VOP que são transportadas a menos devido à atualização do material a transportar, o facto de se eliminarem as estantes fixas das linhas e os alimentadores ficarem ao encargo do condutor da linha, permitiram a redução da movimentação de cerca de 170 embalagens (Anexo K).

Para se verificar o impacto no peso total transportado por turno, foi efetuada uma nova contabilização do peso transportado pelo operador logístico, desta vez através de uma estimativa para o mês de Abril/Maio com as cadências de trabalho das linhas de fabricação previstas. Obteve-se que o operador passou a transportar em média 3350 kg por turno (Anexo L), o que significa que se reduziu cerca de metade do peso transportado. A qualidade de ajuste também foi testada à semelhança da situação anterior. Utilizando o teste estatístico do Qui Quadrado, obteve-se um valor de prova superior a 0,75 para a distribuição triangular e por isso pode afirma-se que a qualidade do ajuste é forte e o valor máximo corresponde a 3610 kg.

4.6.5. Análise da altura da posição das embalagens nas plataformas de transporte

Para este indicador ergonómico a Renault apresenta uma normalização que permite verificar se uma determinada PE se encontra numa posição de recolha aceitável ou prejudicial para o operador logístico (Anexo M). Na janela ergonómica encontra-se a relação entre o peso da embalagem e o intervalo de altura a que pode ser apossionada, sendo que embalagens mais pesadas só podem ser apossionadas a uma altura mais específica, ao invés de embalagens mais leves que podem ser colocadas a diversas alturas:

- Peso PE > 15 kg: apossionamento a uma altura entre 800 mm e 1100 mm;
- 9 kg > Peso PE > 15 kg: apossionamento a uma altura entre 700 mm e 1300 mm;
- 4 kg > Peso PE > 9 kg: apossionamento a uma altura entre 500 mm e 1500 mm;
- Peso PE = 3 kg: apossionamento a uma altura entre 500 mm e 1500 mm, existindo 20% de exceções que poderão ser colocadas a uma altura entre o 0 e 1800 mm.

Pela análise individual de cada conjunto de PE's, seguiu-se a seguinte lógica para classificar os conjuntos de caixas da mesma referência em ergonómicas ou não:

- Caso um determinado número de caixas de uma mesma referência esteja empilhado, a altura da pega que se tomou em conta corresponde à média das alturas do conjunto.
- Caso uma das caixas desse conjunto esteja fora dos limites ergonómicos, todo o conjunto é considerado não ergonómico.

Para a classificação entre OK e NOK no que diz respeito à condição ergonómica da altura a que se encontra a embalagem, optou-se por dividir os componentes por UET. O estudo foi realizado a um operador com 1,65 metros de altura (a baixo da média), sendo uma altura aceitável para os parâmetros da janela ergonómica.

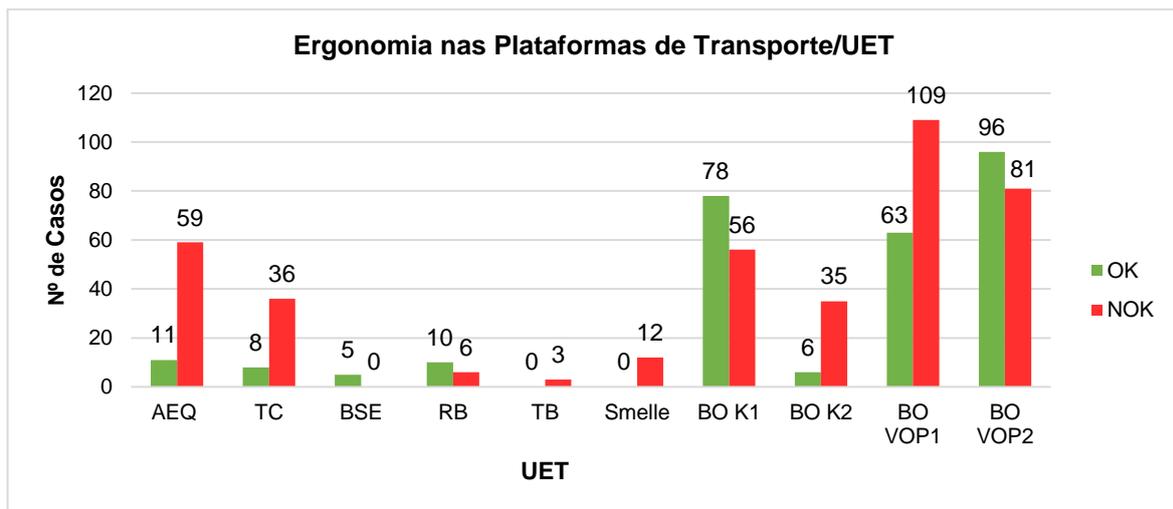


Figura 34 - Análise ergonómica das posições das embalagens nas plataformas de transporte por UET.

A análise que se efetua relativamente à Figura 34 é a seguinte:

- Verifica-se a existência de um total de 397 embalagens que estão em situação NOK e 277 embalagens OK;

- O maior número de embalagens em situação NOK pertencem à VOP. Em simultâneo, a linha 2 da VOP apresenta o maior número de embalagens em condição aceitável;
 - A UET da AEQ é a que tem uma maior discrepância entre situações OK e NOK;
 - TB e SMELLE não têm nenhuma embalagem que se encontre fora do limite aceitável.
- Conclui-se que as UET's que requerem uma maior atenção são a VOP e a AEQ.

4.7. Implementação das Estantes Móveis

Existe uma necessidade inerente de padronizar as plataformas de transporte utilizadas para movimentar o material. Pela análise efetuada anteriormente confirma-se ser uma mais-valia a eliminação de contentores e bases rolantes planas. Existem em circulação seis estantes móveis (quatro na UET da VOP e duas na UET do K), pelo que o feedback da sua utilização é bastante positivo, tanto ao nível de melhorias ergonómicas, de segurança, processo de *picking* e manuseamento do meio de transporte. Por isso a solução incorre na implementação de estantes móveis para efetuar os transportes. O processo de construção do novo meio de transporte de material solicitou duas etapas:

- a) Definição da disposição do material tendo em conta o respeito pelas especificações da janela ergonómica do grupo Renault;
- b) Construção física das estantes móveis.

De seguida encontram-se especificados os passos para o cumprimento dos dois tópicos acima representados e as respetivas soluções.

4.7.1. Definição da disposição das embalagens nas estantes móveis

De modo a dimensionar as estantes móveis para cada uma das UET's que requerem modificação, foi elaborado um ficheiro no *MS Excel* com as informações relativas a cada embalagem (tipo embalagem, dimensões, peso, altura de aprovisionamento na estante, classificação ergonómica da altura de aprovisionamento, entre outros), um desenho projetando a construção desejada, o centro de gravidade (permitindo dispor o material de forma equitativa tendo em conta o comprimento, largura e altura da estante) e uma ficha técnica com informações relativas ao material a ser utilizado na construção de cada uma das estantes móveis (Anexos N e O).

À medida que se projetava a disposição do material em cada uma das estantes móveis idealizadas foi tido em conta o indicador da janela ergonómica da Renault, sendo que foram definidos previamente os seguintes objetivos:

- Estantes móveis com altura igual ou inferior a 1500 mm;
- Primeiro nível de aprovisionamento de material das estantes móveis a começar a uma altura de 500 mm do solo;
- No máximo um a dois casos de situações NOK no que diz respeito à altura em que será efetuada a sua recolha e colocação da PE na estante móvel;

Após a idealização das estantes, foi efetuada uma análise ergonómica aos componentes de cada UET através da janela *standard* da Renault.

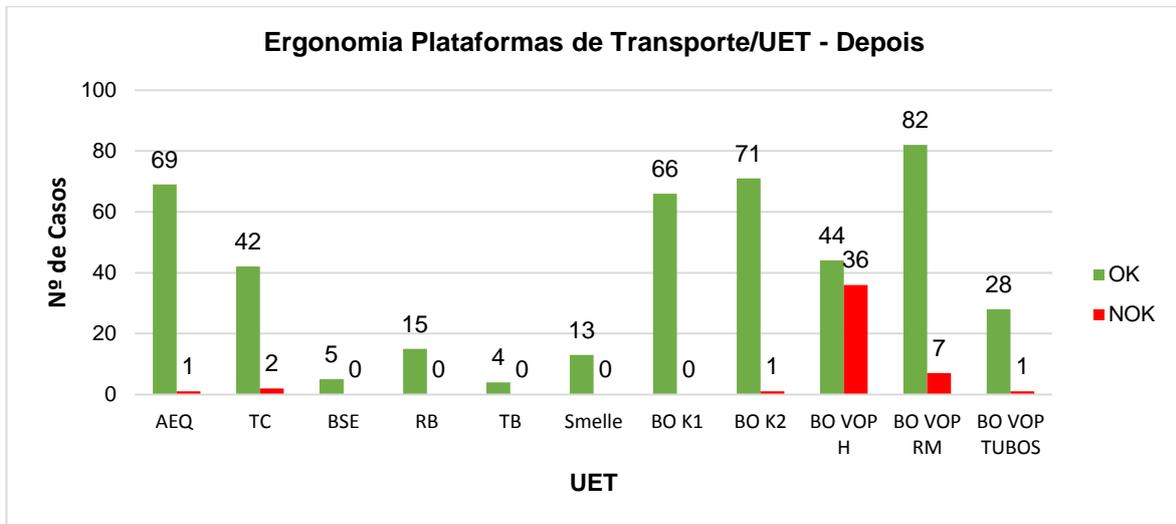


Figura 35 - Previsão das condições ergonómicas das embalagens nas estantes móveis.

No gráfico pode interpretar-se as seguintes melhorias previstas com a implementação de estantes móveis e padronização do processo de dimensionamento das mesmas:

- A UET da VOP (linha 1 e linha 2) passou de 190 embalagens NOK para apenas 44 NOK;
- A AEQ passou a ter apenas uma embalagem fora dos limites aceitáveis, constituindo a UET onde se verificou uma maior melhoria;
- As embalagens da BSE, RB, TB e SMELLE estão todas dentro dos limites.

Após a análise ergonómica concluída, procedeu-se para o dimensionamento das novas plataformas de transporte, as estantes móveis.

4.7.2. Construção física das estantes móveis

Esta etapa é realizada pelo serralheiro logístico e constitui um processo que envolve tempo e custos. A estrutura da base da estante móvel é obtida externamente, enquanto a construção dos diversos níveis é efetuada internamente. Para isso é necessário a existência de procedimentos padronizados e viáveis de modo a obter estantes certificadas relativamente a aspetos de segurança e funcionamento.

Para dar início ao processo é necessário a elaboração prévia de uma ficha técnica que contém todas as informações relativas à estante desde o número total de embalagens aprovisionadas, dimensões internas e externas, peso total, totalidade de material, custo por unidade do material, custo total da construção da estante, entre outros (Anexo O). Na totalidade foram construídas 13 estantes móveis:

- Três estantes VOP H, uma para a linha 1, uma para a linha 2 e outra em armazém para permitir o funcionamento do sistema troca de estante vazia por cheia;

- Duas estantes VOP RM, uma para a linha 2 e outra em armazém carregada;
- Uma estante VOP TUBOS;
- Uma estante K (linha 2);
- Uma estante para TC;
- Duas estantes para AEQ;
- Uma estante para RB, TB, SMELLE, BSE.

Apesar dos ganhos ergonómicos e de segurança, a construção das estantes envolveu um investimento considerável. Na tabela seguinte encontra-se discriminado o número de estantes por UET, o seu preço unitário e o total do investimento realizado.

Tabela 10 – Contabilização do custo da construção das estantes.

UET	ESTANTES	Nº ESTANTES	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
VOP	VOP H	3	2 249 €	6 748 €
	VOP RM	2	2 139 €	4 278 €
	VOP TUBOS	1	2 190 €	2 190 €
K	K2	1	2 437 €	2 437 €
TC	TC	1	2 412 €	2 412 €
AEQ	AEQ1	1	593 €	593 €
	AEQ2	1	936 €	936 €
RB TB BSE SMELLE	DCM	1	2 518 €	2 517 €
Total		11		22 112 €

A construção das 11 estantes gerou um investimento total de 22 112 €.

4.7.3. Aplicação de Gestão Visual

Para facilitar a implementação das novas plataformas de transporte no processo de abastecimento e permitir tornar o processo mais simples e visual, foram implementadas algumas ferramentas visuais, não só para ajudar os operadores logísticos, mas para a compreensão de qualquer interveniente da logística ou fabricação. Foram desenvolvidos os seguintes apoios:

- Atribuição de uma cor a cada estante para facilitar a sua distinção;
- Atribuição de uma tournée (número) a cada estante;
- Identificação das pistas de cada estante móvel através de etiquetas com a referência aprovionada. As etiquetas são da cor da respetiva estante;
- Elaboração de um esquema da estante, com as vistas frontal, lateral e traseira. No esquema pode visualizar-se a disposição do material, a quantidade de cada referência e o tipo de embalagem (BAC ou cartão);

- Tabela com as localizações das referências no armazém e localização de abastecimento na UET.
- Definição e identificação da localização de estacionamento das estantes móveis, com a tournée correspondente, a cor e a denominação da estante.

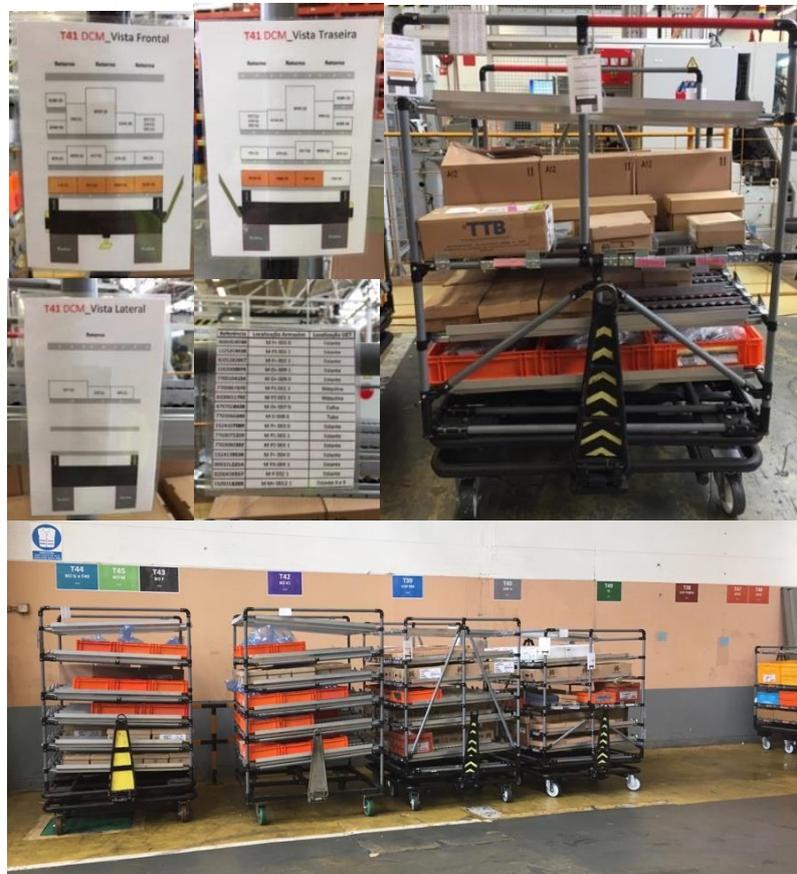


Figura 36 - Aplicação de Gestão Visual nas estantes móveis.

Através da implementação de gestão visual tornou-se padronizado este procedimento sempre que alguma estante é construída. Deste modo foi possível também reduzir a percentagem da atividade de NVA “consultar plano de abastecimento”, visto que o operador deixa de estar dependente da sua utilização, identificando de imediato as quantidades de componentes de cada estante pelas etiquetas e as respetivas localizações no armazém.

