

Aplicação de Metodologias Lean e *Just-in-Time* à Produção de Caixas de Velocidade

Eduardo Couto Galiza Naldinho

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Paulo Luís Cardoso Osswald



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2015-07-01

*Dedico este trabalho á minha Mãe, pelo seu amor e ajuda incondicional ao longo deste
percurso académico*

Resumo

Lean Manufacturing é um conceito de tal forma frequente e amplamente mencionado em qualquer empresa competitiva que se tem vindo a tornar intrínseco ao quotidiano industrial. Mais do que melhoria da qualidade ou da produtividade, o pensamento e prática *Lean* dão a conhecer as ferramentas que permitem a qualquer empresa adaptar-se, por um lado, às necessidades dos mercados em constante mutação, e, por outro, à conjuntura económica atual, que exige um controlo atento dos custos de funcionamento.

O principal objetivo consistiu, essencialmente, em aplicar metodologias e ideias da *Produção Lean* e adaptá-las a duas linhas de montagem de caixas de velocidade, na empresa Renault Cacia e com isto contribuir para o atingimento dos objectivos de rentabilidade e competitividade propostos no início do ano pelos quadros da empresa.

Numa fase inicial, foram desenvolvidos diagnósticos, quer das linhas de montagem quer da logística interna associada às mesmas, que permitiram a descrição do estado inicial do projeto e o levantamento de dados referentes a oportunidades de melhoria. Estes diagnósticos foram, sobretudo, observações de atividades e levantamento de informação relativa a fluxos de abastecimento e organização de referências em armazém. Posteriormente, procedeu-se ao tratamento dos dados, nos quais foi feita uma apreciação dos pontos prioritários de melhoria nas linhas de montagem e a uma análise mais intensiva, relativamente aos abastecimentos e ao armazém destinado a estas mesmas linhas. O critério para posteriores implementações e propostas foi, essencialmente, baseado não só no facto de existirem algumas oportunidades em determinados processos mas também por questões de melhoria na ergonomia ou falta de standardização de processos, em particular nos processos logísticos. Numa fase final, procederam-se às alterações necessárias especialmente ao nível da automatização e redefinição de fluxos de abastecimento e organização do armazém, de modo a atingir os resultados pretendidos pela Renault CACIA para o fim do ano 2015.

Ainda aliada ao projeto *Lean*, foi explorada a vertente da sincronização da produção de toda a fábrica (Maquinação, Montagem e Armazém) e do planeamento da sequência produtiva. Neste âmbito do projecto foi acompanhada diariamente a sequência do planeamento de produção (programado por colaboradores da Logística), através de um programa informático designado por FMO, e a verificação de eventuais causas raiz de mudanças deste plano, através de ferramentas como *Os 5 Porquês* e análise de diagramas de fluxo físico. Esta vertente do projeto *Lean CACIA* foi, sobretudo, útil para sensibilizar todos os quadros para os problemas diários da fábrica, permitindo, dessa forma, eliminar ou atenuar os mesmos.

Applying *Lean Manufacturing* and *Just in Time* Methodologies to the Production of Gearboxes

Abstract

Lean Manufacturing is a concept so widely mentioned in any competitive company that it has becoming more and more applied to industrial life.

More than improving the quality or the productivity, *Lean* thinking and practice aims to know the tools that allow any company to adapt, on one hand, to the needs of the markets in continuing change and on the other hand to adapt to the prevailing economic situation, which normally demands a care cost control.

The main goal was essentially applying and adapting Lean manufacturing methodologies and ideas to two assembly lines gearboxes in Renault Cacia and therefore to contribute to the achievement of optimum level standards of profitability and competitiveness, set at the beginning of the year.

At the beginning, some research was developed in the assembly lines and in the logistics and it allowed a careful description of the initial state of the project and once data was gathered, the areas of improvement were found. Data analysis consisted mainly in the observation of activities and information related to internal logistics.

Afterwards, data was analysed and the areas for improvement in the assembly lines were determined, as well as in production supply areas and warehouse. The improvement options were based on some processes and also on improvements in ergonomics, and standardization of some processes, mainly the logistics processes. Finally, all the necessary changes were made, mostly in the automation and reset of internal supply chain streams and the organisation of the warehouse, in order to achieve the desired goals for the year 2015 by Renault Cacia.

Still connected to the Lean Manufacturing project, the synchronization of production in Renault Cacia (machining, assembly and warehouse) and the planning of the production sequence were also explored. In this context, the planning of the sequence of production was daily supervised by a computer program, the FMO, and techniques like “The five whys” and analysis of flowcharts. This was particularly useful to raise awareness of everyday problems in a company, eliminating, that way, all forms of waste.

Agradecimentos

À Renault CACIA, em particular à Engenheira Ilda Costa e ao Engenheiro José Pedro Gomes, pela oportunidade em desenvolver este projeto e pelo apoio constante, ao longo da jornada. Agradeço ainda, aos companheiros de escritório, os Engenheiros Guillaume Lenfant e João Merendeiro, pela simpatia e ajuda diárias. Agradecimentos também ao Engenheiro Luís Vara e a todos os operadores da Logística, pela ajuda disponibilizada para a realização deste projeto.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em particular ao Professor Paulo Luís Cardoso Osswald, pela orientação e troca de ideias ao longo deste projeto.

Ao meu companheiro de estágio João Diogo Teixeira, pela boa disposição e amizade, partilhadas diariamente.

À minha família, pela força e apoio que me deram incondicionalmente.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	A Renault Cacia.....	1
1.1.1	Departamento SPR.....	3
1.1.2	Departamento de Logística.....	4
1.1.3	Departamento de Fabricação	4
1.2	Método seguido no projeto	4
1.3	Estrutura da dissertação.....	5
2	Estado de Arte.....	6
2.1	O Lean Manufacturing	6
2.1.1	O Pensamento Lean.....	8
2.1.2	Produção Just-in-time e o Sistema Kanban.....	8
2.1.3	MUDA	9
2.2	O Pensamento Lean aplicado à Logística	10
2.2.1	Bordo de Linha	10
2.2.2	Supermercado	10
2.2.3	Mizusumashi.....	10
2.2.4	iFA	11
3	Descrição do Estado Inicial	13
3.1	A Fabricação de Caixas de Velocidade	13
3.2	O Atelier 5.....	16
3.3	O diagrama want-to-be condition e as etapas do estudo do AT5	18
3.4	Diagnósticos dos Postos de Montagem.....	19
3.4.1	Kaleidoscópio e Operações não Cíclicas	19
3.4.2	Battonage	22
3.5	Fluxos de abastecimento do Atelier 5.....	23
3.5.1	Os operadores logísticos e o processo de abastecimento	23
3.5.1.2	Levantamento de dados referentes aos fluxos de abastecimento	26
3.5.1.3	Observação das actividades dos operadores logísticos	26
4	Apresentação da solução proposta.....	29
4.1	Redefinição dos fluxos de abastecimento das Grandes Embalagens	29
4.1.1	Caixas diferenciais.....	29
4.1.2	Grandes Embalagens da Zona de Preparações.....	32
4.2	Redefinição dos fluxos de abastecimento das Pequenas Embalagens.....	34
4.2.1	Uniformização das bases rolantes e redefinição dos circuitos de abastecimento	36
4.3	Redefinição dos fluxos de abastecimento componentes sofrastock e fim de linha.....	39
4.4	Reorganização do Armazém do Atelier 5.....	40
4.6	Implementações propostas nos postos de montagem do AT5	44
5	Projecto Filme Firme	45
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuras	49
6.1	Conclusões.....	49
6.2	Trabalhos Futuros.....	50
	Referências Bibliográficas	51
Anexo A	Componentes de uma caixa de velocidades JR	53
Anexo B	Kit Introduction Ratio	55
Anexo C	Síntese Kaleidoscópio + Operações não Cíclicas	59
Anexo D	Observação das Actividades dos Operadores L2 L3 JR	62
Anexo E	Levantamento Fluxos de Abastecimento AT5.....	64
Anexo F	Observação Actividade Operador Logístico Pequenas Embalagens.....	68
Anexo G-	Estudo zona de preparação Grandes Embalagens.....	70
Anexo H	Standardização das Bases Rolantes+Planos de Abastecimento operadores PE	73

Anexo I	Observação actividade operador logístico PE após alterações métodos trabalho	80
Anexo J	Reorganização do Armazém.....	82
Anexo K	Estudo Palete kit das pequenas Embalagens	85
Anexo L	Seguimento do Projecto Filme Firme.....	86

Siglas/Acrónimos

AS- Árvore Secundária

AT- Atelier

AGV- Automatic Guided Vehicle

CACIA- Companhia Aveirense Componentes Indústria Automóvel

CED- Cáter embraiagem

CM- Cáter mecanismo

CV- Caixa de Velocidades

DSTR- Design Standard Time Ratio

FIFO- First-in-first-out

FMO- Filme Montagem Orgãos

iFA- Flux Automatisés (Fluxos Automatizados)

KPI- Key Performance Indicator

LB- Linha B Fabricação Coroas

MAR- Dispositivo marcha trás

MB02- Montage Boitiée 2 (Linha de montagem caixas 2)

MB03- Montage Boitiée 3 (Linha de montagem caixas 3)

OP- Operação

PF- Pinhão Fixo

PL- Pinhão Louco

PLC- Programmable Logic Controller

PN- Peça Negra

POE- Pièces Ouvrées à l'Extérieur (Peça Fabricada no Exterior ao Grupo)

POI- Pièces Ouvrées à l'Intérieur (Peça Fabricada no Grupo)

RO- Rendimento Operacional

SIP- Service Information Produit (Serviço Informação Produto)

SPR- Système de Production Renault (Sistema de Produção Renault)

TGP- Técnico Gestão da Produção e Inventários

TT- Tratamentos térmicos

UC- Unité de Conditionnement (Unidade de Condicionamento - embalagem manuseada à mão)

UET- Unidade elementar de trabalho

UM- Unité de Manutention (Unidade de Manuseamento - palete e/ou contentor)

WIP- Work in Progress

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização das Fábricas Renault a nível mundial	2
Figura 2- Organização Departamental da Renault CACIA	3
Figura 3 – <i>Diagrama de Gantt</i> Projeto <i>Lean</i>	5
Figura 4 – A casa do TPS (adaptado de Liker <i>et al</i> , 2004).....	7
Figura 5- Produção em Massa VS Produção Lean (adaptado de Melton, 2005).....	7
Figura 6- Abastecimento com Empilhadores VS Mizusumashi (adaptado de Coimbra, 2009)	11
Figura 7- A influência do <i>Kit</i> após aplicação de métodos iFA (adaptado de Formation iFA Renault, 2014)	12
Figura 8- Tipos de caixa de velocidades e respectivos componentes	13
Figura 9- O processo de fabricação de caixas de velocidade (Brochura Institucional Renault CACIA, 2014)	14
Figura 10- Níveis de organização no Departamento de Fabricação	15
Figura 11- Diferentes zonas e componentes das linhas de montagem do AT5.....	16
Figura 12- Implantação do AT5	17
Figura 13- Etapas do estudo do AT5.....	19
Figura 14- Resultados da Battonage para cada linha de montagem	22
Figura 15- Pistola de Zipagem e interrogação de destockagem	24
Figura 16- Tubos de abastecimento na parte traseira de um posto de trabalho.....	24
Figura 17- Charlatte e base rolante.....	25
Figura 18- Implantação do Armazém AT5 antes das modificações do projecto LEAN.....	27
Figura 19- Mecanismo de cumprimento do FIFO nos túneis do armazém AT5.....	28
Figura 20- Caixa diferencial montada	30
Figura 21- Fluxos físicos dos componentes da caixa diferencial montada	30
Figura 22- Os novos fluxos físicos das Caixas Diferenciais para a L3 do AT5 após sincronização da maquinaria e montagem	32
Figura 23- Zona de Preparações das Grandes Embalagens	32
Figura 24- estante móvel L2 CM.....	33
Figura 25- Painel das chamadas kanban electrónico	34
Figura 26- Estantes H após alterações descritas	35
Figura 27- Base rolante 1 carregada com as respectivas embalagens	37
Figura 28- Stockagem á UM e á UC respectivamente	41
Figura 29- palete kit da zona de picking interno da L3	42
Figura 30- Postos críticos L3.....	43
Figura 31- Fluxo Físico das Peças produzidas no Pavilhão CV da Renault CACIA	46
Figura 32- Ambiente seguimento FMO diário	46
Figura 33- Percentagem Alterações Filme Firme.....	48

Índice de Tabelas

Tabela 1- Princípios a verificar no <i>Kaleidoscopio</i> e perda temporal associada	20
Tabela 2- A produção total semanal das UET's referentes á Caixa Diferencial e o valor de excesso de stock resultante após aumento RO	31
Tabela 3- Os fluxos de abastecimento iniciais dos operadores PE do AT5	36
Tabela 4- A nova alocação de funções imposta aos operadores logísticos PE AT5	38
Tabela 5- Cargas de Trabalho na Zona de Picking interna do AT5	39
Tabela 6- Cargas de Trabalho nos fluxos de abastecimento dos operadores PE (exceto <i>picking</i> interno)	39
Tabela 7- Carga Total dos Operadores PE (sem ajustamentos)	39
Tabela 8- Nova Carga Total dos operadores PE após ajustamentos ao plano de trabalho.....	39
Tabela 9- Localização pretendida dos componentes de cada base rolante no armazém at5	41
Tabela 10- Espaço disponível e espaço requerido nos túneis.....	41
Tabela 11- Implementações propostas nas linhas do AT5	44

1 Introdução

Este documento descreve o projeto *Lean* caixas de velocidade que decorreu na Renault Cacia em Aveiro e nele foram desenvolvidas, fundamentalmente, duas vertentes: uma primeira associada ao *Atelier 5* da fábrica, zona de trabalho, onde se concretiza a montagem das caixas de velocidade, e na qual os enfoques foram, nomeadamente, no aumento do valor acrescentado por cada operação, na ergonomia do posto de trabalho e no estudo de todos os fluxos de abastecimento às linhas. A segunda vertente do projeto englobou os *Atelier 1 e 2* (maquinação de componentes), bem como o *Atelier 5*, e permitiu, inicialmente, a compreensão dos fluxos quer de materiais quer de informação. Posteriormente, efetuou-se a análise das causas que originavam adiamentos ou anulações no programa definido pelos TGP (Técnico de gestão da produção) que definem e especificam diariamente as referências do número de caixas de velocidade a montar, as horas e a quantidade.

1.1 A Renault Cacia

A Renault é uma empresa multinacional, reconhecida mundialmente pelo fabrico e comercialização de veículos particulares e utilitários. A Renault conta, nas suas múltiplas fábricas espalhadas pelo mundo, com uma força de trabalho de 121 422 efetivos, em 36 fábricas de produção de componentes, implantadas em 17 países. Todos esses países, nos quais está localizada a Renault, se pautam pelas mesmas exigências a nível de qualidade, desempenho e desenvolvimento sustentável. Dessa forma, desde 2000 que todos os locais de produção da empresa Renault contaram com o mesmo sistema de produção, de forma a estandardizar os seus processos de fabrico. Convém, ainda, acrescentar que todas as fábricas do grupo Renault estão certificadas pela norma ISO 14001.

Todavia, foi a partir de 1999, que a empresa alcançou uma maior dimensão internacional, concretizando uma aliança com a Nissan, a construtora japonesa. A fusão das duas empresas regeu-se por três princípios primordiais: o respeito pela especificidade de cada empresa, o respeito pela autonomia de cada uma e o desenvolvimento de cooperações poderosas, com o claro objetivo de melhorar o desempenho de cada uma. A existência de plataformas e componentes comuns servem, indubitavelmente, para reduzir os custos de desenvolvimento de veículos.

Contudo, a necessidade de expandir e conquistar novos mercados tornou-se imperiosa e a aquisição do construtor romeno *Dacia* (1999) tornou-se inevitável, bem como a criação da sociedade sul-coreana *Renault Samsung Motors* (2000). No sentido de confirmar ainda mais a sua internacionalização, a Renault firmou várias parcerias e *joint-ventures* com empresas como *Mahindra*, na Índia, *Pars Khodro*, no Irão e *AvtoVAZ* na Rússia. A figura 1 mostra a distribuição das fábricas Renault pelo globo, após todas as fusões económicas mencionadas anteriormente.

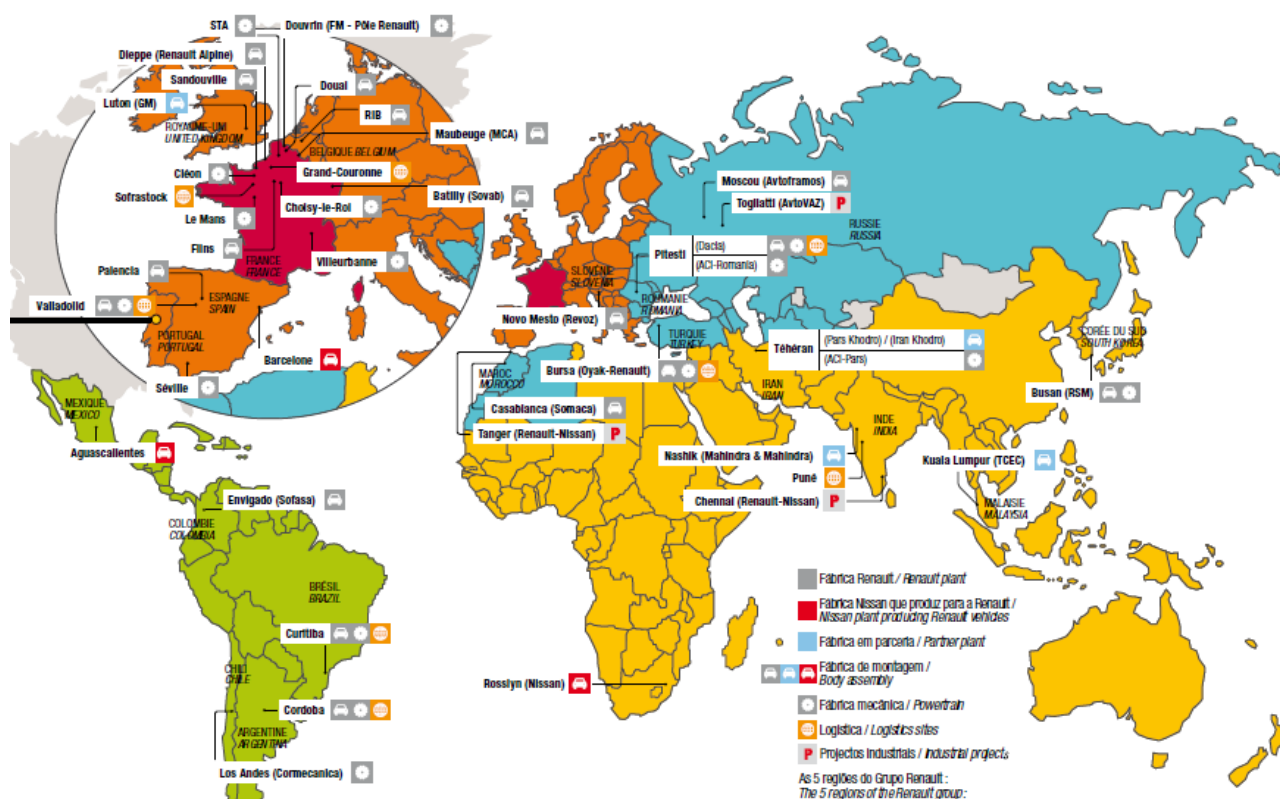


Figura 1 – Localização das Fábricas Renault a nível mundial

A C.A.C.I.A , Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel, pertence ao Grupo Renault e produz componentes para a Indústria automóvel desde 1981. A sua localização é relevante, encontrando-se numa zona industrial privilegiada de Portugal e com excelentes infraestruturas logísticas, nomeadamente a proximidade com o Porto de Aveiro, e as autoestradas A1 e A 25. Dada a sua enorme capacidade de criação de emprego, a Renault Cacia dinamiza fortemente a economia no distrito de Aveiro.