4.8. Plano de Abastecimento

Para a definição do novo plano de abastecimento foi necessário efetuar uma contabilização do tempo despendido pelo operador a efetuar as novas voltas de abastecimento. O operador logístico do turno da manhã e do turno da tarde foram acompanhados nos primeiros dias após as implementações e foi idealizada uma ordem de abastecimentos às linhas de fabricação. Tendo em conta os intervalos de abastecimento definidos para cada volta e os respetivos percursos definidos implementou-se o seguinte plano:

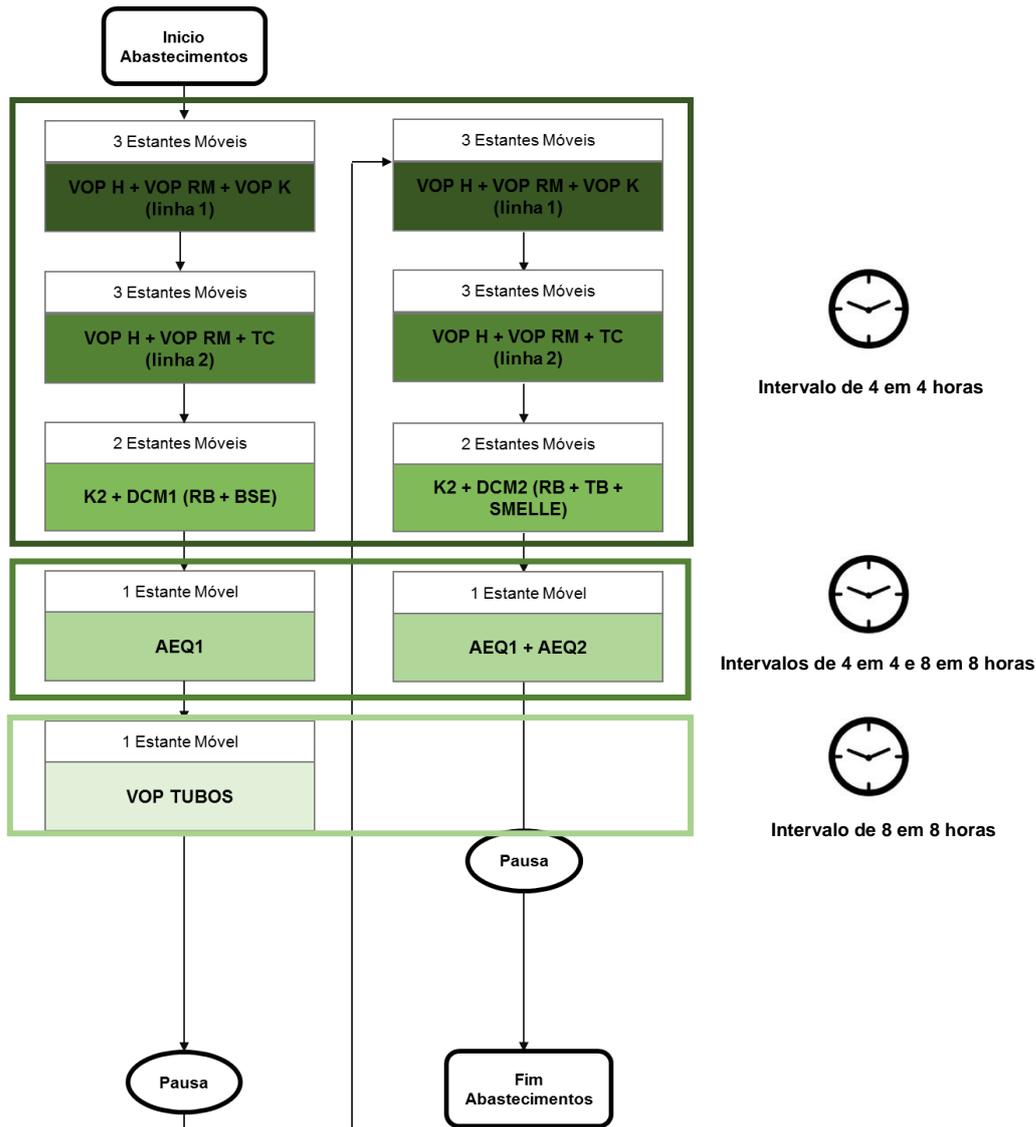


Figura 37 - Novo plano de abastecimento.

Na Figura 37 encontra-se um esquema do plano de abastecimento melhorado e simplificado à semelhança do que foi apresentado no tópico 4.2 (Figura 21). Como se pode visualizar comparando ambos os esquemas obteve-se uma redução de 3 voltas de abastecimento no total.

Para além do plano de abastecimento também foi efetuada uma nova contabilização (Anexo P) do tempo que o operador logístico demora a efetuar as principais atividades do processo de abastecimento, o abastecimento das UET's, as viagens entre armazém e UET e por fim o picking já com as melhorias implementadas.

Tendo em conta as implementações efetuadas ao nível das quantidades de material a abastecer em cada ponto de procura, a redefinição dos percursos de abastecimento e a implementação das novas plataformas de transporte, prevê-se obter uma redução significativa no tempo total do processo.

Tabela 11 - Contabilização dos tempos das principais atividades após otimização do processo.

ATIVIDADE	TURNO MANHÃ						MÉDIA TOTAL (min)
	TURNO TARDE (min)						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
ABASTECIMENTO UET	1:30	1:15	1:13	1:20	1:18	1:25	1:19
PERCURSO	1:53	1:58	2:05	2:03	2:09	2:00	2:01
PICKING	2:03	2:00	2:07	2:11	2:06	2:15	2:06
DESMIXAGEM	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40	0:40
TEMPO TOTAL	06:06	05:53	06:05	06:14	06:13	06:20	6:09

Verifica-se uma diminuição de 57 minutos no tempo total do processo de abastecimento, sendo que as viagens entre UET's e o *picking* continuam a ser as atividades mais demoradas.

4.9. Melhorias no armazém dos CM

O armazém dos CM é constituído por produtos brutos (produto que ainda não foi submetido a maquinaria), produto acabado, zona do MPR onde decorre o embalamento do produto acabado para posterior expedição e por fim, as estantes dos POE's.

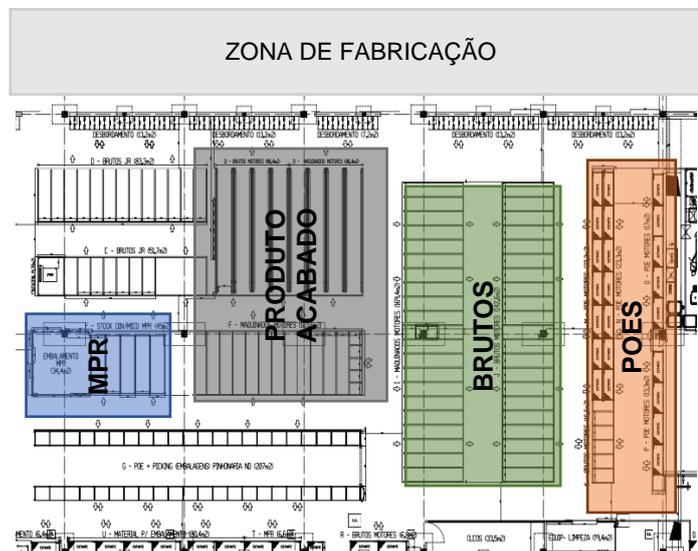


Figura 38 - Armazém do setor dos componentes mecânicos.

As estantes dos POE's apresentam dois tipos de aprovisionamento de material. A seção das estantes mais próxima da zona de fabricação apresenta 2 níveis em altura de conjuntos de pistas de rolos permitindo o funcionamento do princípio FIFO por ação da gravidade. Por norma o material que é aprovisionado nas pistas apresenta as seguintes características:

- Grande consumo diário em comparação com outros produtos;

- Dimensões mais pequenas;
- Produtos de referências diferentes que chegam à fábrica misturados numa mesma paleta.

Os produtos com este tipo de armazenamento requerem manuseamento de paletes e a denominada “desmixagem”. Nas outras seções de aprovisionamento das estantes, o material é armazenado em altura ao longo da estante (4 níveis no máximo). Neste caso, um conjunto de material da mesma referência chega à fábrica e é aprovisionado diretamente no supermercado em níveis mais elevados caso ainda exista material em níveis mais baixos ou diretamente nos níveis 0 ou 1 da estante.



Figura 39 - Estantes do supermercado dos POE's.

A disposição atual dos componentes ao longo do supermercado não é a mais fiável. À semelhança das melhorias realizadas nos fluxos de abastecimento torna-se necessário agir de igual forma ao nível do supermercado de modo a tornar o processo global mais eficiente. Os principais pontos com capacidade de melhoria correspondem:

- Disposição do material ao longo do túnel (duas estantes do supermercado);
- Condições ergonómicas de colocação/recolha das pequenas embalagens.

De seguida será efetuada uma análise a ambos os tópicos e apresentada uma proposta tendo em conta as soluções implementadas ao nível dos abastecimentos e o favorecimento do trabalho do operador logístico.

4.9.1. Análise da disposição dos componentes – Curva ABC

As referências encontram-se geralmente agrupadas por UET's, existindo alguns casos onde nem isso se verifica (exemplo: referências da árvore de equilibragem a cor verde) (Anexo Q). A maioria das plataformas de transporte utilizadas anteriormente apresentavam uma grande diversidade de material e por isso o operador logístico tinha que se ir deslocando com o *charlatte* ao longo do supermercado para efetuar o *picking* de todo o material. Isto conduzia a um processo lento e pouco eficiente na medida em que se perdia tempo apenas nas movimentações.

Torna-se necessário analisar a sequência de embalagens em vigor no supermercado, identificando a sua frequência de uso. Para isso optou-se por efetuar uma análise ABC como se pode visualizar na figura seguinte:

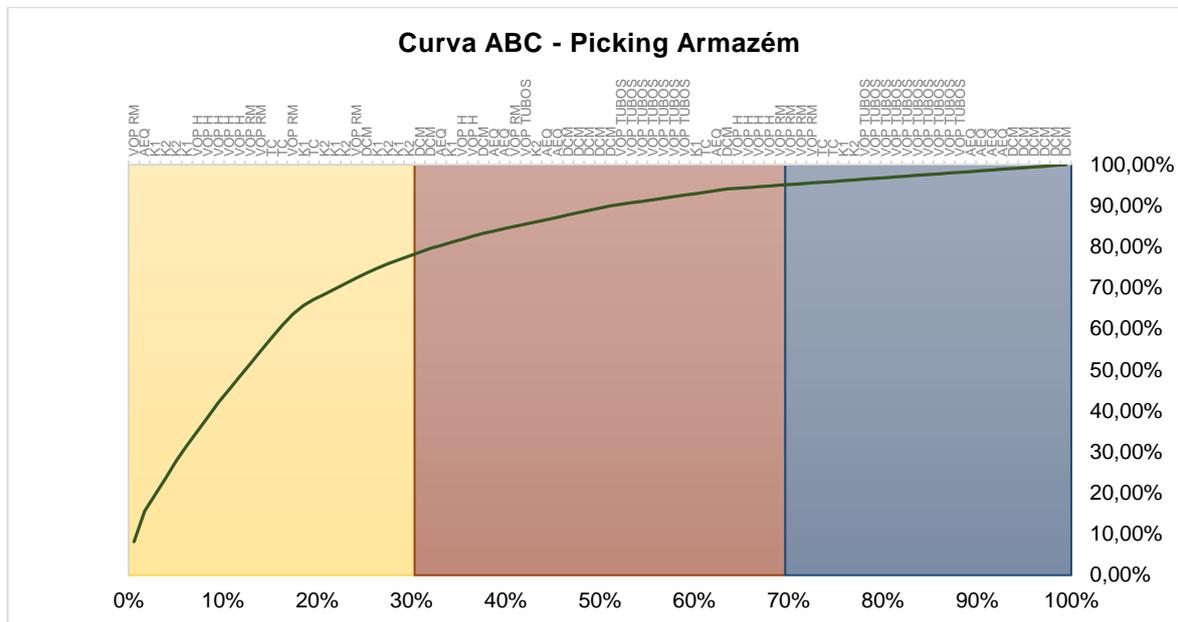


Figura 40 - Curva ABC dos POES.

A disposição do material ao longo do supermercado irá ser definida tendo em conta o material de cada estante móvel. Isto é, pretende-se por exemplo agrupar todas as referências da VOP H que são transportadas numa estante móvel, numa localização específica do supermercado. Assim, sempre que o operador efetuar o picking todo o material necessário estará em localizações próximas, evitando deslocações desnecessárias. A análise que se retira da curva ABC, vem em segundo plano e serve essencialmente para ter uma noção da possível ordem do material a adotar. Através da Figura 40 verifica-se quais os materiais que apresentam uma maior frequência de uso, e quais são aqueles que são usados em poucas quantidades ao longo de um turno. Por isso, para a definição da disposição do material no supermercado, analisou-se as voltas implementadas (estantes e percursos) e com base na análise ABC decidiu-se a seguinte disposição:

1. Na entrada do supermercado aprovisionar as referências da VOP H e VOP RM. Para além de pertencerem à mesma UET, são estantes móveis transportadas em conjunto e algumas das suas referências correspondem às mais utilizadas segundo a curva;
2. De seguida aprovisionar os componentes das estantes móveis TC e K. Estas estantes fazem parte do percurso da VOP e para além disso também apresentam materiais com elevada frequência de uso;
3. Na zona seguinte, a VOP tubos. Esta volta de abastecimento é efetuada individualmente por isso o seu material não necessita estar anexado a nenhuma estante em específico. Optou-se por esta localização porque na curva apresenta uma maior importância ao invés da AEQ e DCM que são os materiais que não apresentam localização até este ponto;

4. Após a VOP Tubos, ficam os materiais da AEQ e por fim DCM.

Acompanhando a análise e posterior definição da possível disposição dos componentes ao longo do supermercado, tornou-se necessário analisar o indicador ergonómico das alturas de aprovisionamento do material nas estantes do armazém.

4.9.2. Análise ergonómica da altura das embalagens no supermercado

Na atual disposição dos CM não foi tomado em conta o indicador da janela ergonómica da Renault. Por isso efetuou-se a medição das alturas a que o operador logístico efetua o *picking* das várias embalagens ao longo do supermercado. Obteve-se o seguinte gráfico onde se pode visualizar a classificação das embalagens por UET.

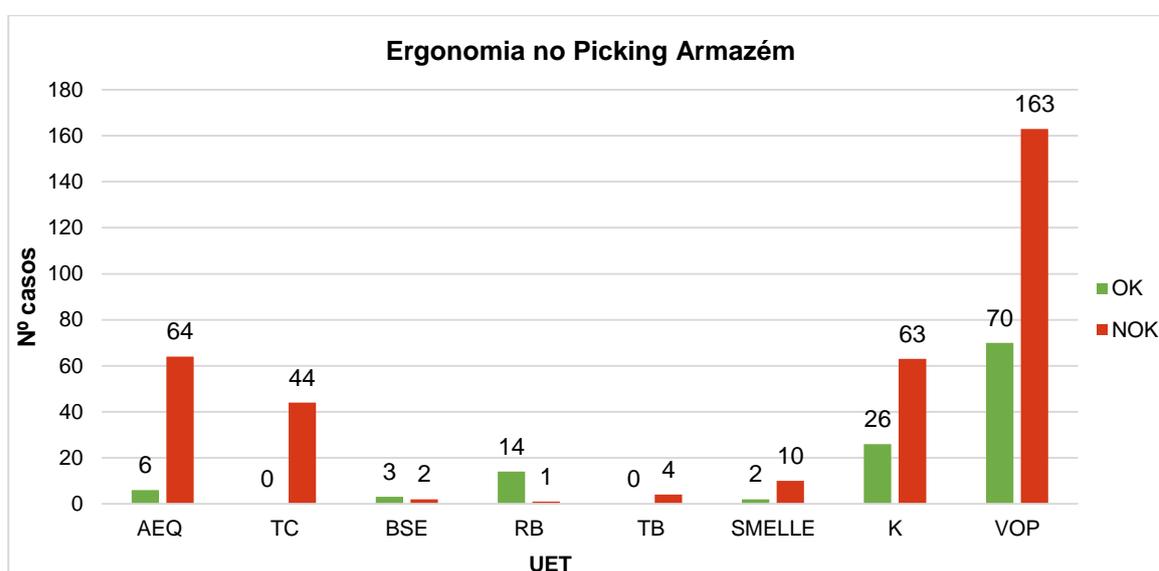


Figura 41 - Condições ergonómicas das embalagens do supermercado.

Tal como a análise efetuada anteriormente às plataformas de transporte (bases rolantes e contentores) verifica-se que a UET da VOP volta a ser a mais crítica com um total de 163 embalagens colocadas em alturas prejudiciais ao trabalho do operador logístico. A UET do K e AEQ também apresentam respetivamente 63 e 64 embalagens em situação NOK.

4.9.3. Proposta de melhoria da disposição dos componentes no supermercado

Tornou-se fundamental realizar uma análise em chão de fábrica de modo a identificar as possíveis oportunidades de melhorias. O armazém dos CM vai sofrer uma alteração de localização na fábrica e por isso serão construídas duas novas estantes onde se poderá implementar a proposta. Estas estantes já apresentam dimensões predefinidas, no entanto é possível ajustar os seus níveis em altura de modo a favorecer o indicador ergonómico.

Aquando da definição da nova proposta, verificou-se que os componentes da VOP TUBOS ao invés de serem aprovionados na parte final do supermercado deviam ser colocados na parte inicial visto que:

- São os componentes que requerem uma maior atenção porque todos eles sofrem o processo de desmixagem, no qual o operador tem que aprovioniar os sacos de componentes numa BAC específica e posteriormente colocar uma etiqueta. Essas etiquetas e caixas específicas a utilizar necessitam estar também na zona onde os componentes vão estar aprovionados. Visto que são as referências que o operador necessita de ter mais atenção quando recarrega material nas pistas do supermercado, optou-se por contrariar a análise dada na curva ABC e colocar estes componentes na parte inicial da estante e junto dos restantes componentes da VOP.

No que diz respeito à condição da altura da recolha das embalagens, tomou-se como pressupostos:

- Não colocar material no nível 0, começando o aprovionamento de material no mínimo a 500 mm;
- O *picking* não deve ser efetuado a uma altura superior a 1500 mm;
- Os componentes que se encontravam em pistas permanecem em pistas; aqueles que se encontravam em palete permanecem em palete;

As alturas de aprovionamento de material foram 750 mm para o primeiro nível das pistas, 1200 mm para o segundo nível de pistas e 530 para o aprovionamento das paletes. Após esta definição foi efetuada novamente uma análise para contabilizar se a situação ao favorável ao operador ou se permanecia semelhante à anterior. Obteve-se o seguinte gráfico:

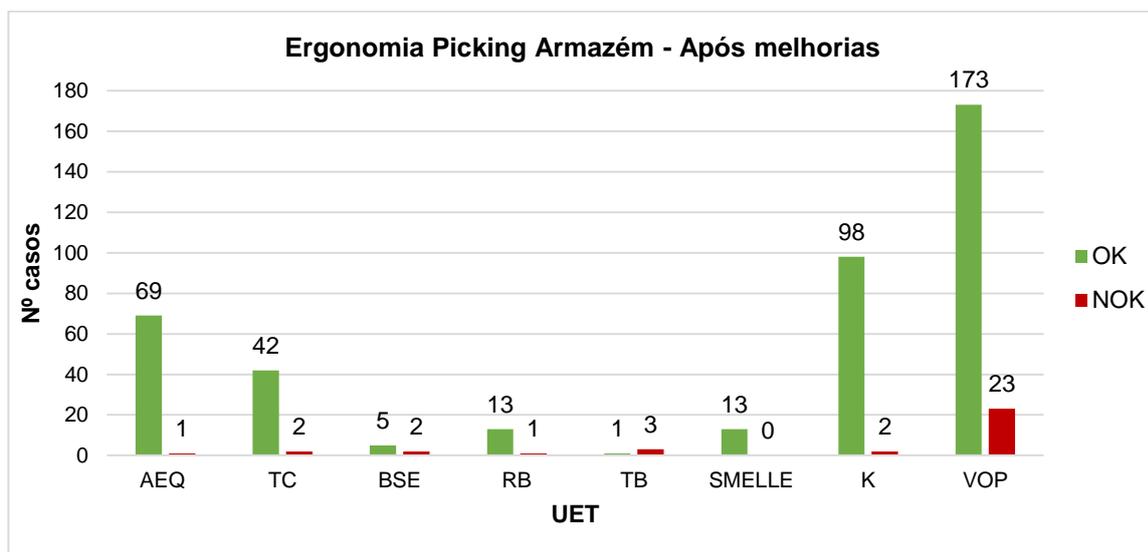


Figura 42 - Condições ergonómicas das embalagens após melhorias da disposição dos componentes.