Na Renault Cacia a produção mecânica circunscreve-se à produção de caixas de velocidade (referências N e JR) e componentes motores, a saber, cárter intermédio e cárter de distribuição, bombas de óleo, tambores, árvores de equilíbrio e coletores.

Os componentes produzidos destinam-se a fábricas de carroçaria e montagem em Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Chile, Marrocos e África do Sul.

Relativamente à organização da estrutura fabril, a Renault CACIA divide-se em 9 departamentos, como mostra a figura 2:



Figura 2- Organização Departamental da Renault CACIA

Ainda que o projecto LEAN tenha sido transversal a todas as áreas, optou por se descrever com mais detalhe os departamentos de maior destaque no decorrer do projecto.

1.1.1 Departamento SPR

Na Renault Cacia, o departamento do Sistema de Produção Renault tem 3 objetivos primordiais, a saber, a manutenção da fábrica nos níveis Renault de competitividade e performance mundiais, o acompanhamento da evolução dos processos e o garante da coerência e coesão do sistema industrial.

Para atingir estes objetivos, a fábrica dispõe de organizadores industriais, que se focam na qualidade do produto e nas relações entre fornecedores internos e externos (Organizadores Monozukuri) e organizadores que se focam na eficiência e redução de desperdício nos processos internos (Organizadores SPR).

A orientação neste projeto adveio sobretudo de um desses organizadores industriais, que acompanhou o processo de definição de objetivos no chão de fábrica, e elaboração/necessidade de diagnósticos, bem como ações a implementar e sugestões de melhoria futura.

Os principais objetivos definidos principalmente pelos organizadores deste departamento e pela direcção, no que respeita ao projeto *Lean* na produção de CV foram:

- A redução de 30% do DSTR das linhas de montagem do atelier 5. DSTR é um indicador Renault que compara o rácio de tempo que a fábrica dedica à produção e maquinação de um dado componente, com os tempos teóricos que cada operação manual demora. Quanto mais baixo este indicador, mais próximos estão ambos os parâmetros, o que significa que maior a percentagem de valor acrescentado nos processos produtivos. Estão contemplados neste indicador as operações diretas de fabrico, as operações de controlo e retoque, a logística e os abastecimentos às linhas, pausas (manutenção ou programadas) e atividades de formação;
- Otimização dos fluxos de abastecimento do Atelier 5, originando ganhos temporais, melhor ergonomia e processos standardizados e devidamente documentados, melhorando consequentemente o DSTR, que como já foi referido contempla operações logísticas.
- Estudo de causas raiz de problemas nas linhas de maquinação e montagem, de modo a aumentar a taxa de respeito do programa do planeamento da produção em 10%. Esta taxa de respeito é baseada no rácio entre o nº de ordens de fabricação não modificadas e o nº total de ordens de fabricação. Estas ordens de fabricação estão associadas à produção de 12, 24 ou 48 caixas de uma determinado referência e tipo de caixa (JR ou ND).

1.1.2 Departamento de Logística

Na Renault Cacia um dos grandes desafios do projeto *Lean* foi a comunicação entre Fabricação e Logística.

Na Renault CACIA a logística encontra-se dividida em 3 subdepartamentos:

- A Movimentação Interna e Armazéns que é responsável por abastecimento das linhas, gestão física das embalagens e produtos, quer acabados quer POE/POI, expedição de produtos, carga e descarga, bem como gestão dos armazéns de matérias primas, subsidiárias e de consumo;
- A Documentação/Projeto Logística está intimamente ligado à criação de nomenclaturas, gestão de embalagem, fluxo e layout logístico, bem como planificação de projetos;
- A Gestão da produção é responsável pela programação da produção nas linhas de montagem e maquinação, gestão de stocks de matérias primas, componentes em fabricação e produto final, programação das expedições para cliente final e programação de paragens nas linhas de montagem, para efetuar a manutenção aos equipamentos.

1.1.3 Departamento de Fabricação

Na Renault CACIA, o Departamento de Fabricação é a base de todo o funcionamento da organização, sendo este departamento constituído por todos os operadores fabris e colaboradores responsáveis pela monitorização da produção dos componentes.

Convém referir e destacar que o trabalho desenvolvido só foi possível graças à partilha de conhecimento de todos os membros da fabricação, da discussão de ideias com os mesmos, de modo a atingir os objetivos de melhoria a que a Renault Cacia constantemente se propõe.

1.2 Método seguido no projeto

O Projeto *Lean* Cacia é um projeto transversal a toda a fábrica e que envolve, por essa mesma razão, vários elementos de cada um dos cinco ateliers da fábrica. No entanto, este trabalho foi desenvolvido sobretudo com a equipa do Atelier 5 (setor da CACIA onde se faz a montagem das caixas de velocidade) com a qual se desenvolveram vários diagnósticos da linha de montagem e com o Departamento de Logística, onde se trabalharam os aspetos de melhoria dos fluxos de abastecimento, organização do armazém e sincronização da produção e da melhoria quer do armazém quer do fluxo de abastecimento do Atelier 5.

Foi proposto inicialmente um *diagrama de Gant*, como o a seguir se reproduz na figura 3, de modo a guiar os elementos da equipa *Lean* quanto a prazos a cumprir e os métodos seguidos no desenvolvimento do projeto:

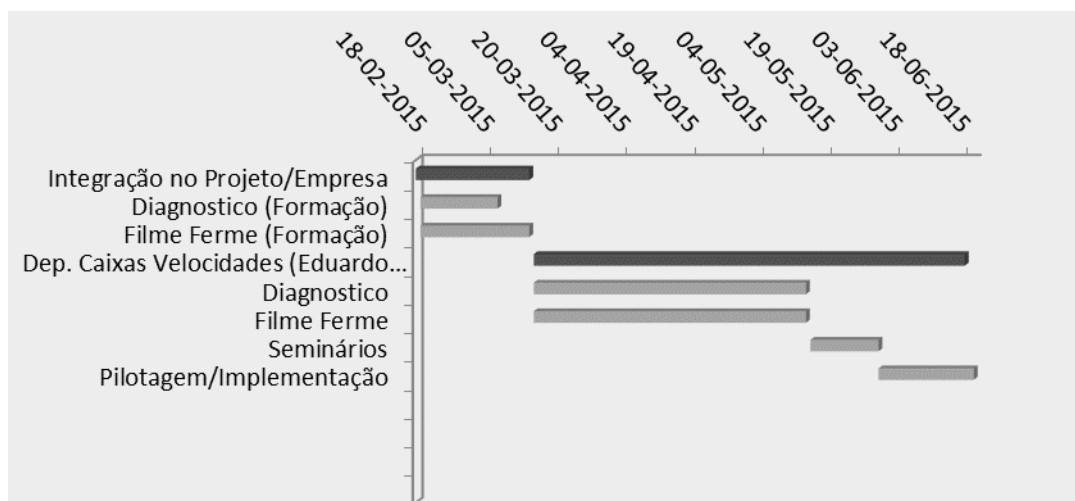


Figura 3 – Diagrama de Gantt Projeto Lean

Neste projeto, até final de maio, a equipa *Lean* centrou-se na descrição do estado atual, através de diagnósticos de fabricação e diagnósticos logísticos. Depois da recolha de dados, procedeu-se à realização de um seminário, no qual foram discutidos os pontos críticos do chão de fábrica e quais as implementações a realizar. O processo de implementação de algumas ações, no âmbito deste projeto, durou cerca de 3 semanas e centrou-se, principalmente, na parte dos fluxos de abastecimento e reorganização do armazém, onde se concluiu que haveria maiores necessidades de mudança dos métodos de trabalho.

1.3 Estrutura da dissertação

O presente documento encontra-se dividido em 6 capítulos, sendo que cada um se divide em vários subcapítulos. De uma forma sucinta:

- O capítulo 2 aborda o estado da arte e, portanto, os conceitos teóricos de suporte a esta dissertação. Abordaram-se 3 vertentes: A produção *Lean* e os conceitos mais remotos deste pensamento que remontam a Taiichi Ohno. De seguida, é dada uma visão do pensamento *Lean* aplicado à logística, uma das áreas de maior enfoque deste trabalho. Finalmente, o capítulo aborda ainda um conceito Renault, o iFA, que se refere à automatização dos fluxos de abastecimento, uma prática cada vez mais comum na indústria automóvel e que sustenta fortemente o trabalho desenvolvido;
- O capítulo 3 aborda a descrição do estado inicial do Atelier 5 e de toda a logística a si associada através do recurso a vários diagnósticos e métodos, que sustentam essa mesma definição;
- O capítulo 4 refere-se ao desenvolvimento do projeto, onde foram definidos novos fluxos de abastecimento às linhas de montagem do AT5 e proposta uma organização do armazém destinado a essa mesma área. O final do capítulo contém ainda algumas propostas de melhoria nos postos de cada linha de montagem.
- O capítulo 5 destina-se à descrição de um pequeno projeto que decorreu em paralelo com as anteriores mudanças e que se focou, sobretudo, na sincronização da produção em toda a zona das caixas de velocidade, identificando os problemas na gestão da produção e ações por forma a atenuar as consequências dos mesmos;
- O capítulo 6 refere-se às conclusões do trabalho realizado e uma sugestão de automatização de fluxos de abastecimento, para um futuro próximo.

2 Estado de Arte

2.1 O Lean Manufacturing

Em inícios do século XX, quando Henry Ford iniciou o estudo da produção em massa de grandes lotes de automóveis, com processos mecanizados e que contrariavam a fabricação artesanal, a indústria automóvel mundial sofreu uma enorme viragem, no tocante a conceitos e filosofias. A filosofia Fordista assentava na produção de grandes quantidades de pouca diversidade, com normas e especificações de produto extremamente inflexíveis. Com o passar dos anos a concorrência foi aumentando e com isso surgiu, naturalmente, a diversificação de produtos e um incremento da complexidade nos mercados mundiais. A procura começou por se aproximar da oferta e com isto surgiu a necessidade das empresas atentarem nos seus custos e na sua vantagem competitiva.

Depois da segunda guerra mundial o mercado automóvel encontrava-se sob o domínio das nações ocidentais, que, apesar de deterem grandes cotas de mercados, produziam com grandes desperdícios, *stocks* elevados, com processos de gestão manifestamente inflexíveis e estáticos, não acompanhando a dinâmica das necessidades do mercado. Segundo Womack e Jones (1990), a produção em massa após este período pós Guerra deixava muito a desejar em termos de atendimento aos desejos consumistas emergentes, cada vez mais diversificados e exigentes. Por essa mesma altura, o Japão caracterizava-se pela extrema falta de recursos e necessidade de forte recuperação económica, de modo a poder competir com estas indústrias com grandes recursos e sem tantas limitações.

Assim, esta conjuntura de recursos escassos e limitados, associados a uma competitividade feroz de preço e quantidade, surgiu, na Toyota Motor Company, uma metodologia de produção que assentava na capacidade de produzir com o mínimo de atividades, suprimindo as que não trazem qualquer valor acrescentado. Esta situação conduziu, inevitavelmente, à minimização dos custos de produção (Hobbs, 2004). O *Toyota production system*, desenvolvido por Taiichi Ohno e a sua equipa de Engenharia, adaptou-se então a estas novas realidades, que exigiam entregas rápidas de produtos personalizados, com a máxima qualidade e a preços convidativos. Para esse mesmo efeito, foi necessário reduzir *lead times* na produção, diminuir *stocks* e programar a produção, não em função de previsões de venda, mas sim em função do que o cliente efetivamente quer. Um dos grandes seguidores desta filosofia inovadora foi Fujio Cho, que resume o modelo Toyota na figura 4:

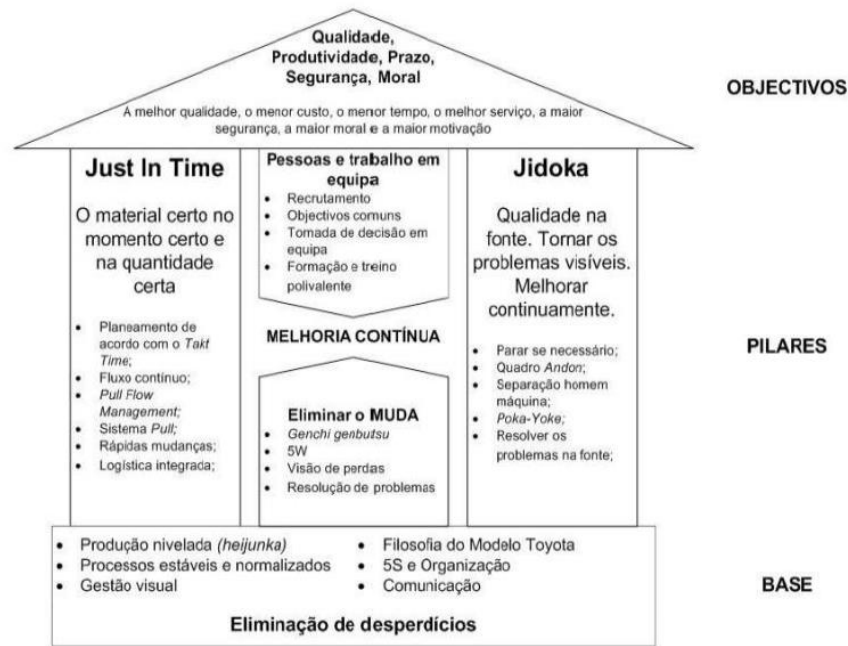


Figura 4 – A casa do TPS (adaptado de Liker *et al*, 2004)

Estas novas práticas, associados à TPS, são a base do conceito de produção *Lean*, introduzido por Womack et al. (1990) e que pode ser comparado com o modelo Fordista de produção, na figura 5:

<u>Características</u>	<u>Produção em Massa</u>	<u>Produção Lean</u>
Base	Henry Ford	Toyota
Operadores	Profissionais pouco qualificados	Equipas de operadores multi-facetados em todos os níveis da organização
Equipamentos	Dispendioso, com um único propósito	Manual e sistemas de automatização aptos a produzir produtos de grande variedade
Métodos de Produção	Grandes volumes do mesmo produto	Fazer produtos de acordo com a vontade do cliente
Filosofia Organizacional	Gestão toma a responsabilidade	Delegação de responsabilidade na hierarquia da organização
Filosofia	Qualidade suficiente	Atingir a perfeição

Figura 5- Produção em Massa VS Produção Lean (adaptado de Melton, 2005)

Já para Ortiz (2006), os principais fatores da implementação de um sistema *Lean* são a redução de *lead times* e a gestão de custos. Os *lead-times* são reduzidos, eliminando o desperdício na produção, conseguido através da implementação de um trabalho normalizado e devidamente documentado e implementando ferramentas como os 5S (centrada na limpeza e organização do espaço de trabalho).

No entanto muitos gestores, ao invés de gerir os custos, limitam-se a cortar os mesmos. Despedir, improvisar ou pressionar sistematicamente fornecedores e clientes não torna a empresa mais competitiva e sendo o *Lean* criação de valor é também valorização do capital humano. Apenas o valor justifica a existência de uma organização (Pinto, 2006).

É neste sentido, da criação de valor, que Womack e Jones (2002) enunciam algumas das características de uma cadeia de valor *Lean*:

- Os colaboradores devem saber qual a taxa de consumo do cliente para um determinado produto. Isto implica que não hajam barreiras de informação excessivas e que os colaboradores saibam do *takt time* necessário para satisfazer uma dada encomenda;
- *Lead time* reduzido, com a produção devidamente balanceada;
- O mínimo possível de processamento de informação, que deve ser transmitida de forma clara e concisa;
- O mínimo possível de fluxos de transporte, quer na produção quer na logística;
- Pouco *stock*. Seja matéria prima, produto acabado, work-in-progress (WIP), *stocks* de segurança, *stocks* de buffers ou *stocks* prontos para expedição, estas quantidades devem ser minimizadas, ainda que a níveis razoáveis e que respondam à volatilidade da procura;
- Estas mudanças, ao nível de redução de *lead-time*, *stock* e redução de fluxos e distâncias, devem envolver ainda o mínimo de custos.

2.1.1 O Pensamento Lean

No pensamento *Lean*, o objetivo prende-se em implementar uma estratégia operacional sustentável, que atinja resultados de excelência em termos de qualidade, custo, entrega e motivação (QCDM) (Coimbra, 2009). É associado a este revolucionário paradigma de liderança e de gestão, que através de ferramentas simples consegue resultados extraordinários (Pinto, 2009), que surgem cinco princípios que definem o sucesso na implementação de qualquer sistema *Lean* (Womack & Jones 2003):

- Identificação e definição do que é valor
- Identificação da cadeia de valor: identificar todos os intervenientes na criação de valor (*stakeholders*) e definir, ainda, as atividades que criam valor e as que não criam, tentando eliminar se possível as últimas;
- Promover a existência de um fluxo contínuo: tornando a cadeia mais fluída é possível responder de modo mais eficiente à dinâmica dos mercados;
- Estabelecer sistemas *pull*. Num sistema *pull* o fluxo de trabalho é inverso ao fluxo de informação, sendo que a produção é feita por encomenda.
- Busca da perfeição: melhoria contínua, no sentido de fornecer apenas valor ao cliente final, sem quaisquer desperdícios (MUDA).

2.1.2 Produção Just-in-time e o Sistema Kanban

O *Just-in-time* é um dos pilares da casa *TPS* uma filosofia que se centra na produção por encomenda, fornecendo na quantidade certa e no momento certo. A lógica por detrás do JIT prende-se com a utilização de sistemas produtivos *pull*, que sincronizam os fluxos a montante do cliente, com as necessidades de consumo do mesmo, repondo a quantidade necessária no tempo necessário (Zylstra, 2006). Este cliente pode ser tanto interno como externo à fábrica, e sendo a produção baseada numa lógica *make-to order*, verifica-se que os fluxos de materiais do sistema seguem em sentido inverso aos fluxos de informação. A grande vantagem de um

sistema *pull* e da aplicação do pensamento *Just-in-time* é, fundamentalmente, a redução de *stocks*, que permite, por sua vez, a redução de espaços ocupados no *layout* fabril, a redução dos custos associados à criação de stock e uma flexibilidade adaptada à volatilidade das necessidades de mercado. De ressaltar, no entanto, que esta abordagem apenas é eficiente em casos de produção nivelada e com um *mix* de especificações de produto pouco variável (Giordano & Schrialdi, 2013).

Na prática, a filosofia *JIT* é normalmente assente em sistemas *kanban*. Um *kanban* é um elemento visual que permite informar necessidades de reabastecimento num dado ponto (no caso dos *kanbans* de fornecedor e *kanbans* internos) ou informar acerca do estado de um determinado processo produtivo (*kanbans* de produção). *Quer seja representado por uma caixa vazia, um cartão, ou um simples espaço vazio no chão, tem de ser um sinal fixo tangível, que por sua vez não passa despercebido e não é facilmente ignorado* (Hobbs, 2003).

Segundo Feld (2000), há alguns aspetos que se devem ter em conta, quando se gere um sistema *kanban*:

- Um *kanban* sinaliza sempre uma autorização para uma determinada ação;
- Nenhuma operação deve ser realizada, sem sinal do cliente ou elemento a jusante;
- Um *kanban* controla a quantidade de trabalho no fluxo;
- O número de *kanbans* irá controlar os *lead-times* através da gestão das filas de espera;
- Não se podem passar defeitos a jusante;
- Deve-se respeitar a lógica FIFO.