No anexo R encontra-se a proposta definitiva já tendo em conta a disposição dos componentes com as devidas alterações e o estudo das ergonomias que vai de encontro ao objetivo,

que consistia em tornar o processo de *picking* o mais seguro para a saúde física do operador e com o menor de movimentações possíveis durante a sua realização.

5. Discussão de Resultados

Neste ponto serão abordados os resultados globais obtidos pelas ações que foram implementadas ao longo do documento. Sendo que o desenvolvimento do projeto teve como base uma revisão de literatura de acordo com as temáticas abordadas também será feita uma interpretação e analogia dos resultados obtidos com algumas das ferramentas estudadas. De seguida encontra-se uma tabela com a síntese de resultados obtidos ao longo do projeto:

Tabela 12 - Síntese dos Resultados Globais.

Indicador	Parâmetro	Situação Antes	Situação Depois	Variação	
Tempo	Abastecimento UET's (h)	1:39	1:19	- 0:20	
	Percurso (h)	2:26	2:01	- 0:25	
	<i>Picking</i> (h)	2:18	2:06	- 0:12	
Distância	Distância Total (m)	6394	5208	- 1186	
Ergonomia - Processo Abastecimento	Peso/PE (%)	Nível 3	80%	96%	+ 16%
		Nível 4	13%	4%	- 9%
		Nível 5	7%	0%	- 7%
	Peso/Turno (kg)		5670	3350	- 2320
	Altura Recolha (PE)	OK	277	439	+ 162
NOK		397	48	- 349	
Ergonomia – Armazém (previsão)	Altura Recolha (PE)	OK	121	414	+ 293
		NOK	351	34	- 317

5.1. Indicador tempo

Como foi definido nos objetivos do trabalho uma das grandes prioridades passava pela eliminação dos desperdícios de tempo ao longo do processo de abastecimento. A identificação inicial das atividades mais demoradas permitiu reconhecer parâmetros que não acrescentavam valor ou que contribuíam para a inibição da eficiência do processo. O tempo constitui um dos principais indicadores das melhorias visto que todas as soluções aplicadas em conjunto originaram uma diminuição de 57 minutos em 7 horas efetivas de trabalho do operador logístico, correspondendo a uma percentagem de 13%.

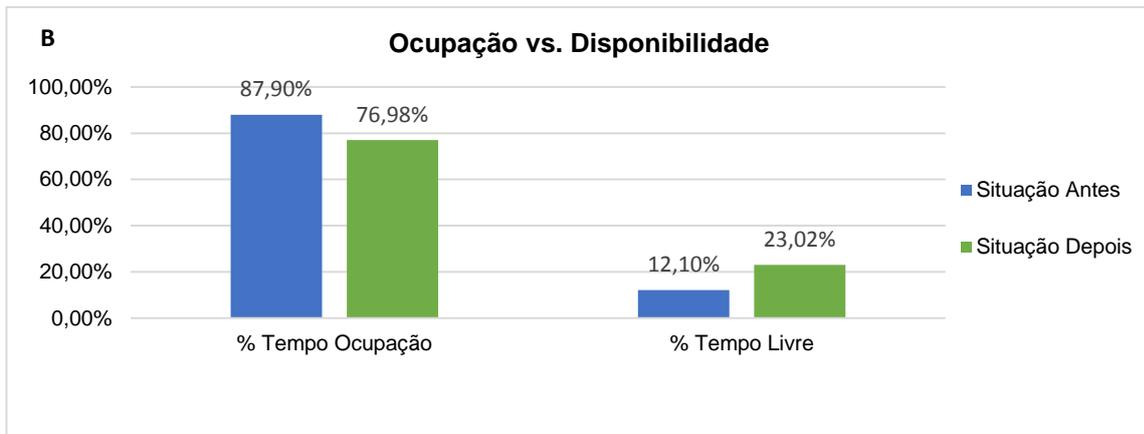
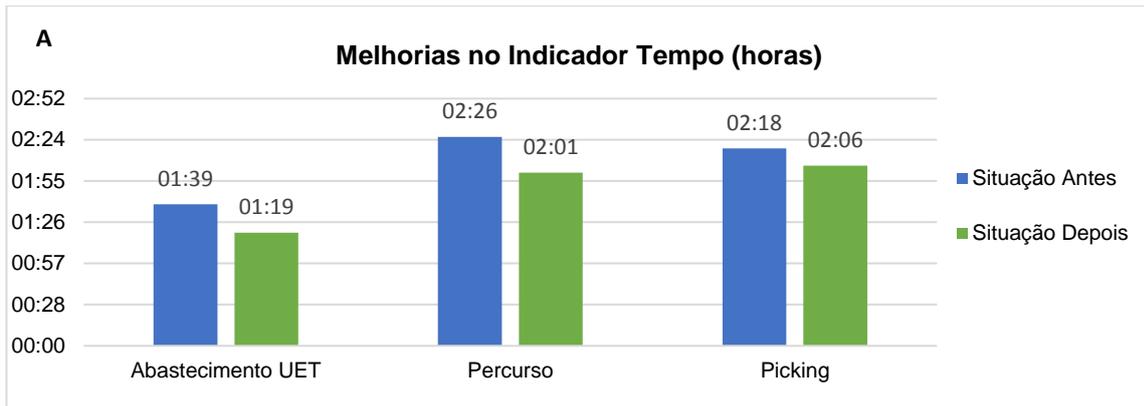


Figura 43 – A: Melhoria do Indicador Tempo (horas); **B:** Percentagem de ocupação e disponibilidade do operador logístico.

Antes da implementação de melhorias o tempo de ocupação do operador correspondia a 87,90 % do tempo total do turno (8 horas), tendo apenas 12,10% para as pausas obrigatórias. Com a redução do tempo total do processo verificou-se a eliminação de grande parte dos desperdícios existentes (movimentações desnecessárias, transporte de material desnecessário e em excesso) permitindo que o tempo de ocupação do operador logístico diminuísse aproximadamente 1 hora. Aumentou assim a sua disponibilidade, podendo ser considerado um aspeto positivo ou negativo dependendo da perspetiva:

- **Vantagem:** o operador logístico tem mais tempo para se dedicar às atividades que está encarregue e efetuá-las atempadamente. Para além disso, visto que efetua praticamente todas as atividades do processo de abastecimento (*picking* em armazém, viagens com o comboio logístico, abastecimento das linhas e reabastecimento das pistas do armazém), poderá ficar encarregue da atividade de baixar o material dos níveis mais elevados do supermercado para posterior reabastecimento das pistas. Esta atividade pertence ao operador do AGV's que se encontra nas proximidades do supermercado e que sempre que é necessário baixar material recebe uma ordem, acrescentando tempo de espera ao processo. Assim o operador das voltas efetuará a totalidade do processo.

- **Desvantagem:** aumentando a sua disponibilidade, existe a tendência de sobre carregamento para o operador visto que apresenta aproximadamente 1 hora de inatividade. No âmbito da ergonomia acaba por se tornar uma desvantagem. Por si só o operador já efetua uma série de movimentos e carrega cerca de 3350 kg (após as melhorias). Neste espetro pretende-se a diminuição de atividades, não a tendência para aumentar. Segundo os autores P. Paul F. M. Kuijer et al. (1999) a presença de rotatividade e variedade de tarefas torna-se benéfico entre os operadores resultando numa carga de trabalho física geral mais baixa em comparação com a mesma quantidade de trabalho executada sem rotatividade. Sobrecarregando os recursos humanos acima de uma certa quantidade de trabalho, a fadiga aumenta mais rapidamente e há maior probabilidade para lesões (P. Paul F. M. Kuijer et al., 1999).

Num futuro próximo pretende-se desagregar as atividades atuais do operador logístico, sendo que o operador que efetua atualmente as voltas de abastecimento passará a executar apenas os percursos, enquanto outro operador irá dedicar-se apenas ao picking dos diversos componentes no armazém. Aliando a diminuição da distância percorrida nos diversos percursos de abastecimento (atividade com maior peso temporal) à possibilidade do operador logístico se focar apenas na realização dos percursos de abastecimento, prevê-se que será possível redimensionar as voltas de abastecimento para intervalos de tempo mais curtos, como por exemplo de 2 em 2 horas ao invés de 4 em 4 horas ou 8 em 8 horas. Deste modo será necessário efetuar uma nova análise a todos os parâmetros estudados neste projeto.

5.2. Indicador distância

Através da redefinição dos componentes a abastecer em conjunto e os seus percursos de abastecimento desde o armazém até aos pontos de procura na fabricação, foi possível obter uma redução da distância percorrida em 1 186 metros. Esta redução contribuiu não só para a redução dos metros percorridos, como também para a eliminação de voltas que eram executadas sem necessidade levando a que o operador efetuasse movimentos acrescidos desnecessários. Para além disso o processo tornava-se confuso porque os mesmos componentes eram abastecidos por voltas de abastecimento diferentes.

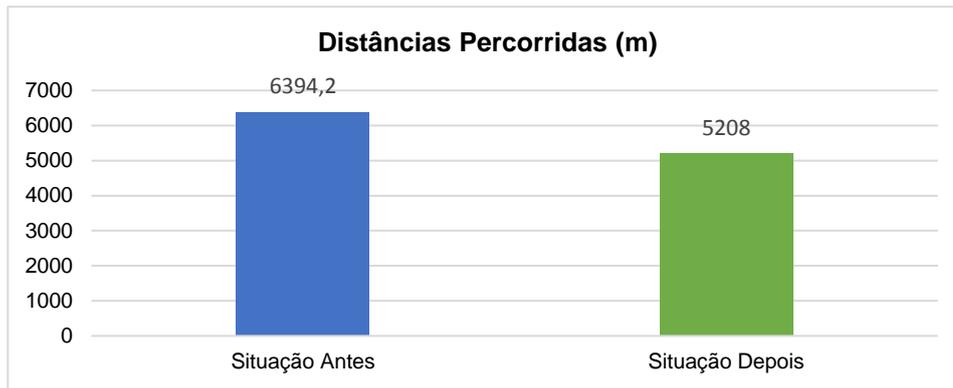


Figura 44 - Decréscimo das distâncias percorridas.

Subentendidamente, também foram reduzidas distâncias que não foram quantificadas como é o caso das movimentações repetidas que o operador efetuava no abastecimento da UET da VOP (Figura 32). Isto permitiu uma redução do peso transportado por turno de 5670 kg para 3350 kg (redução de 2320 kg). As melhorias realizadas ao nível dos percursos de abastecimento contribuíram para a redução de 25 minutos no tempo total do processo.

5.3. Indicador Ergonómico

Os ganhos ergonómicos foram atingidos principalmente pela alteração das plataformas de transporte para estantes móveis que permitem o aprovisionamento de material em altura, conduzindo à adoção de uma postura mais correta por parte do colaborador na recolha de embalagens. De uma situação na qual aproximadamente 400 embalagens se encontravam fora dos limites aceitáveis da janela ergonómica, com a implementação das estantes foi possível reduzir de 397 para apenas 48 embalagens fora dos limites ergonómicos.

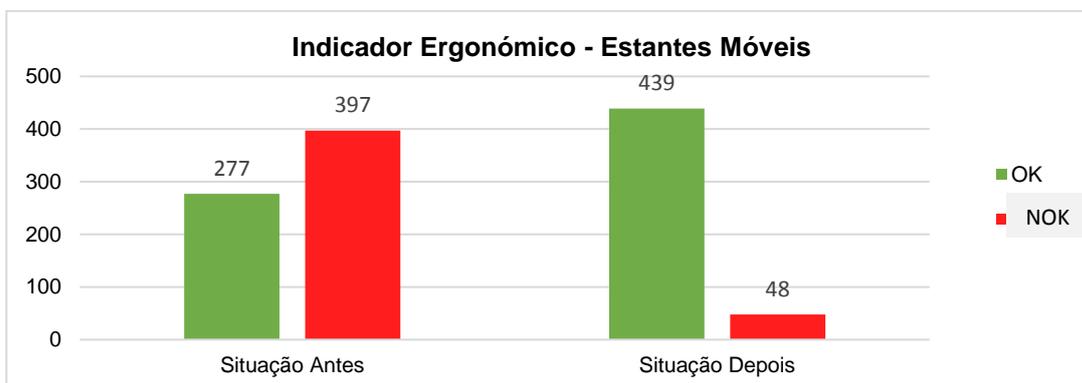


Figura 45 – Evolução das condições ergonómicas das embalagens no processo abastecimento.

No caso do armazém, prevê-se que a proposta que se pretende implementar, tenha os seguintes resultados:

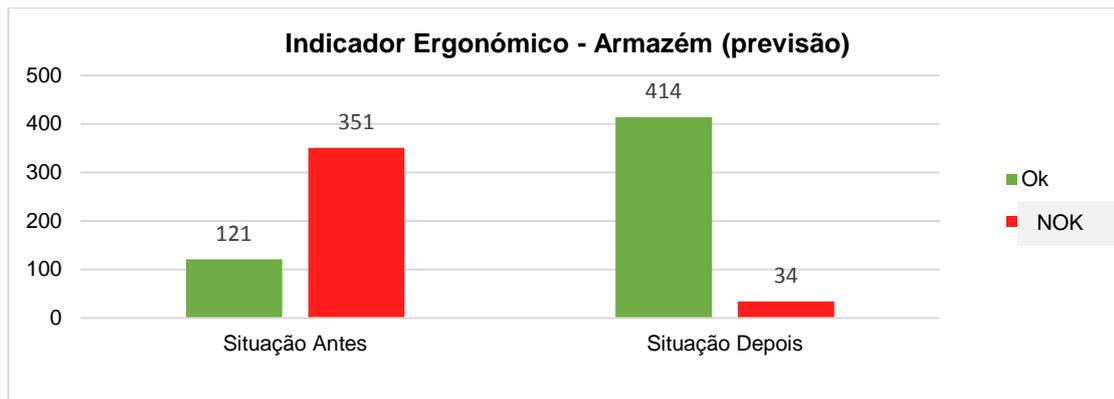


Figura 46 - Indicador Ergonómico da disposição das embalagens no armazém.

Os objetivos definidos inicialmente foram cumpridos consoante o estipulado, no entanto as ferramentas utilizadas para o estudo das condições ergonómicas do trabalho do operador apenas foram as internas à Renault CACIA. Estas abordagens acabam por ser semelhantes a ferramentas apresentadas na revisão de literatura:

Tabela 13 - Semelhanças entre a abordagem da revisão de literatura e abordagem interna da Renault.

Abordagem Teórica	Abordagem Renault CACIA
OWAS	Classificação Peso por Embalagem
NIOSHI	Janela Ergonómica

Através da “Classificação do Peso por Embalagem” apenas foi possível classificar as embalagens tendo em conta a sua carga, identificando aquelas que constituíam especial atenção devido ao seu risco de peso para o operador. Verificou-se que através da utilização da standardização do processo de aprovisionamento do material das referências da VOP no armazém, eliminou-se totalmente os casos de nível 5, e os casos de nível 4 decresceram em 9%. No entanto, este indicador *standard* da Renault apenas tem em conta ¼ da classificação do método de OWAS (peso da carga), descuidando das consequências que essa carga poderá ter para os braços, pernas e costas do operador logístico, que correspondem às restantes classificações do método.

Por outro lado, também foi usada a abordagem da janela ergonómica para o estudo da altura a que cada embalagem é recolhida. Apesar das melhorias explícitas, tanto ao nível da diminuição do peso transportado por turno e a redução em mais de metade dos casos NOK, este estudo não se revela muito aprofundado no que diz respeito à correta ou incorreta postura do operador quando efetua as várias movimentações e as possíveis ações corretivas a ter em conta. O indicador Job Strain Index (JSI), apresentado também no enquadramento teórico, especifica-se nas lesões orientadas para os pulsos e mãos, contabilizando parâmetros como duração, intensidade, velocidade e duração do esforço aplicado. Este método seria apropriado para aplicar no caso da desagregação das atividades do operador logístico dos abastecimentos (um operador efetuar os percursos e outro o *picking*). Neste cenário, estudar-se-ia o caso do operador dedicado ao *picking*, visto que ao longo de um turno iria efetuar inúmeros movimentos repetidos para

abastecer as 11 bases existentes. Tendo em conta os resultados, poderá idealizar-se a rotatividade de ambos os operadores ao longo do turno.

Métodos de avaliação como os apresentados na abordagem teórica podem perfeitamente ser aplicados no âmbito analisado, permitindo englobar mais variáveis e restrições que até então não foram utilizadas internamente na área da logística, tais como a afetação do peso ao nível das pernas, costas e braços (OWAS) e o fator do deslocamento horizontal e a frequência de recolha ao longo de um turno (NIOSH). Outros métodos mais específicos (JSI) permitem também efetuar uma análise de partes do corpo e tarefas mais específicas, demonstrando-se igualmente vantajosos.

5.4. Indicador monetário

Os custos monetários incorridos internamente apenas se verificaram ao nível da construção das estantes móveis, que geraram um investimento total de 22 112 €. Este valor acabará por sofrer um retorno a longo prazo. Os parâmetros quantitativos tornam-se difíceis de quantificar, no entanto verifica-se o seguinte retorno monetário:

- A redução de cerca de 57 minutos no processo de abastecimento levou ao aumento da disponibilidade do operador logístico, gerando um retorno de menos aproximadamente 1 hora de trabalho por turno. Sendo que existem 3 turnos (3 operadores logísticos) e supondo que por hora o operador recebe 4 € e trabalha em média 20 dias úteis por mês, contabilizando a poupança para um mês, corresponde a 240 € poupados e para um ano 2 880 €. Sendo assim, para balancear a despesa incorrida na construção das estantes móveis seria necessário apenas 8 anos para o retorno de 22 112 €;
- A substituição da totalidade das bases planas rolantes e dos contentores pelas estantes móveis diminui a probabilidade de ocorrência de sucata de componentes. Caso as embalagens não estivessem corretamente aprovisionadas nas plataformas de transporte utilizadas (empilhamento de mais de 5 BAC's, ou encaixe incorreto em altura) ocorria a probabilidade acrescida de queda durante a movimentação do *charlatte*. Aliando aos fatores externos da velocidade da condução (máximo 40 km/h) e uma possível paragem brusca, os riscos de queda e conseqüente sucata eram acrescidos. Portanto fez-se uma análise à sucata decorrida no ano de 2017 no transporte de POE's movimentados pelas plataformas antigas, o transporte de componentes de grande dimensão movimentados por AGV's e por comboio logístico. Verifica-se que os custos mais elevados de sucata ocorrem no transporte dos POE's, perfazendo um total de 4080,35€.

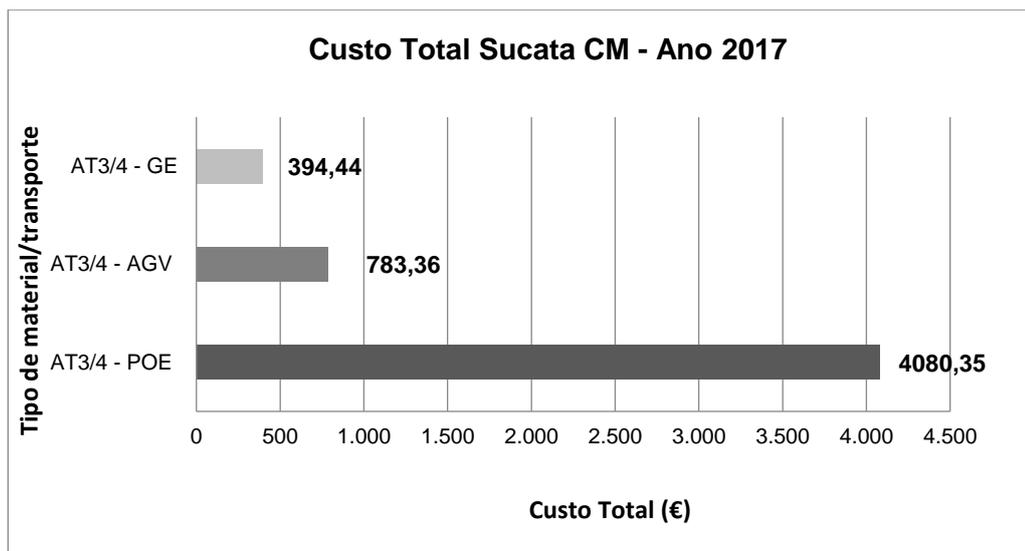


Figura 47- Sucata Ano 2017.

Desde a implementação das estantes móveis não se verificam qualquer tipo de quedas ou perigos de segurança para os colaboradores logísticos, significando que para além da redução dos custos de sucata, aumentou-se os níveis de segurança para todos os envolventes no processo, o que constitui uma das prioridades do grupo Renault, contribuindo de forma positiva para o aumento do indicador interno FR0 e FR1 (indicadores de acidentes).

Para além destes ganhos, existem outro tipo de retornos subentendidos, como por exemplo ao nível da padronização de processo, qualidade de trabalho dos recursos humanos, ambiente, entre outros:

- Aumento da eficiência e eficácia do processo devido à padronização das plataformas de transporte. Todos os POE's passaram a ser transportados da mesma forma e o processo de *picking* no supermercado tornou-se também *standard*, na medida em que as embalagens de componentes são todas abastecidas em pistas. A existência destas pistas garante o cumprimento do FIFO, situação que não se verificava anteriormente. Para além disso, a aplicação de gestão visual permite uma identificação rápida da estante, dos componentes provisionados e da sua localização em armazém.
- Aumento da segurança dos recursos humanos, visto que a construção das estantes móveis teve em conta as alturas de abastecimento das embalagens permitindo ao operador logístico adotar uma postura mais apropriada e com menor risco. A existência de pistas e de vários níveis em altura limita o operador a abastecer uma embalagem de cada vez, ao invés de duas como ocorria anteriormente com as bases rolantes e contentores.

Sendo assim, acabará por se retornar o valor investido em diversas vertentes do processo e dos resultados que ele trás, tanto ao nível de funcionalidade, como para aqueles que estão envolvidos.

6. Conclusão

A Renault CACIA pretende garantir a continuidade da sua posição entre as melhores fábricas de montagem de caixas de velocidades e bombas de óleo do grupo. Por isso, é necessário o desenvolvimento contínuo da cultura organizacional *lean* que se encontra presente em todos os departamentos da fábrica. Trabalhando nas bases sólidas da sua filosofia é fundamental ingressar num ciclo de melhoria contínua identificando os potenciais inibidores do seu sucesso (Chen et al., 2010). Através da adoção de metodologias apropriadas é possível proceder à sua eliminação, acrescentando valor não só ao seu processo, mas fundamentalmente ao cliente que constitui a prioridade da empresa.

O trabalho realizado ao longo do documento constitui uma pequena parcela do processo global de produção de CV e CM. A logística interna funciona como um departamento de apoio às linhas de fabricação, e como consequência, é fundamental garantir que o processo de produção decorra de forma contínua e sem ocorrência de falhas. É neste campo que se encontra o desafio da logística e a oportunidade de melhoria das suas atividades de abastecimento. Nesse sentido surgiu a necessidade de adotar uma filosofia com o foco na identificação dos desperdícios no processo e a implementação das práticas mais ajustadas para a sua eliminação.

A análise efetuada inicialmente aos tempos das atividades do operador logístico foi fundamental para identificar as atividades que acrescentavam valor ao processo, atividades de NVA e NNVA. Para além disso, através da contabilização dos tempos das atividades do operador foram identificadas as atividades com maior peso temporal e que contribuíam para um processo de abastecimento mais demorado, sendo elas a atividade de picking para carregamento das plataformas de material, os percursos efetuados pelo comboio logístico para abastecimento das linhas de fabricação e por fim o abastecimento das diversas UET's. A implementação de soluções em cada uma das três atividades mencionadas contribuiu para a redução do tempo total do processo de abastecimento em 13%. Foi possível a redução do peso temporal das atividades mais demoradas, diminuindo os desperdícios verificados nas atividades de VA e NNVA.

A atividade que sofreu um maior decréscimo de tempo foi a execução dos percursos, com uma redução de 25 minutos no tempo total, que se deve principalmente à análise efetuada inicialmente aos componentes a abastecer em conjunto. Eliminou-se percursos repetidos, reduzindo movimentações acrescidas, a distância percorrida para responder às necessidades das linhas e o tráfego de meios de transporte na fabricação.

No caso do abastecimento das linhas, a sua redução em 20 minutos comparativamente à situação inicial deveu-se a várias oportunidades de melhoria. A automatização e atualização da base de dados permitiu a eliminação de 33 embalagens que eram transportadas sem valor para as linhas, constituindo um tipo de desperdício a eliminar. Para além disso, através utilização da ferramenta diagrama de spaghetti, identificou-se uma série de movimentações repetidas no abastecimento de tubos e alimentadores da UET da VOP. Através da implementação das estantes móveis juntamente com o sistema de troca de estante vazia por cheia foi possível reduzir não só as

movimentações dos operadores, como também o número de estantes fixas que existiam na linha 1. O peso transportado por turno também reduziu em 2320 kg.

Uma das problemáticas que se verificou durante a análise das plataformas de transporte utilizadas foi as condições ergonômicas em que o operador estava a trabalhar. O material era provisionado a alturas muito baixas obrigando o operador a efetuar movimentos incorretos e de risco para a sua saúde. Através de gráficos *standard* internos à Renault, semelhantes aos métodos abordados no enquadramento teórico foi possível a identificação e eliminação total de casos nos quais existiam embalagens com mais do que 15 kg (embalagens da VOP), tornando o processo de desmixagem *standard*. Criou-se assim, um conjunto de passos que foram definidos e têm que ser cumpridos de forma regular para evitar situações semelhantes. No âmbito da altura de recolha das embalagens, foi possível reduzir 349 casos prejudiciais à postura do operador. Ao nível do armazém as ações propostas na alteração da disposição do material permitirão também obter melhorias ergonômicas em cerca 317 embalagens que estavam provisionadas em situações de risco.

O tempo de *picking* apenas reduziu em 12 minutos. Esta redução deve-se essencialmente a utilização das estantes móveis que melhoraram o processo a nível global, permitindo que o operador efetue o processo de forma mais simplificada e rápida. Prevê-se que este valor tenha uma nova diminuição após a implementação da proposta do novo armazém.

6.1. Limitações do projeto

Apesar das melhorias obtidas, nem todas as implementações decorreram como previsto na fase inicial do projeto. Primeiramente, verificaram-se dificuldades na contabilização de tempos. Foi necessário o acompanhamento exaustivo do operador logístico ao longo de seis turnos (três na parte da manhã e três na parte da tarde) para conseguir anotar os tempos de abastecimento das UET's, dos percursos e do *picking*. Para além das 6 amostras, foram realizadas outras que não foram consideradas por falta de alguns dados, fundamentalmente da parte dos percursos, os quais requeriam o acompanhamento do operador no comboio logístico à sua velocidade habitual. Para além disso, o problema do caixeiro-viajante acabou por não ser aplicado, devido às restrições criadas no agrupamento das UET's a abastecer em conjunto.

Relativamente à alteração do armazém não foi possível contabilizar ao certo a influência que terá no tempo total do processo, sendo que apenas se fez uma previsão relativamente às condições ergonômicas.

O objetivo da redução do peso temporal das atividades mais demoradas foi cumprido, no entanto devido ao prazo do projeto não foi possível analisar as atividades de valor não acrescentado (atrelar plataforma de transporte ao *charlatte*, deixar vazios no armazém), uma das atividades de valor acrescentado (abastecer pistas do armazém) e duas atividades NNVA (destocar material, recolher embalagens vazias). Algumas destas atividades já apresentam possíveis soluções para a sua eliminação, que serão apresentadas de seguida no tópico dos desenvolvimentos futuros.

6.2. Desenvolvimentos Futuros

A destocagem de material é uma atividade que o operador tem que efetuar sempre que carrega as estantes móveis com material do supermercado. Atualmente o processo ainda é efetuado inserindo os dados da Galia (informação da paleta de material) no computador que existe no supermercado, sendo que o operador acaba por perder tempo a inserir estas informações. Por isso considera-se ser uma mais-valia a implementação de um sistema de destocagem automático, sendo que sempre que o operador abastece uma caixa irá ser utilizado um RF Terminal (dispositivo de frequência de rádio) para contabilização unitária do *stock* que vai sendo utilizado. Através deste sistema, o trabalho dos TGP's também será facilitado na medida em que terão acesso em tempo real ao *stock* que está a ser utilizado, situação que atualmente não acontece.

Para efetuar o *picking* dos componentes para abastecer as linhas, é necessário abastecer as pistas do armazém. Como foi referido anteriormente, existem determinados componentes abastecidos em pistas de rolos e outros que permanecem na paleta conforme é rececionado na fábrica. Por isso pretende-se futuramente eliminar os casos de abastecimentos em pistas de rolos, à exceção das referências da VOP do fornecedor *Pierburg*. Com isto irá reduzir-se o número de movimentações do operador que neste momento, abre a paleta, coloca as embalagens nas pistas e posteriormente efetua o *picking*. Passará apenas a abrir a paleta e a efetuar o *picking* direto. Reduz-se não só movimentações, como também o tempo despendido no abastecimento das pistas.

Para além disso, num futuro próximo pretende-se implementar o sistema AGV nos POE's dos motores. As estantes móveis dimensionadas e construídas estão preparadas para serem adaptadas aos AGV's. Deste modo o comboio logístico seria eliminado, passando a existir apenas sistemas automatizados e o operador logístico que efetua atualmente as voltas ficaria apenas encarregue do abastecimento das estantes em armazém. Para isto ser possível, será necessário adotar o sistema de estante troca vazia por cheia para todos os abastecimentos. Assim o AGV transportará a estante cheia até à UET de destino, o operador da UET aprovisiona a estante cheia no local apropriado e coloca sob o AGV a estante vazia. Por conseguinte, o AGV transportará a estante vazia até ao armazém onde o operador logístico efetuará o seu carregamento, e assim sucessivamente. Esta implementação irá exigir um novo investimento, visto que cada AGV tem um custo mensal para a Renault de cerca de 500 €.

Referências Bibliográficas

- 4Lean. (2017). Bordo de Linha. Retrieved January 15, 2017, from <http://www.4lean.net/pt/solutions/>
- Alnahhal, M., Ridwan, A., & Noche, B. (2014). In-plant milk run decision problems. In *2014 International Conference on Logistics Operations Management* (pp. 85–92). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/GOL.2014.6887421>
- Altenburg, K., Griscom, D., Hart, J., Smith, F., & Wohler, G. (1999). Just-in-time logistics support for the automobile industry. *Production and Inventory Management Journal*, *40*(2), 59–66.
Retrieved from
<https://pdfs.semanticscholar.org/c4be/ffe99b4d836719c50a68a3c07b8aa31d6b5d.pdf>
- Applegate, D. L., Bixby, R. E., Chvatal, V., & Cook, W. J. (2011). *The Traveling Salesman Problem: a Computational Study*. Princeton University Press.
- Arlbjørn, J., & Vagn, P. (2013). Evidence of lean: a review of international peer-reviewed journal articles. *European Business Review International Journal of Operations & Production Management Iss International Journal of Operations & Production Management*, *25*(2), 174–205. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/09555341311302675940>
- Battini, D., Boysen, N., & Emde, S. (2013). Just-in-Time supermarkets for part supply in the automobile industry. *J Manag Control*, *24*, 209–217. <https://doi.org/10.1007/s00187-012-0154-y>
- Baudin, M. (2004). *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*. (C. Press, Ed.).
- Bauer W., Ganschar O., & Gerlach S. (2014). Development of a Method for Visualization and Evaluation of Production Logistics in a Multi-Variant Production. *Procedia CIRP*, *17*, 481–486.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.027>
- Beevis, D. (2003). Ergonomics—Costs and Benefits Revisited. *Applied Ergonomics*, *34*, 491–496.
[https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00068-1](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00068-1)
- Berlin, C., & Adams, C. (2017). *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*. Ubiquity Press. Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bbe>
- Black, J. (2007). Design rules for implementing the Toyota Production System. *International Journal of Production Research*, *45*(16), 3639–3664.
<https://doi.org/10.1080/00207540701223469>
- Blecker, T., & Abdelmalek, N. (2010). *Innovative process optimization methods in logistics: emerging trends, concepts and technologies*. Erich Schmidt.
- Bodek, N. (2002). Kaizen: KaZam! Kaizen Rises Again: The Magical, Practical Power of Small Improvements. *Talent Development*, *56*(1). Retrieved from
<https://www.questia.com/magazine/1G1-82361934/kaizen-kazam-kaizen-rises-again-the-magical-practical>
- Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *Int J. Production Economics*, *160*, 182–201.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>