2.1.3 MUDA

De acordo com Taiichi Ohno (1988), desperdício ou Muda são todos os componentes do processo produtivo que não só não adicionam qualquer valor como também fazem com que as organizações tenham custos acrescidos, por excesso de custos de mão de obra diretos, *stocks*, equipamento ou ocupação de espaços. Taiichi Ohno divide ainda os desperdícios em sete categorias (Shingo, 1981):

1. Sobreprodução: produção de quantidades acima do que necessário, levando a inventários excessivos, que encobrem, por vezes, problemas e ineficiências;
2. Espera: tempo em que as pessoas e equipamentos aguardam pelo fluxos de materiais. Este desperdício pode estar associado a avarias, atrasos nos fluxos de material, destreza e experiência dos operadores limitada ou situações anómalas na produção;
3. Transporte excessivo: fluxos de materiais que podem ser eliminados ou com distância atenuada, pois não trazem qualquer valor acrescentado;
4. Inadequação de processos: operações realizadas que podem ser eliminadas, pois não acrescentam valor no produto, seja a nível funcional ou não. Nesta categoria encontram-se todos os processos de utilização incorreta de equipamentos ou que não correspondam ao *standard* do posto e que possam comprometer a qualidade do produto;
5. Stock desnecessário: inventário excessivo, seja de WIP ou de matérias primas e produto acabado, o que leva a um aumento de custos e contraria a filosofia JIT;
6. Movimentação desnecessária: representa os desperdícios associados à organização dos *layouts*, e à ergonomia de cada posto de trabalho;
7. Defeitos: produção que não respeita as especificações requeridas pelo cliente.

2.2 O Pensamento Lean aplicado à Logística

2.2.1 Bordo de Linha

O bordo de linha é a interface entre a logística e a produção e o local onde todos os materiais e componentes necessários à maquinaria e montagem estão presentes. Segundo Fernandes (2011), o bordo de linha deve preencher alguns requisitos para que esteja devidamente adaptado ao operador da linha:

- Localização que minimize o esforço dos responsáveis do abastecimento. Deve, no entanto, haver um equilíbrio entre a distância de quem abastece e a distância dos operadores da linha;
- Minimização do movimento de *picking* dos operadores da linha;
- Decisão de reabastecimento facilitada e intuitiva;
- Tempo de mudança de materiais de um produto para o outro muito reduzido;
- Respeito pela sequência FIFO.

2.2.2 Supermercado

Segundo Pinto (2006), supermercados são áreas de armazenamento dinâmico estrategicamente localizadas para fazer o abastecimento rápido de materiais às áreas fabris que operam num ambiente JIT. Um supermercado é o local onde se encontram as embalagens dos produtos, sendo que cada corredor e cada estante neste espaço têm uma identificação própria, de modo a facilitar o *picking* ao operador logístico. Segundo Coimbra (2013), um supermercado deve respeitar os seguintes requisitos:

- Localização fixa para cada artigo. De outro modo, o operador confunde-se e dedica tempo a procurar estantes, o que não traz qualquer valor acrescentado ao processo
- *Picking* fácil. Respeito dos limites ergonómicos do operador de *picking* e da altura das estantes;
- Dimensionado de modo a permitir o manuseamento fácil, quer de caixas quer de contentores e paletes;
- Respeito pela sequência FIFO.

2.2.3 Mizusumashi

O *mizusumashi* ou comboio logístico interno é um meio de transporte de componentes desde o supermercado até ao bordo de linha, no qual os vagões ou carruagens estão atreladas ao rebocador, dedicado a fazer o abastecimento dos fluxos internos. Segundo os autores Moura e Botter (2002), o comboio logístico abastece, ponto a ponto, de acordo com as necessidades, e o transporte é feito mediante rotinas. Segundo Pinto (2009), as funções do comboio logístico prendem-se com:

- A satisfação dos pedidos de recolha, seja por lista de *pickings* ou *kanban*;
- Recolher as caixas/contentores vazios existentes na área de trabalho;
- Reunir os componentes necessários em armazém, recolher os produtos acabados e intermédios do bordo de linha;
- Voltar e repor componentes do bordo de linha.

O sistema de comboio logístico tem vindo ser aplicado na indústria automóvel, em detrimento do uso de empilhadores e porta paletes com frequência de abastecimento elevada e suscetível

a variações. As diferenças entre ambos os métodos de abastecimento encontram-se visíveis na figura 6:

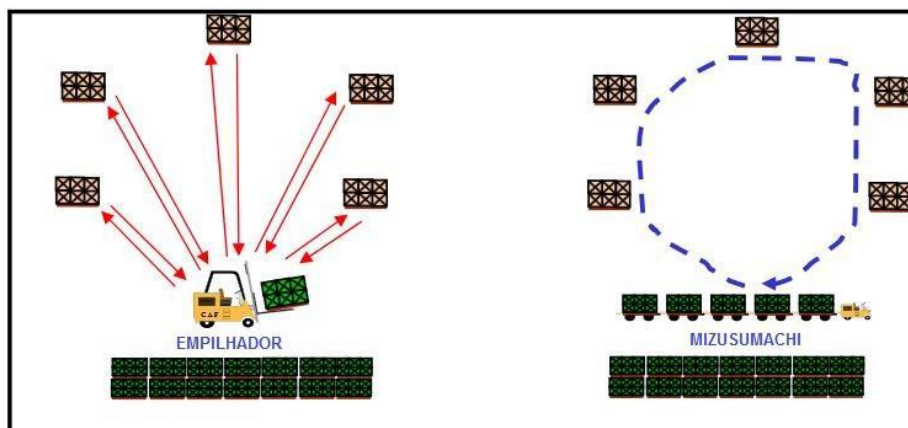


Figura 6- Abastecimento com Empilhadores VS Mizusumashi (adaptado de Coimbra, 2009)

Já Coimbra (2009) utiliza uma analogia bastante interessante, em que se refere ao sistema de empilhador como sendo um táxi que é chamado quando existem necessidades de transporte. Isto obriga, portanto, a que os empilhadores tenham imensas variações na carga de trabalho, por não existirem rotas e frequências, devidamente pré estabelecidas. O Mizusumashi, contudo, funciona com uma rota e frequências pré definidas, tal como um shuttle de um aeroporto ou um metropolitano urbano. Segundo Coimbra (2009), para a definição correta do circuito de um mizusumashi deve-se ter em conta os seguintes pontos:

- Desenho da Rota;
- Tempo de Ciclo da Rota;
- Tarefas ao longo da Rota;
- Tempos de cada Tarefa.

2.2.4 iFA

iFA é uma metodologia Renault de análise dos fluxos de abastecimento e automatização dos mesmos, permitindo a melhoria do desempenho e redução de custos. É através desta metodologia, e por envolvimento de todos os elementos da fábrica, que se chega a soluções e melhorias de modo a almejar a condição objetivo definida anualmente em cada fábrica do grupo. Um projeto iFA é um projeto:

- Integrado à escala de toda a fábrica, tanto ao nível dos departamentos e das suas pessoas como ao nível dos processos e fluxos;
- Kaizen, que parte da otimização do posto de trabalho e termina na otimização dos fluxos de abastecimento, convergindo a melhoria para um plano diretor coerente (plano “want to be” da fábrica);
- Que se baseia na redução e eliminação de desperdícios, quer do posto de montagem quer do operador logístico;
- De automatização de fluxos, através de ferramentas de *low-cost-automation*, como é o caso de *robots agv*.

Um dos pontos fortes desta metodologia prende-se com a preparação de um *kit*. Um *kit* é um conjunto de peças em palete, estantes móveis ou outros elementos que reagrupem peças e que

permite que o operador de montagem tenha a seu lado todas as peças que necessita (figura 7), ao invés de tê-las dispersas pelo posto ou até mesmo fora dele, obrigando a deslocamentos que não trazem qualquer valor acrescentado.

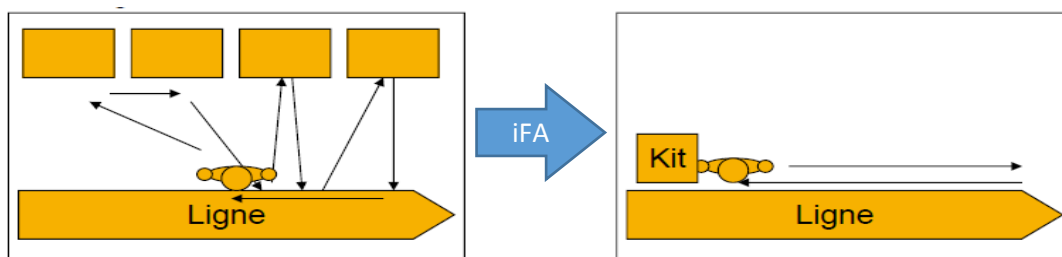


Figura 7- A influência do Kit após aplicação de métodos iFA (adaptado de Formation iFa Renault, 2014)

Estes kits ou preparações permitem diversos ganhos, principalmente ao nível:

- Da melhoria do DSTR, visto que os operadores têm próximos de si os elementos que necessitam, os seus movimentos ao longo do bordo de linha são minimizados e o operador está dedicado ao que traz valor acrescentado ao produto, isto é, apenas ao posicionamento e fixação dos elementos de montagem;
 - Produtividade logística, reagrupando zonas de preparações e armazéns e definindo fluxos mais simples;
 - Qualidade: O risco de erro na escolha de peças com variedade é transferido para operador das preparações; o operador da montagem limita-se a posicionar e colocar a peça que vem no kit. Ergonomia: O operador de montagem tem todos os seus elementos dispostos à altura e largura convenientes, sendo que as peças em kit estão dispostas de modo a facilitar a montagem;
 - Compactação da linha: Com o aprovisionamento via kit o número de peças no bordo de linha é inferior, o que possibilita a diminuição do tamanho da linha;
 - Condições de trabalho: O bordo de linha passa a não ter excesso de peças, o que implica mais espaço entre operadores e menos isolamento dos mesmos;
- Segurança: O abastecimento automático destas preparações, em detrimento de empilhadores ou charlates (carros) reduz os riscos de acidentes de trabalho.

Na aplicação das metodologias iFA existem, no entanto, alguns princípios que devem ser verificados, para que a melhoria do fluxo de abastecimento seja eficiente:

1. As peças têm que estar 100% visíveis pelos operadores de linha;
2. Os fluxos secundários (fluxos dentro do bordo de linha) devem ser simplificados e, de preferência, automatizados;
3. As zonas de *kitting/picking*/preparações devem ser massificadas;
4. Os cruzamentos de fluxos devem ser evitados;
5. As distâncias de aprovisionamento de fluxos primários (fluxos entre bordo de linha e o exterior) devem ser minimizadas;
6. Os meios de melhor performance para os fluxos primários devem ser usados;
7. As soluções logísticas mais eficientes devem ser implementadas;
8. Os fluxos de pequenas embalagens devem ser reagrupados numa só zona;
9. As zonas da periferia de cada atelier devem ser utilizadas para a descarga dos elementos dos fluxos primários;
10. A gestão de embalagens vazias deve ser organizada.

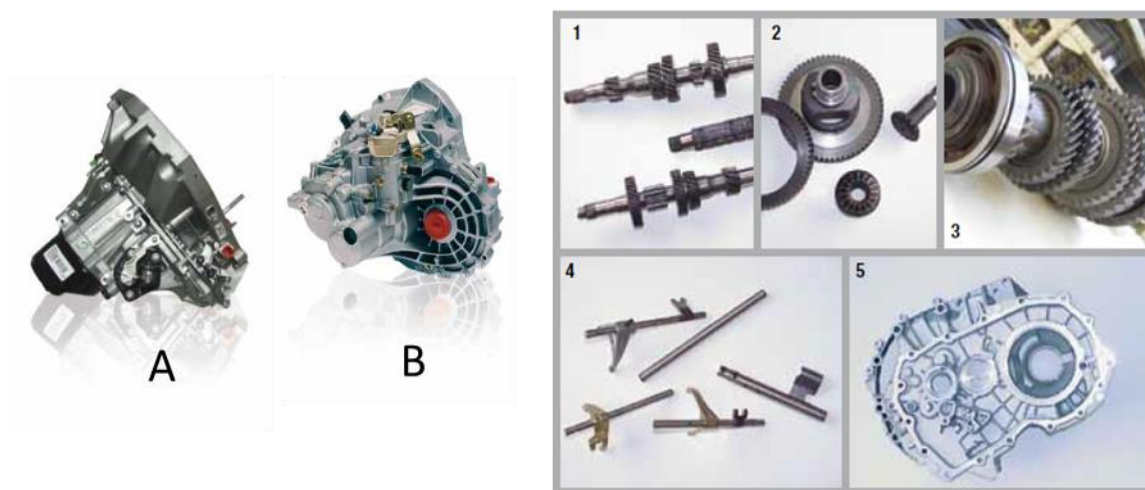
3 Descrição do Estado Inicial

3.1 A Fabricação de Caixas de Velocidade

No que se refere à produção de caixas de velocidade, a Renault CACIA produz 2 tipos de caixas:

A caixa JR, fabricada desde 2002, é uma caixa de 5 velocidades de motorização baixa, que é incluída em alguns dos modelos Scénic, Megane, Kangoo, Cubistar, Clio, Logan e Modlus das marcas Renault e Dacia. O binário desta caixa é de 200Nm e funciona com 2,5 litros de óleo.

A caixa ND, fabricada desde 2001, é uma caixa de 6 velocidades que equipa veículos de forte motorização, como é o caso do Mégane, com motor 1.9 e 2.0 RS. A sua particularidade mais relevante é a de possuir uma caixa diferencial esférica e uma marcha atrás sincronizada, funcionando com um binário de 300 Nm e 1,8 litros de óleo. Ambas as caixas de velocidade e os componentes constituintes das mesmas estão visíveis na figura 8:



A-Caixa JR B-Caixa ND 1-árvores 2-caixa diferencial 3-carretos/pinhões 4-eixos 5-cárter

Figura 8- Tipos de caixa de velocidades e respectivos componentes

No que se refere ao processo de fabricação, a figura 9 descreve os principais passos desde a entrega da peça em bruto até à entrega ao cliente.

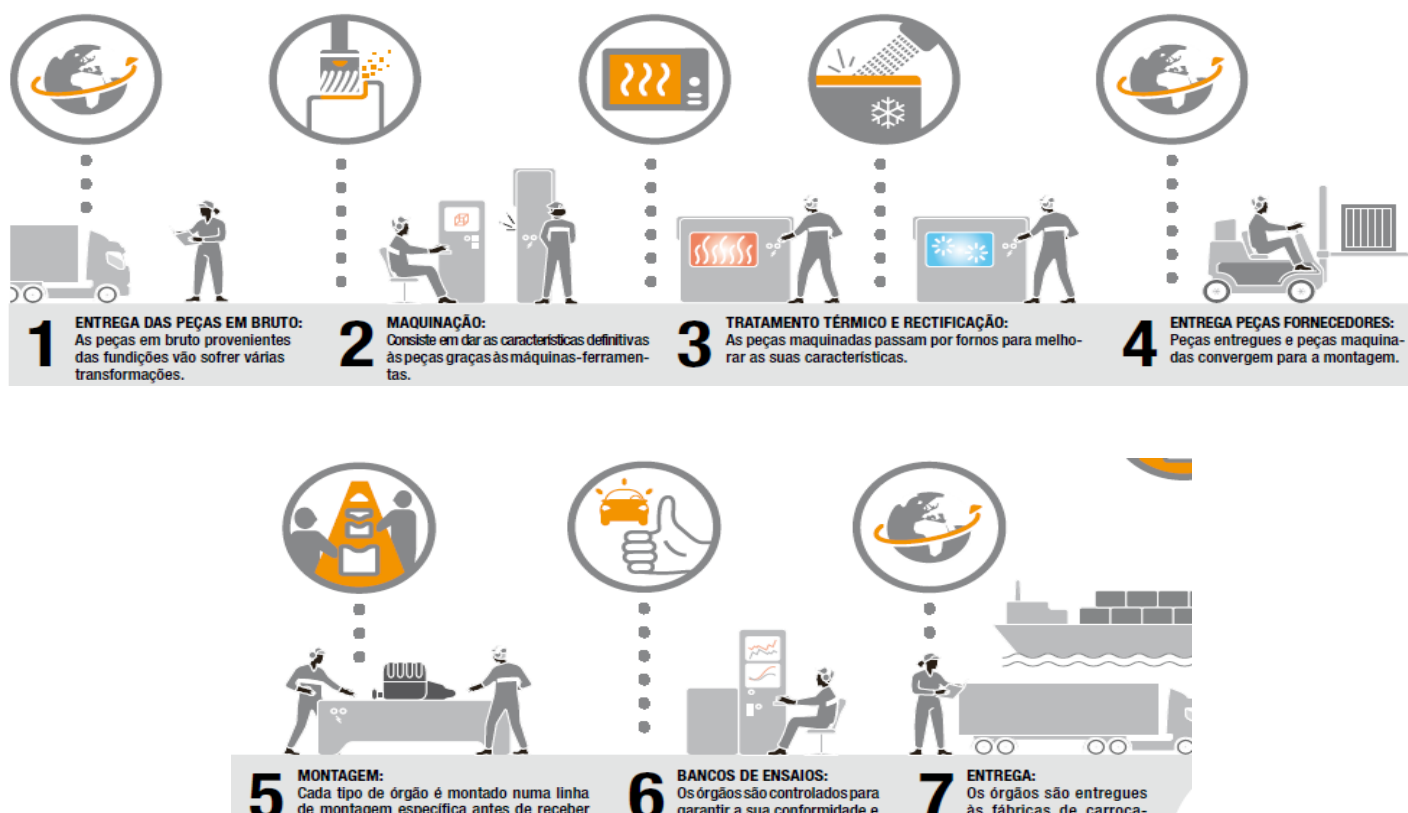


Figura 9- O processo de fabricação de caixas de velocidade (Brochura Institucional Renault CACIA, 2014)

No caso particular das caixas de velocidades convém descrever algumas das particularidades destes processos, de modo a compreender melhor a dinâmica fabril.

Na maquinação, as peças provenientes da forja e fundição sofrem operações mecânicas como o torneamento, fresagem, talhagem, rebarbagem, chanfrenagem e soldadura, de modo a dar a forma geométrica imposta, garantindo as exigências de qualidade, custo e prazo. Cada etapa é controlada pelo apoio de meios numéricos e cada linha de maquinação encontra-se fortemente automatizada.

Nos tratamentos térmicos, as peças sofrem ciclos de aquecimento e arrefecimento que permitem a realização de transformações estruturais, com influência ao nível da dureza, limite de elasticidade, fadiga em flexão e torção, resistência à abrasão, choques e rutura. Uma das técnicas mais utilizadas neste processo é o tratamento de carbonituração, que tem como objetivo o enriquecimento em carbono e azoto da camada superficial da peça. Depois disto, a peça é temperada de modo a obter a dureza pretendida. Ainda associado aos tratamentos térmicos, temos o processo de fosfatação, que permite às peças, em contacto com uma solução de ácido fosfórico, receberem uma camada fina de fosfatos, no sentido de melhorar a sua resistência à corrosão e aumentar a aderência de pinturas.

Na retificação, imediatamente posterior aos tratamentos térmicos, são removidas as estrias e os defeitos geométricos das peças. No caso particular da retificação do dentado dos pinhões, este processo tem em especial atenção as condições de vibração e ruído no funcionamento da peça.

Na montagem das caixas de velocidades, os pinhões são empilhados nas árvores, o conjunto do mecanismo é colocado no cárter de embraiagem e o cárter do mecanismo é aparafusado neste conjunto.

No banco de ensaios, as combinações dos vários engrenamentos dos pinhões e estanqueidade são verificadas. Nos bancos de ensaio de 2ª geração garante-se a conformidade dos carretos e a prestação acústica (sirenes) das caixas de velocidade, por meio de 3 ciclos de ensaios (controlo do processo, força de passagem e medição vibratória). A inclusão de dupla motorização permite simular acelerações e desacelerações do veículo, medição dos valores de esforço de passagem e vibração acústica.

Para uma compreensão e visualização global dos componentes de uma caixa de velocidades, colocou-se em anexo A uma imagem de uma caixa JR, da referência mais produzida na CACIA.