- Brar, G., & Saini, G. (2011). Milk Run Logistics: Literature Review Directions. In *Proceedings of the World Congress on Engineering* (Vol. 1). London. <https://doi.org/978-988-18210-6-5>
- Cacia, R. (2017). Renault Portugal. Retrieved from https://www.renault.pt/?&gclid=CjwKCAjwiurXBRAnEiwAk2GFZpuiyq5dKw2-mu3dMgqspVtcxoZmtRjzDE6ZGS8fTOFSPNIDhGjtBoCnylQAvD_BwE
- Carvalho, J. C. de. (1996). *Logística*. (E. Sílabo, Ed.).
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48(4), 1069–1086. <https://doi.org/10.1080/00207540802484911>
- Christopher Brandl, Alexander Mertens, & Christopher M. Schlick. (2017). Ergonomic analysis of working postures using OWAS in semi-trailer assembly, applying an individual sampling strategy. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 23(1), 110–117. <https://doi.org/10.1080/10803548.2016.1191224>
- Christopher, M., & Towill, D. (2001). An integrated model for the design of agile supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31(1), 235–246. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/09600030110394914>
- Coimbra, E. A. (2009). *Total management flow : achieving excellence with kaizen and lean supply chains*. (Kaizen Institute, Ed.). Kaizen Institute.
- Crespo de Carvalho, J., Guedes, A. P., Arantes, A., Martins, A. L., Póvoa, A. P., Luís, C., ... Ramos, T. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. (M. Robalo, Ed.) (1st ed.). Lisboa: Edições Sílabo, LDA.
- Dallari, F., Marchet, G., & Melacini, M. (2009). Design of order picking system. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 42, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1571-9>
- Daria, B., Martina, C., Alessandro, P., & Fabio, S. (2015). Linking human availability and ergonomics parameters in order-picking systems. *IFAC Papers Online*, 48(3). <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.105>
- Das, B., Venkatadri, U., & Pandey, P. (2014). Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71((1-4)), 307–323. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5407-x>
- Dave, B. (2017). Business process management – a construction case study. *Construction Innovation*, 17(1), 50–67. <https://doi.org/10.1108/CI-10-2015-0055>
- De Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K. J., & Koster, D. (2007). Design and control of warehouse order picking: a literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501. Retrieved from <http://roodbergen.com/publications/EJOR2007.pdf>
- Dempsey, P. G., & Mathiassen, S. E. (2006). On the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics. *Applied Ergonomics*, 37(1), 33–43. <https://doi.org/10.1016/J.APERGO.2004.11.004>
- Droste, M., & Deuse, J. (2012). A Planning Approach for In-plant Milk Run Processes to Optimize Material Provision in Assembly Systems. In *Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability* (pp. 604–610). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- https://doi.org/10.1007/978-3-642-23860-4_99
- Dukic, G., & Oluic, C. (2007). Order-picking methods: improving order-picking efficiency. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 3(4), 451. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2007.013214>
- Emde, S., & Boysen, N. (2012). Production, Manufacturing and Logistics Optimally routing and scheduling tow trains for JIT-supply of mixed-model assembly lines. *European Journal of Operational Research*, 217. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.09.013>
- Feld, W. M. (2001). *Lean manufacturing : tools, techniques, and how to use them*. (C. Press, Ed.). St. Lucie Press.
- Goetschalckx, M., & Ashayeri, J. (1989). Classification and design of order picking. *Logistics World*, 2(2), 99–106. <https://doi.org/10.1108/eb007469>
- Goldsby, T. J., & Martichenko, R. (2005). *Lean Six Sigma logistics : strategic development to operational success*. J. Ross Pub.
- Haque, B., & James-moore, M. (2004). Applying Lean Thinking to new product introduction. *Journal of Engineering Design*, 15(1), 1–31. <https://doi.org/10.1080/0954482031000150125>
- Herron, D. (1976). Industrial Engineering Applications of ABC Curves. *A I I E Transactions*, 8(2), 210–218. <https://doi.org/10.1080/05695557608975069>
- Hicks, B. J. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*, 27, 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2008). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(9), 994–1011. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Hines, P., Rich, N., Bicheno, J., Brunt, D., Taylor, D., Butterworth, C., & Sullivan, J. (1998). Value Stram Management. *The International Journal of Logistics Management*, 9(1), 25–42. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/09574099810805726>
- Hirano, H. (1996). *5 Pillars of the Visual Workplace*. Productivity Press.
- IEA. (2000). *The Discipline of Ergonomics*.
- Kadefors, R., & Forsman, M. (2000). Ergonomic evaluation of complex work: a participative approach employing video - computer interaction exemplified in a study of order picking. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 435–445. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(99\)00042-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0169-8141(99)00042-6)
- Kaplan S, G. (2010). *Advanced Lean Thinking: Proven Methods to Reduce Waste and Improve Quality in Health Care*. Joint Commission Resources.
- Karhu, O., Kansil, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), 199–201. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)
- Kerber, B., & Dreckshage, B. J. (2011). *Lean supply chain management essentials : a framework for materials managers*. CRC Press.
- Ko, C.-H., & Chung, N.-F. (2014). Lean Design Process. *Journal of Construction Engineering and*

- Management*, 140(6), 04014011. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000824](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000824)
- Kollberg, B., Dahlgaard, J. J., & Brehmer, P. (2006). Measuring lean initiatives in health care services: issues and findings. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(1), 7–24. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/17410400710717064>
- LERC. (2004). Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School. Retrieved from www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. (CWL Publishing Enterprises, Ed.).
- Lopes, R. (2017). Renault, Nissan e Mitsubishi estreitam relações. Retrieved January 8, 2018, from <http://fleetmagazine.pt/2017/09/18/renault-nissan-mitsubishi/>
- MacDonald, H. (2000). Scoping Study: human systems integration accident database. *Defence and Civil Institute of Environmental Medicine*, 84.
- Mainseil, A., & Santos, P. (2016). Lean SCM. Retrieved April 16, 2018, from https://pt.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/bordo-de-linha-lean-scm
- Melton, T. (2005). THE BENEFITS OF LEAN MANUFACTURING What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Miemczyk, J., & Holweg, M. (2004). BUILDING CARS TO CUSTOMER ORDER - WHAT DOES IT MEAN FOR INBOUND LOGISTICS OPERATIONS? *Journal of Business Logistics*, 25(2), 171–197. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2004.tb00186.x>
- Monden, Y. (2012). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th ed.). CRC Press.
- Monteiro, J., Alves, A. C., & Carvalho, M. do S. (2017). Processes improvement applying Lean Office tools in a logistic department of a car multimedia components company. In *Manufacturing Engineering Society International Conference*. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.097>
- Moore, J., & Garg, A. (1995). The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs For Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56(5), 443–458. <https://doi.org/10.1080/15428119591016863>
- Murman, E. M. (2002). *Lean enterprise value : insights from MIT's Lean Aerospace Initiative*. Palgrave.
- N. Bilalis, G. Scroubelos, A. Antoniadis, D. Emiris, & D. Koulouriotis. (2002). Visual factory: Basic principles and the “zoning” approach. *International Journal of Production Research*, 40(15), 3575–3588. <https://doi.org/10.1080/00207540210140031>
- Neuman, C., Kohlhuber, S., & Hanusch, S. (2012). Lean Production in Austrian Industrial Companies: An Empirical Investigation. In *Modelling Value*. Austria. <https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2747-7>
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system : beyond large-scale production*. (P. Press, Ed.) (1st ed.). Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen assembly : designing, constructing, and managing a lean assembly line*.

CRC Taylor & Francis.

- P. Paul F. M. Kuijer, Bart Visser, & Han C. G. Kemper. (1999). Job rotation as a factor in reducing physical workload at a refuse collecting department. *Ergonomics*, 42(9), 1167–1178.
<https://doi.org/10.1080/001401399185054>
- Parry, G. C., & Turnerz, C. E. (2006). Application of lean visual process management tools. *Production Planning & Control*, 17(1), 77–86. <https://doi.org/10.1080/09537280500414991>
- Paul Brunet, A., & New, S. (2003). Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(12), 1426–1446. Retrieved from
<https://doi.org/10.1108/01443570310506704>
- Petersen, C. G., & Aase, G. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *Int. J. Production Economics*, 92, 11–19.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.006>
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras*. (L.-E. Técnicas, Ed.) (6th ed.).
- Renault. (2017). Groupe Renault.
- Roser, C. (2015). All About Spaghetti Diagrams. Retrieved from
<https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>
- Rother, M., Shook, J., & Lean Enterprise Institute. (2003). *Learning to see : value stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Salem, R., Musharavati, F., Hamouda, A. M., & Al-Khalifa, K. N. (2016). An empirical study on lean awareness and potential for lean implementations in Qatar industries. *Int J Adv Manuf Technol*, 82, 1607–1625. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7421-7>
- Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. A., & Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons*, 52(1), 79–88.
<https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2008.08.004>
- Schonberger, R. J. (2006). Japanese production management: An evolution—With mixed success. *Journal of Operations Management*, 25, 403–419. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.003>
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. (P. Press, Ed.). Connecticut: Japan Management Association.
- Spear, S. J., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of Toyota Production System. *Harvard Business School Review*, 77(5), 97–106.
- Staats, B. R., Brunner, D. J., & Upton, D. M. (2010). Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management*, 29, 376–390. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2010.11.005>
- Staats, B. R., & Upton, D. M. (2011). Lean Knowledge Work. *Harvard Business Review*, 89(10), 100–10.
- Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. (2005). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. (CRC Press, Ed.).

- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de operações Lean - Metodologias kaizen para a melhoria contínua*. (L. Press, Ed.).
- Tanco, M., Santos, J., Rodriguez, J. L., & Reich, J. (2013). Applying lean techniques to nougat fabrication: a seasonal case study. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 68, 1639–1654. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-4960-7>
- Treville, S. de, Antonakis, J., & Edelson, N. M. (2005). Can standard operating procedures be motivating? Reconciling process variability issues and behavioural outcomes. *Total Quality Management and Business Excellence*, 16(2), 231–241. Retrieved from <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14783360500054236?needAccess=true>
- Vago, F., Sousa Caissa, Melo Juliana, Lara José, Fagundes, A., & Sampaio, D. (2013). The Importance of Inventory Management through the Curve ABC. *Revista Sociais e Humanas*, 26(3), 638–655. Retrieved from <https://periodicos.ufsm.br/sociaisehumanas/article/view/6054/pdf>
- Walder, J., Karlin, J., & Kerk, C. (2007). Integrated Lean Thinking & Ergonomics: Utilizing Material Handling Assist Device Solutions for a Productive Workplace. *Material Handling Industry of America*. Retrieved from http://www.mhi.org/downloads/industrygroups/lmps/whitepapers/Integrating_Lean_Thinking.pdf
- Waldhausen, J. H. T., Avansino, J. R., Libby, A., & Sawin, R. S. (2010). Application of lean methods improves surgical clinic experience. *Journal of Pediatric Surgery*, 45, 1420–1425.
<https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2009.10.049>
- Wilson, L. (2010). *How To Implement Lean Manufacturing*. Retrieved from <https://freemindconsulting.files.wordpress.com/2009/12/lean-implementation-tools.pdf>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. (Free Press, Ed.). New York. Retrieved from <http://www.nature.com/doi/10.1038/sj.jors.2600967>
- Womack, P., Jones, T., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production - Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry*. (S. and Schuster, Ed.). Free Press.
- Zeff, C., & Anderson, D. . (1964). Environment study of the clean room. *Psychological Memo*, 154.

Anexos

Anexo A (1) - Horários de Abastecimento das Linhas de Fabricação para os turnos de trabalho da manhã, tarde e noite

1ª Equipa			
Base VOP1 e Base K	06:10	06:45	00:35
Cont. K1 e Cont K2 + Volta 8H2	06:45	07:30	00:45
Base Aeq + TC	07:30	08:10	00:40
Volta 4H	08:10	08:50	00:40
VOP2	08:50	09:25	00:35
Volta 8H	09:25	09:55	00:30
Pausa	09:55	10:00	00:05
Base VOP1 e Base K	10:00	10:35	00:35
Cont. K1 e Cont K2	10:35	11:10	00:35
Base Aeq + TC	11:10	11:50	00:40
Volta 4H	12:05	12:45	00:40
Pausa	11:50	12:05	00:15
VOP2	12:45	13:20	00:35
Desmixagem e arrumação	13:20	14:00	00:40
2ª Equipa			
Base VOP1 e Base K	14:10	14:45	00:35
Cont. K1 e Cont K2 + Volta 8H2	14:45	15:30	00:45
Base Aeq + TC	15:30	16:10	00:40
Volta 4H	16:10	16:50	00:40
Pausa	16:50	16:55	00:05
VOP2	16:55	17:30	00:35
Volta 8H	17:30	18:00	00:30
Base VOP1 e Base K	18:00	18:35	00:35
Cont. K1 e Cont K2	18:35	19:10	00:35
Pausa	19:10	19:25	00:15
Base Aeq + TC	19:25	20:05	00:40
Volta 4H	20:05	20:45	00:40
VOP2	20:45	21:20	00:35
Desmixagem e arrumação	21:20	22:00	00:40
3ª Equipa			
Base VOP1 e Base K	22:10	22:45	00:35
Cont. K1 e Cont K2 + Volta 8H2	22:45	23:30	00:45
Base Aeq + TC	23:30	00:10	00:40
Volta 4H	00:10	00:50	00:40
Pausa	00:50	00:55	00:05
VOP2	00:55	01:30	00:35
Volta 8H	01:30	02:00	00:30
Pausa	02:00	02:15	00:15
Base VOP1 e Base K	02:15	02:50	00:35
Cont. K1 e Cont K2	02:50	03:25	00:35
Base Aeq + TC	03:25	04:05	00:40
Volta 4H	04:05	04:45	00:40
VOP2	04:45	05:20	00:35
Desmixagem e arrumação	05:20	06:00	00:40

Anexo A (2) - Horários de Abastecimento das Linhas de Fabricação para os turnos de trabalho do fim-de-semana

5ª Equipa			
Base VOP1 e Base K	06:10	06:45	00:35
Cont. K1 e Cont K2 + Volta 8H2	06:45	07:30	00:45
Base Aeq + TC	07:30	08:10	00:40
Volta 4H	08:10	08:50	00:40
Pausa	08:50	09:00	00:10
VOP2	09:00	09:35	00:35
Volta 8H	09:35	10:05	00:30
Base VOP1 e Base K	10:05	10:40	00:35
Cont. K1 e Cont K2	10:40	11:15	00:35
Base Aeq + TC	11:15	11:55	00:40
Pausa	11:55	12:25	00:30
Volta 4H	12:25	13:05	00:40
VOP2	13:05	13:40	00:35
Desmixagem e arrumação	13:40	14:05	00:25
Base VOP1 e Base K	14:05	14:40	00:35
Cont. K1 e Cont K2 + Volta 8H2	14:40	15:25	00:45
Base Aeq + TC	15:25	16:05	00:40
Desmixagem e arrumação	16:05	16:15	00:10
Volta 4H	16:15	16:55	00:40
VOP2	16:55	17:30	00:35
Volta 8H	17:30	18:00	00:30
6ª Equipa			
Base VOP1 e Base K	18:10	18:45	00:35
Cont. K1 e Cont K2	18:45	19:20	00:35
Base Aeq + TC	19:20	20:00	00:40
Volta 4H	20:00	20:40	00:40
Desmixagem e arrumação	20:40	20:55	00:15
VOP2	20:55	21:30	00:35
Pausa	21:30	22:00	00:30
Base VOP1 e Base K	22:00	22:35	00:35
Cont. K1 e Cont K2 + Volta 8H2	22:35	23:20	00:45
Base Aeq + TC	23:20	00:00	00:40
Volta 4H	00:00	00:40	00:40
Desmixagem e arrumação	00:40	00:55	00:15
VOP2	00:55	01:30	00:35
Volta 8H	01:30	02:00	00:30
Base VOP1 e Base K	02:00	02:35	00:35
Cont. K1 e Cont K2	02:35	03:10	00:35
Pausa	03:10	03:20	00:10
Base Aeq + TC	03:20	04:00	00:40
Volta 4H	04:00	04:40	00:40
VOP2	04:40	05:15	00:35
Desmixagem e arrumação	05:15	06:00	00:45

Anexo B – Volta de Abastecimento da Árvore de Equilibragem e Tampa da Culassa

Base Aeq + TC							
1	Carter AEQ						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
M9T	123137801R	3	M M 0026 2	6	3	20	Mesa
M9R	8200130197	0	M M 0027 2	1	41	14	Máquina
M9T	123134465R	2	M M 0028 2	6	6	40	Mesa
M9R	8200393391	0	M M 0029 2	16	2	11	Calha
2	Montagem AEQ M9T						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
M9T	124031057R	4	M N+ 0010 0	6	2	37	Mesa
	7703002665	4	M M 0021 2	5	2	25	Tubo 1
	7703002661	1	M M 0022 2	2	16	58	Estante 3
	7705035035	1	B DG 0022 1	2	60	36	Tubo 2
	93311890	1	M M 0024 2	2	16	9	Tubo 3
	124343758R	7	M M 0021 0	4	1	18	Estante 1
	8200130197	1	M M 0027 2	2	48	29	Tubo 4
	124330284R	24	M O+ 008 1	24	0	10	Estante 1
111132479R	3	M M+ 0019 0	3	3	38	Estante 2	
3	Montagem AEQ M1D						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
M1D	8200382124	0	M M 0017 2	6	40	30	Estante 3
	8200382123	0	M M 0018 2	6	22	23	Estante 2
	8200382120	0	M M 0019 2	2	91	30	Estante 1
	8200130197	1	M M 0027 2	1	100	0	Máquina
4	Árvore M1D						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
M1D	8200739554	0	M M 11 2 6	3	500	0	Estante
5	Tampa da Culassa						
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
	118326369R	15	M P+ 005 0	14	0	32	Estantes 1 e 3
	118322415R	15	M P+ 005 2	14	0	32	Estantes 1 e 3
	132709416R	8	M P+ 005 3	15	1	4	Estantes 1 e 3

Anexo C (1) – Amostra da contabilização das atividades de abastecimento
efetuada pelo operador da manhã