Em termos do departamento de fabricação, a Renault CACIA encontra-se dividida da seguinte maneira (figura 10):

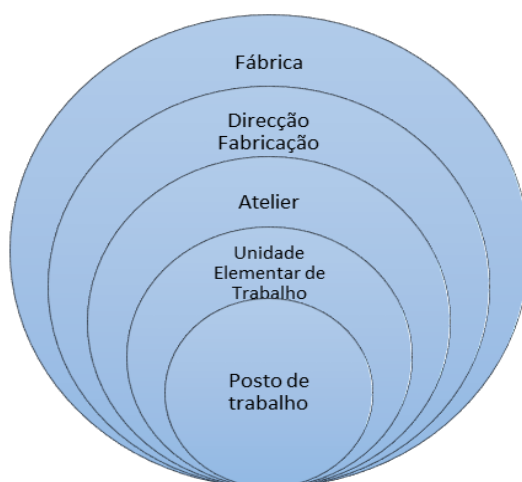


Figura 10- Níveis de organização no Departamento de Fabricação

- Ateliers

Cada atelier é responsável pela produção de várias componentes, de características ou funcionalidades idênticas. Na Renault CACIA os ateliers estão divididos do seguinte modo e com a seguinte numeração associada:

1. Atelier Peça Branca, onde se produzem Pinhões, Árvores e onde se faz soldadura de alguns pinhões; Atelier Peça Negra, onde se faz a retificação, granalhagem, tratamentos térmicos e se maquinam as coroas para as caixas diferenciais;
 2. Atelier Cárteres de mecanismo e embraiagem, eixos de forquilha e eixos de marcha atrás, bem como caixas diferenciais;
 3. Atelier das bombas de óleo, cárter intermédio, cárter distribuição, apoio da cambota e tampa, culassa;
 4. Atelier coletores, *Cone Crabot*, árvores de equilibragem, tambores, rampa e eixos balanceiros;
 5. Atelier de montagem de caixas de velocidade.
- A Unidade elementar de trabalho (UET) configura-se numa unidade composta por um grupo de colaboradores, responsável por uma ou várias linhas de maquinaria ou montagem, dedicadas a um determinado componente. Atualmente, existem 47 UET's Fabricação, 20 UET's suporte e 22 UET's de funções terciárias.
 - As Células técnicas são estruturas que servem de suporte e apoio às UET's, ao nível de Produto/Processo, da Qualidade, da Manutenção e Engenharia. Cada Atelier tem a sua célula técnica.

- Posto de Trabalho é a unidade mais elementar de trabalho na fábrica e onde se realizam determinadas operações de transformação e montagem de componentes.

3.2 O Atelier 5

Atualmente, a Renault CACIA dispõe, no seu AT5, duas linhas de montagem de caixas de velocidade. Na linha 3 (parte superior da figura 12) montam-se unicamente caixas de referência JR, contudo, na linha 2, montam-se tanto referências ND como JR, daí uma complexidade acrescida no *layout* da linha e nos processos de troca de *rafale* (mudança de referência de caixa).

A linha 3 produz, por turno, cerca de 590 caixas de velocidade, enquanto que na linha 2 as possibilidades são de 530 caixas JR ou 500 ND, variando em ambas as linhas, consoante o pedido do cliente e a referência de caixa. Ambas as linhas dispõem ainda de 2 zonas de *picking* interno, onde é preparada uma pequena paleta, com árvores e pinhões (*gear-set*), os primeiros elementos a serem montados e devidamente emparelhados antes do fecho dos cárteres.

Depois da zona de *picking/kitting*, onde se efetua a preparação de uma pequena paleta (uma base metálica com moldes e suportes para colocação de componentes, assente num tapete automático) com árvores (veios) e pinhões, os componentes são montados e empilhados. Uma diferença entre as 2 linhas é o modo como segue esta paleta logo após a zona de *picking*: na L3 segue diretamente em tapete automático, na L2 existe um agv que transporta estas paletas desde a zona de *picking* até à operação de montagem inicial (OP150). Depois, seguem numa paleta maior (uma base semelhante à preparada na zona de *picking*) onde assenta o cárter da embraiagem, e onde se acoplarão todos os restantes elementos da caixa. Para que tal aconteça, existe na linha um equipamento de acionamento electropneumático, chamado de “bailarina”, e que possibilita a passagem das árvores e pinhões empilhados para o cárter da embraiagem (figura 11):



Figura 11- Diferentes zonas e componentes das linhas de montagem do AT5

1- Zona de picking/kitting 2-paleta componentes árvores+pinhões 3-paleta cárter embraiagem 4-“bailarina”

Posteriormente a isso, existe um circuito fechado, também de tapete automático, onde entra o cárter do mecanismo na OP 300, e donde é retirado da paleta desse circuito na OP 445.

Quando o operador roda para pegar no cárter, já com alguns elementos entretanto montados, junta-o à linha principal, onde se encontra a paleta do cárter de embraiagem.

As duas linhas têm ainda a particularidade de integrarem bancos de ensaio (antes dos postos 620, em ambas as linhas, tendo a linha 3 apenas 1 banco de ensaios e a linha 2 possui 2), sendo testadas variadas características mecânicas, antes da montagem dos componentes finais e colocação das caixas numa paleta de produto acabado.

Existe ainda, associada às linhas de montagem, uma zona de montagem de baladeres, componentes que permitem a passagem das várias mudanças de velocidade numa caixa e são montados nas árvores das CV. A implantação actual do atelier 5 é visível na figura 12:

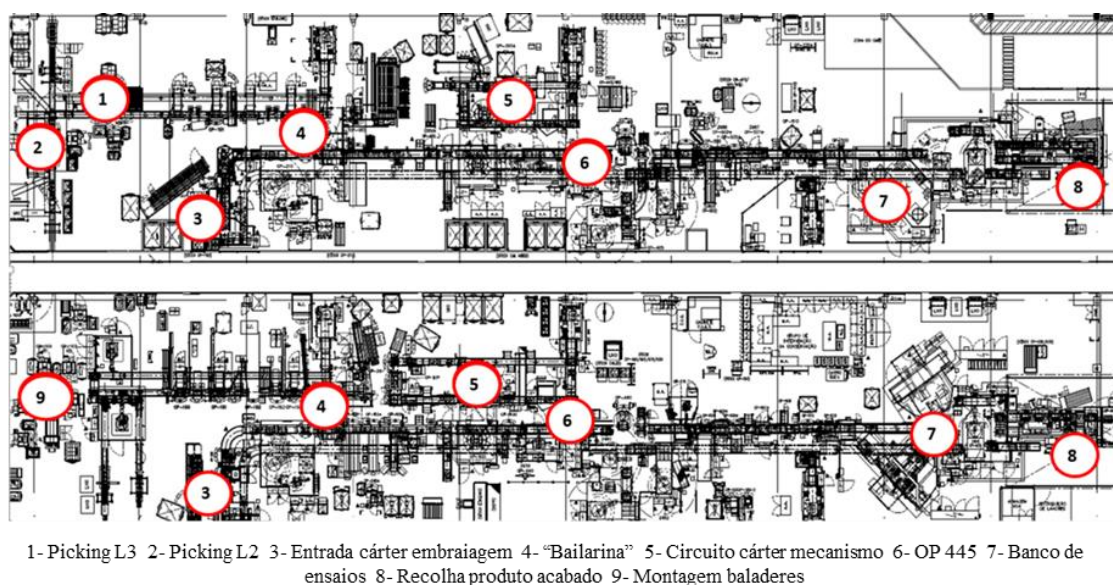


Figura 12- Implantação do AT5

Cada posto tem associado a si uma folha de operação *standard* (dedicada à operação de montagem) e de outros procedimentos, como manutenção autónoma, folha de registo de falhas/anomalias, limpeza, fichas de análise ou registos de produção.

De modo a controlar a qualidade do produto, posto a posto, e para a verificação de não conformidades, a linha dispõe de vários mecanismos, tais como:

- *Poka Yoke*- controlo de qualidade via *poka yoke* alerta (o defeito é assinalado mas o produto segue na linha, sendo mais tarde retificado) e *poka yoke* de controlo ou interdição, que garantem a qualidade para o cliente final já que no caso de deteção de erro a linha é obrigada a parar até que o produto vá para retificação ou que a não conformidade seja devidamente corrigida);
- Sensor de Passagens de Mão- o operador quando monta um determinado componente na paleta tem sempre junto à zona de colhida da peça um sistema de deteção automática, que pisca intermitente para indicar que o operador deve montar o componente e assegura que a paleta só avança se o operador tiver efetuado as devidas passagens de mão no sensor;
- Sinalização luminosa- em casos de elementos com variedade, o sistema de informação da montagem indica ao operador por meio de um sinal intermitente, alertando para a escolha do componente a utilizar, para a referência de caixa em curso de montagem.

Alguns destes mecanismos de controlo retardam as operações em cada posto, no entanto são imprescindíveis, pois nem todos os operadores dispõem da mesma experiência, e a exigência é máxima, ao nível de padrões de qualidade, levando portanto, a que prevenção e deteção de erros seja sempre cuidadosamente aplicada.

3.3 O diagrama *want-to-be condition* e as etapas do estudo do AT5

Na Renault CACIA, ano após ano são definidos novos objetivos a atingir, a partir do estado atual da fábrica, mediante a evolução de indicadores, por via de um diagrama chamado *Want-to-be-condition*. É nos objetivos da transição de 2015 para 2016 que este trabalho se apoiou e, ainda que este diagrama seja bastante extenso e complexo, optou-se por descrever quais os indicadores para o qual este trabalho teve contributo:

- Redução de 15% do valor de transformação da caixa JR. Este indicador contempla qual o custo de processamento de uma caixa JR desde que a peça chega, em bruto do fornecedor, até que é entregue ao cliente. Visto que um dos focos deste trabalho foi o aumento do valor acrescentado, o contributo para este indicador, é evidente na medida em que reduzindo o MUDA poupam-se custos evitáveis e portanto o valor de transformação diminui.
- Aumento de 2% no Rendimento Operacional da Montagem. Indicador referente principalmente à montagem de caixas de velocidades do Atelier 5 e à montagem de caixas diferenciais, está associado ao projeto *Lean* já que melhorando a ergonomia no posto, reduzindo o valor não acrescentado e redefinindo metodologias nos abastecimentos do Atelier 5, as linhas encontram-se menos sujeitas a paragens e os operadores melhoram significativamente o desempenho no processo de montagem, na medida em que apenas se dedicam ao que efetivamente traz valor para o produto.
- Cobertura a 100% da análise diagnóstico. Este indicador está associado à aplicação de várias metodologias de recolha e análise de dados de modo a diagnosticar o estado atual de cada sector. Um dos objectivos deste projeto foi precisamente o de observar todas as operações executadas no Atelier 5 e analisar os dados recolhidos para, posteriormente, ver quais os focos onde existem oportunidades de melhoria.