TEMPOS 1ªEQUIPA (TURNO MANHÃ) - Ensaio 1												
Voltas de Abastecimento/Atividades	Ínicio Abast.	Fim abast.	Tempo Abast. UET	Início Percurso	Fim Percurso	Tempo Volta	Tempo Viagens	Início Picking	Fim Picking	Tempo Picking	Total	Duração Volta
Base VOP1	-	-	-								0:00	0:30
Base BO K1	-	-	-								0:00	
Base VOP1 + Base BO K1				6:15	6:31	0:16	0:16				0:16	
Base VOP1 + Base BO K1								6:31	6:45	0:14	0:14	
RB1	6:49	6:52	0:03				0:03				0:03	0:44
TB	6:53	6:55	0:02				0:01				0:02	
Cont. K1	6:56	6:59	0:03				0:01				0:03	
Cont K2	6:59	7:03	0:04				0:00				0:04	
BSE	7:05	7:08	0:03				0:02				0:03	
Cont K1 + Cont K2 + RB + TB + BSE				6:46	7:13	0:27	0:05				0:12	
Cont K1 + Cont K2 + RB + TB + BSE								7:13	7:30	0:17	0:17	
AEQ	7:33	7:42	0:09				0:04				0:09	0:39
TC1	7:48	7:52	0:04				0:06				0:04	
Base AEQ + TC				7:29	7:56	0:27	0:04				0:14	
Base AEQ + TC								7:56	8:08	0:12	0:12	
RB2	8:09	8:12	0:03				0:02				0:03	0:38
VOP1	8:16	8:23	0:07				0:04				0:07	
RB2 + VOP (Volta 4H)				8:07	8:30	0:23	0:07				0:13	
RB2 + VOP (Volta 4H)								8:30	8:45	0:15	0:15	
VOP2	-	-	-								0:00	0:31
VOP2				8:44	9:01	0:17	0:17				0:17	
VOP2								9:01	9:15	0:14	0:14	
TC2	9:15	9:16	0:01				0:01				0:01	0:31
VOP2	9:20	9:25	0:05				0:04				0:05	
Smelle	9:26	9:29	0:03				0:01				0:03	
TC + VOP + Smelle (Volta 8H)				9:14	9:34	0:20	0:05				0:11	
TC + VOP + Smelle (Volta 8H)								9:34	9:45	0:11	0:11	

Anexo C (2) – (continuação) Amostra da contabilização das atividades de abastecimento efetuada pelo operador da manhã

Base VOP1	-	-	-						0:00	
Base BO K1	-	-	-						0:00	
Base VOP1 + Base BO K1				10:30	10:48	0:18	0:18		0:18	0:32
Base VOP1 + Base BO K1								10:48	11:02	0:14
									0:14	
Cont. K1	11:05	11:09	0:04				0:04			0:04
Cont. K2	11:11	11:18	0:07				0:02			0:07
Cont. K1 + Cont. K2				11:01	11:23	0:22	0:05			0:11
Cont. K1 + Cont. K2								11:23	11:32	0:09
									0:09	0:09
AEQ	11:38	11:48	0:10				0:05			0:10
TC1	11:52	11:58	0:06				0:04			0:06
Base AEQ + TC1				11:33	12:03	0:30	0:05			0:14
Base AEQ + TC1								12:03	12:13	0:10
									0:10	0:10
RB2	12:34	12:36	0:02				0:04			0:02
VOP1	12:42	12:53	0:11				0:06			0:11
RB2 + VOP (Volta 4H)				12:30	12:57	0:27	0:04			0:14
RB2 + VOP (Volta 4H)								12:57	13:13	0:16
									0:16	0:16
VOP2	-	-	-							0:00
VOP2				13:13	13:27	0:14	0:14			0:14
VOP2								13:27	13:40	0:13
									0:13	0:13
Desmixagem/Arrumação										0:40
										0:40
Total			1:27				2:34		2:25	7:06

Anexo D – Base de Dados dos POE's dos Componentes Mecânicos

BASE DE DADOS POE'S COMPONENTES MECÂNICOS															
Referência	Designação	UET	Localização Armazém	Embalagem UC		Qtd. UC/UM	K	EQ 1/2/3 (8h)	EQ 1/2/3 (4h)	Autonomia	Autonomia		Local. Arm. na UET	Capac. Máxima UET	Peso
				Tipo	Qtd.						H	M			
150476796R	85-ARV.CDO.VOP M/R	Bomba Óleo VDOP	M N+ 0013 0	CAR-G*40--	160	32	1	7	4	1,16	1	9	-	6	10,98
150781236R	ES-ANEL REG VOP M/R	Bomba Óleo VDOP	M O+ 002 1	CAR-G*14--	60	40	1	19	10	0,44	0	26	-	12	10,18
150478409R	KJ-ARV.CDO VOP H4	Bomba Óleo VDOP	M O+ 003 1	CAR-G*40--	100	24	1	11	6	0,73	0	43	-	9	9,6
150789593R	YN-ANEL CONTR.VOP H4	Bomba Óleo VDOP	M O+ 002 0	CAR-G*14--	60	40	1	19	10	0,44	0	26	-	12	10,54
150821579R	RC-SUPOR.ALHETAS VOP	Bomba Óleo VDOP	M O+ 003 0	CAR-S-2736	66	40	1	17	9	0,48	0	28	-	12	9,676
150467686R	PG-PINH.CDO VOP R9M	Bomba Óleo VDOP	M O+ 001 0	CAR-G*14--	36	40	1	31	16	0,26	0	15	-	20	3,784
150835129R	H3-ANEL CENT.ALHETAS	Bomba Óleo VDOP	M M 007 1	CAR-G*40--	1000	32	2	3	2	3,64	3	38	-	2	3,1
150842446R	ZL-ALHETA VOP H4/R9	Bomba Óleo VDOP	M M 008 1	CAR-S-0326	3000	27	7	3	2	3,12	3	7	-	3	12,201
150845763R	J6-ALHETA VOP M9T	Bomba Óleo VDOP	M M 0014 2	CAR-G*13--	3000	4	7	3	2	3,12	3	7	-	2	12,27
150263627R	0V-PIN.CDO VOP H EI	Bomba Óleo VDOP	M N+ 0012 0	CAR-S-3580	280	40	1	4	2	2,04	2	2	-	6	12,64
152412073R	SA-VALV.VOP H4B EI	Bomba Óleo VDOP	M O+ 004 0	CAR-G*12--	60	24	1	19	10	0,44	0	26	-	12	7,32
150461525R	34-PINH.CDO VOP M9T	Bomba Óleo VDOP	M N+ 0014 0	CAR-G*40--	56	64	1	20	10	0,41	0	24	-	12	4,132
150876881R	6C-GOLP.VAL.REG M/R	Bomba Óleo VDOP	M M 004 2	CAR-G*13--	2500	4	1	1	1	18,18	18	10	-	2	2,77
150880870R	02-TAMP.VAL.REG.M/R	Bomba Óleo VDOP	M M 003 2	CAR-G*13--	3000	5	1	1	1	21,82	21	49	-	2	9,27
150850609R	GX-VALV.REGUL.VOP H4	Bomba Óleo VDOP	M M 0016 1	CAR-G*40--	1410	20	1	1	1	10,25	10	15	-	2	9,97

Anexo F – Distâncias para o problema Caixeiro Viajante

i/j	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	Y	X	Z
A	0	40	135	178	209	278	304	343	374	399	269	306	325	307	356	235	305	203	167	273	299	247	230	176	221	66
B	40	0	95	138	169	238	264	303	333	359	228	266	285	266	316	195	264	163	127	233	258	207	189	136	181	26
C	272	95	0	43	74	143	169	208	238	264	133	171	189	171	221	100	169	68	32	138	163	302	285	231	276	121
D	229	189	284	0	32	101	126	165	196	221	91	128	147	129	178	57	127	26	62	95	121	209	191	138	182	163
E	261	220	316	222	0	69	95	133	164	190	59	97	115	97	147	26	95	196	160	64	89	240	222	169	214	195
F	330	289	385	291	322	0	26	64	95	121	356	394	412	376	130	322	164	265	229	196	221	300	291	238	283	264
G	226	186	281	265	297	366	0	39	70	95	305	342	380	417	105	322	139	240	203	170	196	275	266	213	257	238
H	265	225	320	263	295	364	389	0	31	56	317	355	374	337	66	284	100	168	164	131	157	236	227	174	218	199
I	235	194	289	196	227	296	322	361	0	26	287	324	343	306	35	253	69	152	115	82	126	214	196	143	188	169
J	209	169	264	221	253	322	348	386	417	0	261	298	317	281	9,8	227	43	196	159	126	101	240	222	169	213	143
K	269	228	324	301	332	401	35	74	105	131	0	20	70	20	70	236	305	135	160	135	160	248	230	177	133	203
L	302	262	357	263	295	364	389	37	67	93	303	0	19	322	103	269	200	237	201	168	193	281	264	210	166	236
M	283	243	338	281	312	381	407	18	48	74	284	321	0	304	373	272	181	218	182	149	175	262	245	191	147	217
N	302	262	357	210	242	311	336	54	85	110	250	18	37	0	50	184	148	217	181	148	140	261	244	190	235	216
O	304	263	358	160	192	261	287	325	356	382	200	237	256	220	0	288	358	257	220	187	162	212	194	141	185	166
P	235	195	290	196	228	297	69	108	139	164	34	71	90	54	103	0	70	171	134	101	127	215	197	144	188	169
Q	166	125	220	127	158	227	253	292	322	348	166	204	223	186	236	133	0	101	65	32	57	145	127	74	119	100
R	203	163	258	26	57	126	101	139	170	196	65	103	122	85	135	32	101	0	36	70	95	183	165	112	157	138
S	167	127	222	62	94	163	137	176	207	232	102	139	158	122	171	68	138	36	0	33	59	147	129	76	120	101
T	134	94	189	95	127	196	170	209	240	265	135	172	191	155	204	101	171	70	33	0	26	113	96	43	87	68
U	108	68	163	121	152	221	196	235	265	291	160	198	217	180	230	127	196	95	59	26	0	139	121	157	202	43
V	192	151	246	87	118	187	162	200	231	257	126	164	183	146	196	93	162	61	25	58	83	0	153	100	145	126
W	209	169	264	104	136	205	179	218	249	274	144	181	200	164	213	110	180	79	42	75	101	18	0	118	162	143
Y	263	222	318	175	207	276	250	289	320	346	215	253	271	235	285	181	251	150	113	147	172	71	53	0	45	197
X	218	178	273	131	163	232	206	245	275	301	171	208	227	190	240	137	206	175	138	172	146	26	8,7	93	0	152
Z	66	26	121	163	195	264	238	277	308	333	203	240	259	260	310	169	239	138	101	68	43	182	164	111	155	0

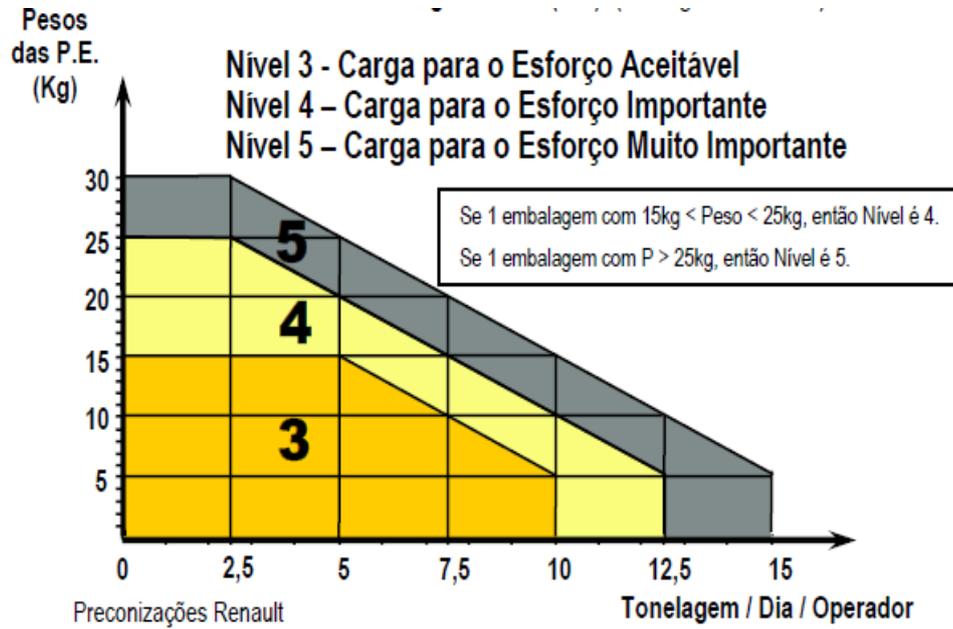
Anexo G (1) – Base de dados para análise do Indicador Ergonômico

Base de dados – Ergonomia PE e Plataformas Transporte										
Referência	UET	Localização Armazém	Tipo UC	Comprimento	Largura	Altura	Peso (UC+Material)	Turno (4H/8H)	Qtd P.E/Turno	Estante
123137801R	Carter AEQ	M M 0026 2	BAC-O-4312	396	297	114	7,18	4	3	Base AEQ+TC
123134465R	Carter AEQ	M M 0028 2	BAC-O-4312	396	297	114	6,93	4	2	Base AEQ+TC
93311890	Montagem AEQ M9T	M M 0024 2	NIS---0004	386	280	171	11,6	4	1	Base AEQ+TC
8200130197	Montagem AEQ M9T	M M 0027 2	BAC-O-4312	396	297	114	12,93	4	1	Base AEQ+TC
124031057R	Montagem AEQ M9T	M N+ 0010 0	BAC-O-4312	396	297	114	13,026	4	4	Base AEQ+TC
111132479R	Montagem AEQ M9T	M M+ 0019 0	BAC-O-6433	594	396	314	10,61	4	3	Base AEQ+TC
7703002661	Montagem AEQ M9T	M M 0022 2	CAR-G*40--	300	200	90	9,9	4	1	Base AEQ+TC
7705035035	Montagem AEQ M9T	B DG 0022 1	CAR-G*40--	300	200	90	15,1	4	1	Base AEQ+TC
124330284R	Montagem AEQ M9T	M O+ 008 1	BAC-O-4312	396	297	114	10,47	4	24	Base AEQ+TC
124343758R	Montagem AEQ M9T	M M 0021 0	BAC-O-4325	396	297	214	7,57	4	4	Base AEQ+TC
7703002665	Montagem AEQ M9T	M M 0021 2	CAR-G*40--	300	200	90	8,5	4	4	Base AEQ+TC
118326369R	Tampa da Culassa	M P+ 005 0	BAC-O-6423	594	396	214	11,93	4	8	Base AEQ+TC
118322415R	Tampa da Culassa	M P+ 005 2	BAC-O-6423	594	396	214	11,18	4	8	Base AEQ+TC
132709416R	Tampa da Culassa	M P+ 005 3	BAC-O-6423	594	396	214	8,78	4	4	Base AEQ+TC
150821579R	Bomba Óleo VOP	M O+ 003 0	CAR-S-2736	250	340	150	11,226	4	11	Base Volta 1 4H
150467686R	Bomba Óleo VOP	M O+ 001 0	CAR-G*14--	300	400	150	5,334	4	19	Base Volta 1 4H
150835129R	Bomba Óleo VOP	M M 007 1	BAC-O-4325	297	396	214	25,55	4	2	Base Volta 1 4H
150842446R	Bomba Óleo VOP	M M 008 1	CAR-S-0326	200	280	130	13,751	4	2	Base Volta 1 4H
150845763R	Bomba Óleo VOP	M M 0014 2	BAC-O-4325	297	396	214	25,55	4	2	Base Volta 1 4H
150263627R	Bomba Óleo VOP	M N+ 0012 0	CAR-S-3580	300	395	140	14,19	4	3	Base Volta 1 4H
152412073R	Bomba Óleo VOP	M O+ 004 0	CAR-G*12--	300	400	300	8,87	4	12	Base Volta 1 4H
150461525R	Bomba Óleo VOP	M N+ 0014 0	CAR-G*40--	200	300	90	5,682	4	13	Base Volta 1 4H
150931828R	Bomba Óleo VOP	M M+ 0012 1	CAR-G*40--	300	200	90	10,1	4	3	Base Volta 1 4H
7700867670	Rampa Balanceiros	M P1 001 1	CAR-G*40--	300	200	90	7,6	4	5	Base Volta 1 4H
8200651792	Rampa Balanceiros	M P2 001 1	CAR-G*40--	300	200	90	9,1	4	3	Base Volta 1 4H
150B31890R	Bomba Óleo VOP	M M 002 1	BAC-O-4325	297	396	214	19,3	8	2	Base Volta 8H

Anexo G (2) – (continuação) Base de dados para análise do Indicador Ergonómico

Indicador Ergonómico Peso Total Transportado/Caixa							Indicador Ergonómico Plataformas de Transporte				
Peso Uc	Nº Uc	Nº Movimentações/Uc	Nº de Voltas	Total de Mov.	Tonelagem Transportada/ Turno	Nível Classificação Uc	Limite mínimo	Limite máximo	Altura Piso	Altura Recolha	Ok/nOk
7,18	3	2	2	12	86,16	3	500	1500	434	528	nOk
6,93	2	2	2	8	55,44	3	500	1500	320	414	nOK
11,6	1	2	2	4	46,4	3	700	1300	320	471	nOK
12,93	1	2	2	4	51,72	3	700	1300	320	414	nOK
13,026	4	2	2	16	208,416	3	700	1300	434	528	nOK
10,61	3	2	2	12	127,32	3	700	1300	984	1278	nOK
9,9	1	2	2	4	39,6	3	700	1300	320	390	nOK
15,1	1	2	2	4	60,4	4	800	1100	320	390	nOK
10,47	24	2	2	96	1005,12	3	700	1300	776	870	nOK
7,57	4	2	2	16	121,12	3	500	1500	748	942	OK
8,5	4	2	2	16	136	3	500	1500	434	504	OK
11,93	8	2	2	32	381,76	3	700	1300	1176	1370	nOK
11,18	8	2	2	32	357,76	3	700	1300	885	1079	nOK
8,78	4	2	2	16	140,48	3	500	1500	748	942	OK
11,226	11	2	2	44	493,944	3	700	1300	620	750	nOK
5,334	16	2	2	64	341,376	3	500	1500	770	900	nOk
25,55	2	2	2	8	204,4	5	800	1100	320	514	nOK
13,751	2	2	2	8	110,008	3	700	1300	450	560	nOK
25,55	2	2	2	8	204,4	5	800	1100	320	514	nOK
14,19	3	2	2	12	170,28	3	700	1300	600	720	nOK
8,87	12	2	2	48	425,76	3	500	1500	920	1200	nOk
5,682	13	2	2	52	295,464	3	500	1500	500	570	OK
10,1	3	2	2	12	121,2	3	700	1300	410	480	nOK
7,6	5	2	2	20	152	3	500	1500	504	574	OK
9,1	3	2	2	12	109,2	3	700	1300	502	572	nOK

Anexo H – Gráfico *standard* Renault da ergonomia



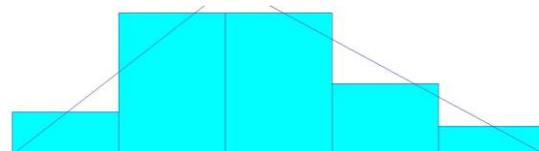
Anexo I – Lição Pontual Processo de Desmixagem

		<h1>LIÇÃO PONTUAL</h1>					Pág : 1/2								
TÍTULO		Alteração do processo de desmixagem dos POE's Motores													
Nº	2	Categoria ✓					CA/Outro	CUET	Autor						
DATA (D/M/A)	16-02-2018	S	Q	C	T	Outro			Mariana Teixeira						
						Ergonomia									
Serviço / UET		Zona / Máquina													
1730		Armazem Motores													
<h3>Funcionamento das "etiquetas armazém"</h3>															
<p>LEGENDA:</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>Ref. Renault →</p> <p>Ref. Pierburg →</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">150799804R</td> <td style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="font-size: 0.8em;">Saco/BAC</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.9em;">D-3 59348 000</td> <td style="font-size: 0.8em;">BAC-O-4325</td> </tr> </table> </div> <div style="margin-left: 10px;"> <p>→ Quantidade Máxima de Sacos de material por BAC</p> <p>→ Tipo de BAC onde são colocados os sacos de material</p> </div> </div>										150799804R	1		Saco/BAC	D-3 59348 000	BAC-O-4325
150799804R	1														
	Saco/BAC														
D-3 59348 000	BAC-O-4325														
<p>1) Sempre que desmixar respeitar as informações de limites máximos das "etiquetas armazém".</p> <p>2) Colocar sempre as "etiquetas armazém" do lado 300mm da respetiva caixa.</p> <p>3) As caixas BAC-O-4312 (cor-de-laranja) e as BAC-O-4325 (castanhas) são para serem colocadas na palete da zona de desmixagem. Não colocar na zona dos vazios.</p> <p>4) NUNCA empilhar 3 caixas, o máximo de empilhamento é de 2 caixas sem exceção.</p> <p>5) Caso a pista não tenha espaço, voltar a colocar a palete no respetivo lugar da estante do armazém.</p>															
Razão da eleição / Consequências possíveis se a Lição Pontual não se respeita:							Data de Validade:								
Ergonómicos							16-04-2018								

Anexo J – Tabela dos Pesos obtidos durante os meses de Janeiro/Fevereiro e gráfico obtido no input analyzer

Volta abastecimento	UET	Dias do Mês de Janeiro/Fevereiro																
		Ter 2	Qua 3	Qui 4	Sex 5	Seg 8	Ter 9	Qua 10	Qui 11	Sex 12	Seg 15	Ter 16	Qua 17	Qui 18	Sex 19	Seg 22	Ter 23	Qua 24
Base VOP1 + Base BO K1	VOP1	758,14	735,03	651,69	631,54	728,54	820,95	687,24	793,02	659,63	568,99	723,23	670,14	757,31	655,58	680,35	704,83	721,61
	K1	632,60	696,53	683,99	717,69	724,62	890,57	754,61	699,37	752,06	676,51	675,57	834,47	585,04	603,54	698,58	646,58	729,76
Cont. K1 + Cont. K2 + Volta 8H2	K1	307,53	218,49	276,85	278,11	288,37	289,03	328,83	288,11	229,00	322,23	325,61	307,91	261,48	270,29	328,85	275,62	248,30
	K2	347,01	349,96	328,35	346,82	309,07	333,08	462,91	301,20	381,83	326,69	275,04	318,87	345,23	351,29	292,29	356,33	395,55
	RB	142,21	162,32	153,48	151,81	143,56	154,81	143,72	136,59	166,89	157,08	129,40	154,19	162,26	144,86	137,02	224,83	153,40
	TB	144,98	172,20	157,27	148,52	201,72	99,11	134,65	173,74	149,66	128,06	140,96	155,44	163,49	146,24	197,43	158,39	92,57
	BSE	63,15	54,01	38,95	45,29	60,86	57,83	55,09	39,55	32,74	50,10	31,15	38,14	39,59	54,20	50,14	45,66	58,03
Base AEQ + TC	AEQ	688,26	613,86	555,70	664,66	668,29	599,99	538,63	544,62	638,02	550,50	743,34	528,25	665,90	651,95	610,53	512,00	711,51
	TC	417,43	509,37	487,89	455,53	394,77	444,49	433,28	352,44	422,36	359,57	536,33	511,85	536,50	480,91	418,04	426,66	387,03
Volta 4H1	RB	92,13	83,37	97,62	109,45	75,70	90,78	73,94	92,03	86,52	41,05	71,91	94,49	121,93	124,70	116,25	107,54	60,71
	VOP1	782,98	641,94	833,45	733,64	778,15	876,28	658,67	691,38	741,78	955,33	734,85	670,46	800,59	634,70	764,04	700,32	705,59
Base VOP2	VOP2	814,05	890,67	817,95	877,36	717,57	839,69	814,14	962,23	865,78	837,31	834,97	726,61	989,85	852,70	871,23	738,44	942,99
Volta 8H	TC	45,73	59,82	54,37	63,12	67,62	67,98	84,58	55,17	59,87	53,23	45,11	72,43	54,98	59,90	43,92	60,00	78,52
	VOP	302,48	221,43	350,28	417,32	295,32	262,97	487,27	340,18	311,34	388,47	340,17	389,87	338,53	346,83	401,08	332,38	371,18
	Smelle	71,79	92,12	73,80	82,23	81,84	48,57	84,51	77,02	101,15	69,19	88,69	93,91	80,16	97,32	41,59	62,24	53,52
TOTAL		5610,46	5501,13	5561,64	5723,09	5536,01	5876,16	5742,08	5546,64	5598,63	5484,30	5696,34	5567,05	5902,83	5475,02	5651,34	5351,82	5710,29

Dias do Mês de Janeiro/Fevereiro												
Qui 25	Sex 26	Seg 29	Ter 30	Qua 31	Qui 1	Sex 2	Seg 5	Ter 6	Qua 7	Qui 8	Sex 9	Seg 12
607,47	808,98	690,44	617,43	700,21	791,46	660,66	718,73	747,09	644,48	793,01	769,00	700,61
793,11	625,37	599,73	811,35	844,26	935,56	893,06	675,39	729,91	692,81	830,77	764,79	705,22
276,82	307,88	287,72	304,01	298,24	297,56	312,85	318,94	272,89	277,02	306,43	241,78	234,14
321,25	405,40	301,03	367,75	351,75	277,40	398,91	398,10	337,98	344,69	287,49	397,76	368,49
162,04	147,25	171,46	180,62	130,64	140,81	123,77	135,33	146,82	152,64	165,38	153,86	158,12
187,95	106,49	142,54	212,52	184,90	141,51	141,05	175,26	113,02	160,65	159,94	114,69	195,45
41,82	55,54	44,01	27,65	46,20	41,19	41,05	45,66	55,41	64,99	45,85	38,76	57,57
728,13	504,79	733,57	506,95	695,36	655,96	644,10	593,70	499,55	554,29	647,42	628,15	612,36
470,61	438,10	350,66	494,31	436,84	472,02	468,03	414,64	483,16	425,17	510,93	422,14	430,69
102,45	77,25	58,07	95,49	119,72	94,04	92,87	110,42	95,04	76,99	142,09	100,86	106,19
747,04	668,47	643,95	785,43	695,62	747,82	859,39	675,19	692,59	970,09	831,99	763,24	718,02
942,19	695,94	898,69	941,91	691,79	806,98	824,99	912,00	751,94	857,88	827,84	903,72	839,22
53,44	43,57	60,05	37,71	66,75	45,94	46,15	58,18	72,18	59,12	81,61	29,87	54,30
315,63	298,57	398,83	462,57	375,10	351,64	421,36	317,19	367,63	385,43	410,39	343,71	548,21
60,74	65,11	91,12	63,73	83,56	72,54	84,42	43,04	51,12	105,49	99,00	83,14	52,99



Anexo K – Referências da VOP que deixaram de ser abastecidas pelo operador logístico

Volta 8H							
2 Bomba Óleo VOP							
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
R/M	150B60313R	1	N 13 1 1	1	59	15	Tubo 20
	150979254R	1	N 13 2 1	3	59	15	Tubo 17
	150B31890R	2	N 13 1 2	4	4	44	Tubo 13
	150B12007R	1	N 13 1 5	2	10	40	Tubo 15
	150B28992R	1	N 13 2 5	1	8	53	Tubo 16
	150980047R	1	N 13 1 6	1	14	48	Tubo 14
	150B53722R	1	N 13 2 8	6	47	24	Tubo 18
	150935910R	1	N 11 1 1	1	88	53	Tubo 19

Volta 1 (4h)							
1 Bomba Óleo VOP							
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
R9M	150467686R	17	O+ 1 0	20	0	14	Estante 4
M9T	150461525R	11	N+ 14 0	12	0	22	Estante 6
	150835129R	2	N 13 1 7	2	3	20	Estante 5
H/R	150842446R	2	N 13 1 8	3	2	51	Estante 5
H4	150263627R	3	N+ 12 0	6	1	52	Estante 6
	150931828R	2	N+ 11 1 2	8	2	5	Estante 8
M9T	150845763R	2	N 11 2 4	2	2	51	Estante 5
	150821579R	10	N+ 11 0	12	0	26	Estante 1
H4	152412073R	10	O+ 4 0	12	0	24	Estante 6

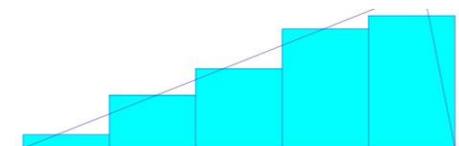
Base VOP2							
1 Bomba Óleo VOP							
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
*	150B96419R	2	N 13 2 9	2	6	40	OP.45
H / RM	150881235R	1	N 11 1 8	1	33	20	OP.35
H / RM	150798303R	1	N 13 1 4	1	9	20	TUBO
H / RM	150793549R	1	N 11 2 2	1	10	0	TUBO
*	150789593R	10	O+ 3 0	12	0	24	Estante 8
H / RM	150781236R	10	O+ 2 0	12	0	24	Estante 8
H / RM	150779126R	3	N 13 2 2	1	1	40	TUBO
H / RM	150772888R	1	N 11 1 4	1	33	20	TUBO
H / RM	150478409R	6	O+ 3 1	6	0	40	Alimentador 2
H / RM	150476796R	4	N+ 13 0	4	1	4	Alimentador 3
*	820058233A	1	N 13 1 9	1	13	20	Alimentador 1
H / R / M	150985273R	1	N 11 2 3	1	26	40	OP.35
H / R / M	150982961R	1	N 13 1 3	1	33	20	OP.35
H / R / M	150982347R	2	N 11 2 5	2	26	40	OP.35
H / RM	150880870R	1	N 13 2 3	1	20	0	OP.35
H / RM	150876881R	1	N 13 2 4	1	16	40	OP.35
H / RM	150873769R	1	N 11 1 5	1	1	0	
H	150850609R	1	N 11 1 6	1	9	24	OP.35
HR / M	150845763R	2	N 11 2 4	1	2	51	Alimentador 4
HR / M	150842446R	2	N 13 1 8	2	2	51	Alimentador 5
*	150821579R	9	N+ 11 0	9	0	26	Tapete 1
H / R / M	150467686R	16	O+ 1 0	16	0	14	Estante 8
H / R / M	150461525R	10	N+ 14 0	12	0	22	Estante 8
H / R / M	150263627R	2	N+ 12 0	2	1	52	Estante 8
*	150931828R	6	N+ 11 1 2	8	2	5	Alimentador 7 e 8
*	150835129R	2	N 13 1 7	2	3	20	Alimentador 6

Volta BOK-BOCV (4h)							
1 Bomba Óleo VOP							
Tipo	Ref.	Qtd.	Local Arm.	Capac. máxima UET	Auto		Local Arm. UET
					1 Caixa		
					H	M	
R/M	150781236R	10	O+ 2 0	12	0	24	Base Móvel
	150779126R	3	N 13 2 2	4	1	40	Tubo 8
	150798303R	1	N 13 1 4	2	9	20	Tubo 5
	150851990R	1	N 13 2 6	2	6	40	Tubo 2
	150863515R	1	N 13 2 7	6	13	20	Tubo 1
		820058233A	1	N 13 1 9	1	13	20
	150896419R	1	N 13 2 9	6	6	40	Tubo 7
R/M	150476796R	4	N+ 13 0	6	1	4	Base Móvel
H4	150789593R	10	O+ 3 0	12	0	24	Base Móvel
	150478409R	6	O+ 3 1	9	0	40	Base Móvel
	152438377R	1	N 11 2 1	1	8	0	Tubo 11
	150793549R	1	N 11 2 2	1	10	0	Tubo 9
	150772888R	1	N 11 1 4	1	33	20	Tubo 6
	150886288R	1	N 11 1 7	6	13	20	Tubo 3
	150881235R	1	N 11 1 8	1	33	20	Tubo 10
	150B79090R	1	N 11 1 9	1	9	36	Tubo 12

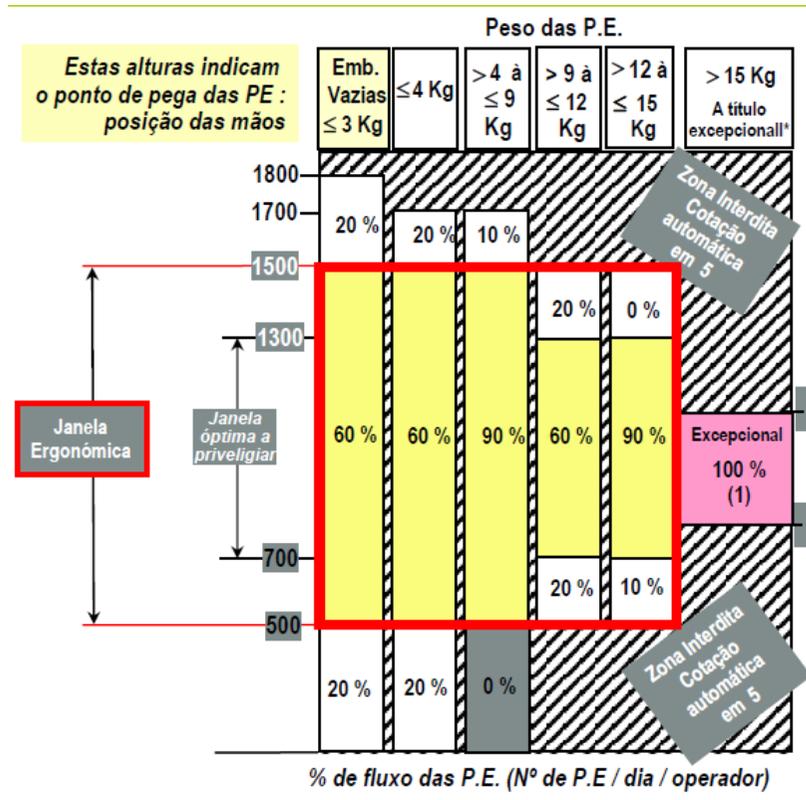
Anexo L – Tabela dos pesos obtidos durante os meses de Abril/Maio e gráfico obtido no input analyzer

Dias do Mês Abril - Maio																	
UET	Seg 2	Ter 3	Qua 4	Qui 5	Sex 6	Seg 9	Ter 10	Qua 11	Qui 12	Sex 13	Seg 16	Ter 17	Qua 18	Qui 19	Sex 20	Seg 23	Ter 24
AEQ1	302,04	287,21	344,26	197,18	417,11	305,16	258,13	306,84	326,97	348,14	246,95	190,74	355,68	174,81	266,74	177,30	275,52
AEQ2	463,42	336,61	416,76	306,47	341,18	427,66	341,23	338,77	443,69	374,14	365,31	397,71	367,52	382,85	414,96	269,81	387,79
K1	277,33	215,35	284,56	229,31	233,63	231,66	317,64	278,92	226,80	226,65	219,81	292,38	274,60	229,17	290,35	248,30	240,03
K2	423,88	463,06	358,73	336,56	394,52	350,12	462,90	412,37	398,88	465,69	346,02	351,18	377,89	361,09	446,35	455,65	417,39
RB	147,38	171,66	190,55	157,27	182,44	80,31	172,23	152,22	192,57	136,03	190,33	128,82	161,44	136,62	150,99	143,65	135,25
BSE	30,04	38,08	36,25	32,82	33,87	46,31	33,37	37,37	34,03	35,21	39,39	29,54	31,49	26,83	36,50	33,08	28,11
TB	50,02	64,73	56,38	56,11	54,84	62,74	59,37	51,81	52,72	54,30	57,70	74,09	62,18	61,58	55,57	62,55	61,44
SMELLE	75,14	93,93	110,41	87,88	106,23	111,20	82,14	89,92	83,96	96,25	73,02	51,43	86,77	115,17	108,26	85,08	99,39
VOP	105,42	116,61	98,99	116,85	96,17	87,10	141,82	126,32	124,53	110,33	89,18	114,83	122,97	111,28	147,33	103,11	90,01
TC	386,00	415,19	366,53	387,91	370,58	380,14	387,17	398,75	366,98	378,40	394,41	390,62	385,81	405,33	383,98	349,04	352,39
VOP H	402,12	348,98	427,35	466,61	286,93	327,55	407,77	377,43	365,82	343,74	371,24	387,02	384,28	359,13	410,88	323,61	361,36
VOP RM	344,08	353,38	381,46	374,55	360,84	280,36	342,74	410,89	386,61	296,07	419,85	434,34	379,23	430,21	366,19	437,25	511,26
VOP TUBOS	493,90	507,77	515,30	477,55	505,78	435,00	535,84	361,87	491,44	461,24	473,99	536,92	486,72	496,66	528,09	455,45	490,64
TOTAL	3500,77	3412,54	3587,53	3227,07	3384,11	3125,32	3542,37	3343,50	3494,99	3326,20	3287,20	3379,64	3476,57	3290,74	3606,21	3143,88	3450,57

Dias do Mês Abril - Maio												
Qua 25	Qui 26	Sex 27	Seg 30	Ter 1	Qua 2	Qui 3	Sex 4	Seg 7	Ter 8	Qua 9	Qui 10	Sex 11
345,13	291,47	197,20	167,33	350,72	334,18	260,67	284,79	318,60	324,50	266,53	244,82	285,32
380,32	523,72	368,39	319,84	324,01	265,58	386,79	455,81	339,60	309,18	421,98	381,25	387,45
219,65	260,07	205,10	211,83	280,89	202,28	294,99	246,32	252,31	238,81	236,19	236,94	262,29
442,84	416,79	364,30	336,80	499,78	364,92	245,84	342,89	373,83	377,26	341,33	367,90	362,89
115,24	168,76	157,98	112,70	185,51	169,83	149,42	133,51	151,79	184,09	186,37	150,96	194,30
41,38	34,70	44,46	34,23	39,08	28,95	35,48	22,05	30,33	27,52	32,80	38,78	28,24
67,40	53,41	63,69	56,00	52,84	61,38	51,58	66,44	60,25	60,62	70,88	52,18	57,95
96,89	105,62	91,36	98,60	86,05	86,42	93,69	101,33	79,90	90,04	71,22	92,46	105,13
130,44	72,94	132,16	98,63	109,58	99,71	115,36	133,67	128,09	98,64	132,27	95,75	76,32
385,92	340,41	368,90	379,06	368,10	374,35	350,50	391,06	386,86	391,23	392,94	400,53	403,61
347,61	368,38	319,24	326,25	331,63	299,39	473,33	253,72	457,42	331,33	315,94	332,36	316,85
379,88	429,11	386,67	308,24	388,08	332,61	347,45	415,84	446,14	331,96	494,36	306,29	503,70
438,22	428,91	474,91	445,13	458,36	430,95	566,93	418,68	506,83	466,58	420,33	516,38	512,37
3390,93	3494,30	3174,35	2894,62	3474,64	3050,54	3372,02	3266,10	3531,96	3231,77	3383,13	3216,60	3496,42



Anexo M – Gráfico standard Renault da Janela Ergonómica



Regras de Cotação da Postura

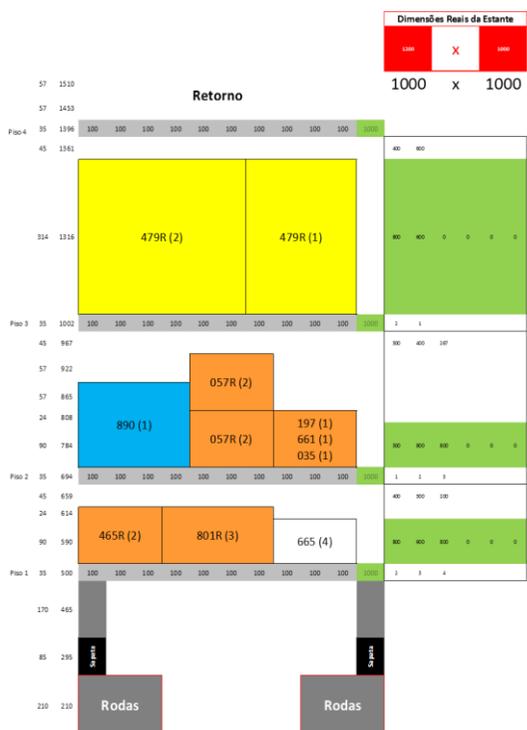
95% do fluxo das P.E. respecta as preconizações = Nivel 3 – Carga Postural Aceitável

80 à 94% do fluxo das P.E. respecta as preconizações = Nivel 4 – Carga Postural Elevada

Menos de 80% do fluxo das P.E. respecta as preconizações = Nivel 5 – Carga Postural Muito Elevada

Anexo N – Dimensionamento virtual da disposição das PE's na estante móvel da volta da AEQ

Referência	UET	Tipo	Largura	Comprimento	Altura	Qty.	Peso UC	limite mínimo	limite máximo	Piso	Altura Piso	Altura BR	FSSE BR
123137801R	MAQUINAÇÃO ÁRVORE PRI & SEG AEQ M9T	BAC-O-4312	396	297	114	250	10,42	700	1300	Piso 1	500	557	NOK
123134465R	MAQUINAÇÃO CARTERS AEQ M9T	BAC-O-4312	396	297	114	250	10,78	700	1300	Piso 1	500	557	NOK
124031057R	MONTAGEM CASSETTE AEQ M9T	BAC-O-4312	396	297	114	216	10,18	700	1300	Piso 2	694	751	OK
7703002665	MONTAGEM CASSETTE AEQ M9T	CAR-G*40--	300	200	90	1200	323,02	800	1100	Piso 1	500	545	NOK
7703002661	MONTAGEM CASSETTE AEQ M9T	CAR-G*40--	300	200	90	1400	10,72	700	1300	Piso 2	694	739	OK
7705035035	MONTAGEM CASSETTE AEQ M9T / JR / ND	CAR-G*40--	300	200	90	5000	4,14	500	1500	Piso 2	694	739	OK
93311890	MONTAGEM CASSETTE AEQ M9T	NIS--0004	386	280	171	2000	11,6	700	1300	Piso 2	694	779,5	OK
8200130197	MONTAGEM CASSETTE AEQ M9T	BAC-O-4312	396	297	114	4000	15,1	800	1100	Piso 2	694	751	NOK
111132479R	MONTAGEM CASSETTE AEQ M9T	BAC-O-6433	594	396	314	150	10,084	700	1300	Piso 3	1002	1159	OK



Eixo do Z's - Profundidade da Estante										Profundidade	
Piso	Ref.	QUC	Peso componente	Peso total	Comprimento UC	Centro Caixa	Centro Real	CM (x) Real	Centro Nível Real	xCM Real	591
Piso 1	123134465R	2	6,93	13,86	300	150	150	2079,00	601,57	xCM Ideal	600
Piso 1	123137801R	3	7,18	21,54	400	200	500	10770,00			
Piso 1	7703002665	4	8,5	34,00	300	150	850	28900,00			
Piso 2	93311890	1	11,6	11,60	400	200	200	2320,00	622,01		
Piso 2	124031057R	2	13,026	26,05	300	150	550	14328,60			
Piso 2	124031057R	2	13,026	26,05	300	150	550	14328,60			
Piso 2	8200130197	1	12,93	12,93	300	150	850	10990,50	466,67		
Piso 2	7703002661	1	9,9	9,90	300	150	850	8415,00			
Piso 2	7705035035	1	15,1	15,10	300	150	850	12835,00			
Piso 3	111132479R	2	10,61	21,22	600	300	300	6366,00	466,67		
Piso 3	111132479R	1	10,61	10,61	400	200	800	8488,00			
Total		20		202,86							

Eixo dos Y's - Altura da Estante										Altura		
Nível	Ref.	K	Peso componente	Peso total	Altura Estante	Altura UC	Centro Caixa	Centro Real	CM Real (y)	Centro Nível Real	yCM Real	596
Rodas	diã. 28 cm	4	2	6,00	210					75,89	yCM Ideal	755
Base	1400x1200	1	50	50,00	210	170	85	85	4250,00			
Piso 1	123134465R	2	6,93	13,86	500	114	57	557	7720,02	551,12		
Piso 1	123137801R	3	7,18	21,54	500	114	57	557	11997,78			
Piso 1	7703002665	4	8,5	34,00	500	90	45	545	18530,00			
Piso 2	93311890	1	11,6	11,60	694	171	86	780	9042,20	751,30		
Piso 2	124031057R	2	13,026	26,05	694	114	57	751	19565,05			
Piso 2	124031057R	2	13,026	26,05	694	114	57	751	19565,05			
Piso 2	8200130197	1	12,93	12,93	694	114	57	751	9710,43	1109,00		
Piso 2	7703002661	1	9,9	9,90	694	90	45	739	7316,10			
Piso 2	7705035035	1	15,1	15,10	694	90	45	739	11158,90			
Piso 3	111132479R	2	10,61	21,22	1002	214	107	1109	23532,98	1109,00		
Piso 3	111132479R	1	10,61	10,61	1002	214	107	1109	11766,49			
Total		25		258,86								

Eixo dos X's - Comprimento da Estante										Comprimento	
Nível	Ref.	K	Peso componente	Peso total	Largura UC	Ocupação na Estante	Centro Real	CM Real (z)	Centro Nível Real	zCM Real	336,1
Piso 1	123134465R	2	6,93	13,86	400	800	400	5544,00	415,52	zCM Ideal	500
Piso 1	123137801R	3	7,18	21,54	300	900	450	9693,00			
Piso 1	7703002665	4	8,5	34,00	200	800	400	13600,00			
Piso 2	93311890	1	11,6	11,60	300	300	150	1740,00	272,23		
Piso 2	124031057R	2	13,026	26,05	400	800	400	10420,80			
Piso 2	124031057R	2	13,026	26,05	400	800	400	10420,80			
Piso 2	8200130197	1	12,93	12,93	400	400	200	2586,00	366,67		
Piso 2	7703002661	1	9,9	9,90	200	200	100	990,00			
Piso 2	7705035035	1	15,1	15,10	200	200	100	1510,00			
Piso 3	111132479R	2	10,61	21,22	400	400	400	8488,00	366,67		
Piso 3	111132479R	1	10,61	10,61	600	600	300	3183,00			
Total		20		202,86							



Ficha Técnica de uma ESTANTE

Nome: **AEQ_1**
 Número:
 Base: Base Simples 1000 x 1200

Validação				
Aprovação Técnica		CUET	CL	Data
P. Rodrigues	Data	1ª EQ.		
		2ª EQ.		
Chefe de Atelier		3ª EQ.		
L. Vara	Data	4ª EQ.		
		5ª EQ.		

Data: Elaborado por: Mariana Teixeira Zona: II Ganho anual: Organização da UET, Melhoria das condições de trabalho
 Posto: II

Estante

Vista da Frente

Área Útil		Níveis		Altura	
	1000 x 1000 mm	Retorno	1396 mm	3ª	1002 mm
Altura Total	1510 mm	2ª	694 mm	1ª	500 mm
Referências	9 unid.				
Qtd. de UC's	20 unid.				
Peso	202,86 Kg				

Material

Designação	Referência	Fornecedor	Preço	Quantidade	Valor
Tubo	12IP001MPSGP282CE	Imeguisa	13,64 €	6	81,84 €
Rolamento	12IP004MPSP40RR	Imeguisa	17,60 €	7	123,20 €
Calha	ARG-4030BL	Arsam	22,54 €	4	90,16 €
Perfil transparente	NP-P-1500	Arsam	1,80 €	2	3,60 €
União Básica	12IP002MPSMJH1	Imeguisa	0,50 €	32	16,00 €
União B. de 2 tubos	12IP002MPSMJH4	Imeguisa	0,45 €	4	1,80 €
União Diagonal	12IP002MPSMJH5	Imeguisa	0,30 €	16	4,80 €
União Diagonal	12IP002MPSMJH6	Imeguisa	0,35 €	8	2,80 €
União Curva (90º)	12IP002MPSMJH6	Imeguisa	0,57 €	12	6,84 €
Suporte s/Batente	12IP005MPSPSM40A	Imeguisa	0,65 €	24	15,60 €
Suporte c/Batente	12IP005MPSPSM40B	Imeguisa	0,88 €	24	21,12 €
Suporte com Retorno	GP-M	Arsam	3,46 €	24	83,04 €
Argola do perfil	GAP-P	Arsam	0,17 €	20	3,40 €
Parafuso M6	12IP006MPSBM6	Imeguisa	0,06 €	44	2,64 €
Porca M6	12IP006MPSNM6	Imeguisa	0,06 €	44	2,64 €
Lança/Timon	-	Imeguisa	✓	1	-
Engate de Reboque	-	Imeguisa	✓	1	-
Rodas Fixa Ø160mm	R100708215	PHF	33,41 €	2	66,82 €
Mão de Obra	-	Avesteel	121,50 €	4	486,00 €

Centro de Custos		1 Estante	
	Imeguisa		279,28 €
	Arsam		180,20 €
	PHF		66,82 €
	Avesteel		66,82 €
	Total		593,12 €

Anexo P (1) – Contabilização dos Tempos dos novos Abastecimentos

TEMPOS 1ª EQUIPA (TURNO MANHÃ) - Ensaio 1												
Voltas de Abastecimento/Atividades	Início abast.	Fim abast.	Tempo Abast. UET	Início Volta	Fim Volta	Tempo Volta	Tempo Viagens	Início Picking	Fim Picking	Tempo Picking	Total	Duração/Volta
K1	-	-	-								0:00	0:34
VOP1 H	-	-	-								0:00	
VOP1 RM	-	-									0:00	
K1 + VOP1 H + VOP1 RM				6:16	6:35	0:19	0:19				0:19	
K1 + VOP1 H + VOP1 RM								6:35	6:50	0:15	0:15	
TC	6:55	7:05	0:10				0:04				0:10	0:42
VOP2 H	-	-									0:00	
VOP 2 RM	-	-									0:00	
TC + VOP2 H + VOP2 RM				6:51	7:16	0:25	0:11				0:15	
TC + VOP2 H + VOP2 RM								7:16	7:33	0:17	0:17	
RB	7:39	7:42	0:03				0:04				0:03	0:42
TB	7:43	7:47	0:04				0:01				0:04	
K2	7:49	7:58	0:09				0:02				0:09	
SMELLE	8:00	8:03	0:03				0:02				0:03	
RB + TB + K2 + SMELLE				7:35	8:07	0:32	0:04				0:13	
RB + TB + K2 + SMELLE								8:07	8:17	0:10	0:10	
AEQ2	8:24	8:35	0:11				0:03				0:11	0:32
AEQ2				8:21	8:40	0:19	0:05				0:08	
AEQ2								8:40	8:53	0:13	0:13	
VOP TUBOS	9:01	9:14	0:13				0:06				0:13	0:35
VOP TUBOS				8:55	9:19	0:24	0:05				0:11	
VOP TUBOS			-					9:19	9:30	0:11	0:11	

Anexo P (2) – (continuação) Contabilização dos tempos dos novos Abastecimentos

K1	-	-	-						0:00	0:42
VOP1 H	-	-	-						0:00	
VOP1 RM	-	-	-						0:00	
K1 + VOP1 H + VOP1 RM				10:05	10:28	0:23	0:23		0:23	
K1 + VOP1 H + VOP1 RM								10:28	10:47	0:19
TC	10:56	11:04	0:08				0:06			0:08
VOP2 H	-	-								0:00
VOP 2 RM	-	-								0:00
TC + VOP2 H + VOP2 RM				10:50	11:14	0:24				0:16
TC + VOP2 H + VOP2 RM								11:14	11:29	0:15
RB	11:35	11:39	0:04				0:05			0:04
K2	11:42	11:48	0:06				0:03			0:06
BSE	11:51	11:53	0:02				0:03			0:02
RB + K2 + BSE				11:30	12:00	0:30				0:18
RB + K2 + BSE								12:00	12:09	0:09
AEQ1	12:24	12:31	0:07				0:04			0:07
AEQ2	12:31	12:43	0:12				0:00			0:12
AEQ1 + AEQ2				12:20	12:46	0:26	0:03			0:07
AEQ1 + AEQ2								12:46	13:00	0:14
Total			1:32				1:53		2:03	5:45

Anexo R - Proposta Disposição do novo Armazém

Proposta para Picking

	3	2	1	0	Níveis
			7703066040		DCM
		7700104134			
		226300007R			DCM
		7700106552			
		150451779R			K1 e K2
		7700273041			
		8200065121			K1 e K2
		8200124493			
		150263627R			VOP H
		150789593R			
		150821579R			
		152412073R			

Níveis	0	1	2	1	0	Níveis	
DCM		009331221A					
DCM			132545993R	8200438557			
			868680874R	7703090392			
			150931828R	7703075219			
			150931828R	152413953R			
			150931828R	152410708R			
			7703002661	8200651792			
			8200130197	7700867670			
		93311890	8201282017				
AED	124031057R		7705035035	123134465R			
			111132479R	123137801R			
			124343758R	7703002665			
			7700107717	7700106546			
	124330284R		8200555002	7703068106			
			7703002668	8200273460			
			7703002668	7703002631			
		7703002668	152412885R				
K1 e K2		7700739175			132774114R	TC	
		7700100490			132709416R		
VOP RM	150461525R	150781236R		1181241800	118322415R		
	150476796R	150467686R		118100M300	118326369R		
VOP RM		150876881R				Zona desmixagem	
		150982347R	150880870R				
		150845763R	150982961R				
VOP H		152438377R	150779126R			Zona desmixagem	
		150873769R	150478409R				
		150850609R	150835129R				
		150842446R	150985273R				
VOP TUBOS		8200582334	150863515R				
		150772888R	150979254R			Zona desmixagem	
		150881235R	150980047R				
		150935910R	150860313R				
		150853722R	150886288R			Zona desmixagem	
		150798303R	150799804R				
		150851990R	150879090R				
		150812007R	150896419R				
	150828992R	150831890R					