De modo a cumprir estes objetivos propostos pelos organizadores SPR e pela direção de fabricação, desenvolveu-se um processo de diagnóstico do estado atual que partiu dos postos da linha de montagem e terminou no armazém dedicado ao Atelier 5. Estes diagnósticos serviram de base para a posterior tomada de decisões e eventuais redefinições e a sequência de execução dos mesmos encontra-se na figura 13.

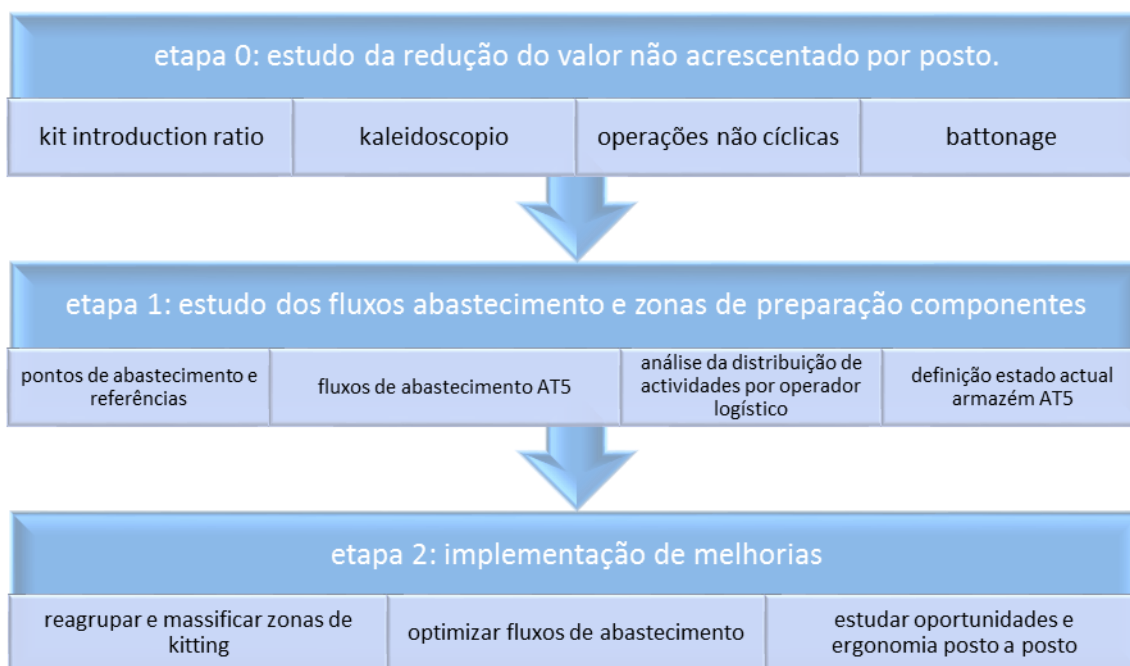


Figura 13- Etapas do estudo do AT5

3.4 Diagnósticos dos Postos de Montagem

Numa primeira fase foram estudados os postos na linha, através das folhas de operação *standard*, de modo a compreender as operações executadas e se haveria forma de eliminar ou melhorar alguns dos passos de cada processo. Para uma melhor compreensão dos processos na linha foi desenvolvido um desenho simplificado da linha (designado também por *kit introduction ratio*), na qual são visíveis as ilhas de montagem e os espaços ao longo da linha (onde cada quadrado tem como elemento aproximado de medida a paleta onde assenta o carácter da embraiagem) (anexo B).

As ilhas de montagem são zonas ocupadas por um ou mais trabalhadores, onde a circulação se faz sem obstruções. Juntamente com este processo inicial de aprendizagem do funcionamento das linhas de montagem do Atelier 5, foram sendo definidas as áreas de valor acrescentado e as de valor não acrescentado para os processos de montagem.

3.4.1 Kaleidoscópio e Operações não Cíclicas

O primeiro diagnóstico realizado nos postos de montagem é designado no universo Renault CACIA como *Kaleidoscopio*, foi baseado em KPI's, que têm por base os quatro princípios Renault de economia de esforço: redução da quantidade de movimentos; execução dos movimentos ao mesmo tempo; redução de distâncias e facilidade de movimentos.

O Kaleidoscópio foi proposto de modo a analisar possibilidades de redução de esforço e melhoria de posturas, ajustando cargas de trabalho, reduzindo distâncias e eventualmente modificando e redistribuindo a alocação de tarefas.

Segundo Dul e Weerdmeester (2001), a Ergonomia pretende adaptar o posto de trabalho ao colaborador de forma a melhorar a sua segurança, saúde, conforto e desempenho. Uma melhoria a este nível engloba a modificação de posturas, a redução de esforços (conseguida pelo ajuste de carga de trabalho, redução de distâncias, e modificação de alocação de tarefas), a redução das variações do tempo de ciclo de cada operação bem como a diminuição de complexidade nos movimentos.

Foram, para esse efeito, usados alguns princípios de movimentos a verificar e o seu elemento de medida. Associado a esse princípio foram ainda contemplados os tempos de perda, pelo não respeito destes princípios. Estes tempos encontram-se devidamente definidos e normalizados pelos organizadores industriais do departamento SPR numa base de dados de métodos e tempos. A verificação destes princípios (definidos na tabela 1) foi feita peça a peça em cada posto e os dados foram sendo registados em folhas como as que se encontram no anexo C.

Tabela 1- Princípios a verificar no *Kaleidoscopio* e perda temporal associada

Princípios	Elementos a verificar (assinalar 1 no caso de não se verificar princípio)	Perda temporal (cmin) por não verificação do princípio
Visibilidade de todas as peças	Todas as peças estão visíveis	-
Seleção de peças	Existe sinalização quanto a diversidade de peças	0,60
Não contar, não devolver	Quantidade de peças justa. Não é necessário contar nem devolver.	0,48
Deslocamentos	Pegar e montar em 1 passo	2,04
Não se agachar ou elevar planta dos pés	As peças estão entre 70 e 160 cm (altura)	2,10
Esticar braço	Não esticar braço	0,96
Troca de mão	Não trocar peças de mão	0,72
Ajustar peça à posição montagem	As peças estão na posição de montagem	0,48
Elevar peça na colhida	Posso pegar sem elevar mais de 5cm	0,12
Manipulação da peça na colhida	Posso pegar sem manipular	1,02
Deixada temporal (peça não é montada, segue na paleta)	Não realizar deixadas temporais	2,04
Rotação do operador	Rotação do operador <90°	1,20
Deixada temporal (no posto de montagem)	Não realizar deixadas temporais no posto de montagem	4,98
Prevenir os danos	As peças não interferem entre elas (não existe risco de choque entre elas)	-

Este diagnóstico foi executado para cada posto das linhas de montagem e também para a zona de picking dentro das linhas foram analisadas as atividades de preparação de componentes com princípios semelhantes aos anteriores. A sua utilidade é fulcral na medida em que permitiu ver em cada posto quais as peças que estão a ser montadas de maneira menos eficiente, obrigando a posturas ergonómicas deficientes e movimentos desnecessários.

Centrado na redução dos tempos de execução de cada atividade e da variabilidade das mesmas, foram ainda analisadas as operações não cíclicas ao longo das linhas de montagem. Estas operações são normalmente manipulações, como tirar plásticos de embalagens, colocar caixas em estantes de retorno para a logística ou gestão de resíduos desnecessários no posto;

sendo, portanto, fonte de valor não acrescentado e muitas delas propiciam perdas temporais acentuadas. O ciclo destas operações não coincide com o ciclo da montagem já que, por exemplo, só a cada 16 caixas que monta o operador faz o retorno de uma embalagem de eixos de forquilha, uma das várias operações não cíclicas analisada.

Na síntese global descrita no anexo C fez-se, para cada linha e para cada posto de montagem, uma listagem de várias características verificadas, após o tratamento dos anteriores diagnósticos:

- Perda temporal na montagem: tendo em conta os valores de perda temporal definidos pelo kaleidoscópio, somou-se para cada posto todos os valores relativos a estas perdas;
- Média de percentagem de rendimento de peças por posto: a percentagem de rendimento na montagem de cada peça é calculada com base no rácio verificado entre as perdas que efetivamente se verificam e todas as perdas possíveis contabilizáveis pelos KPI's definidos. Por exemplo, se o operador apenas roda para a colhida de uma dada peça, o rendimento na montagem da peça será dado pela equação 1:

Equação 1- Rendimento por peça em caso de movimento rotação na colhida

$$\text{rendimento peça} = 1 - \frac{\text{perdas temporais associadas à rotação do operador}}{\text{somatório perdas temporais kaleidoscópio}}$$

Uma peça com rendimento máximo é aquela em que o operador apenas executa um movimento retilíneo e curto para montagem da peça, sem nenhum dos movimentos antes descritos pelo kaleidoscópio. Depois de se efetuar este cálculo para cada peça, optou-se por fazer um valor médio destes valores para cada posto, de modo a possibilitar ver de uma maneira genérica quais os postos onde a montagem é feita com mais movimentos de valor não acrescentado e quais os postos em que as peças estão dispostas de maneira pouco adaptada ao operador. Destes valores pode-se por exemplo retirar a informação de quais os postos com mais oportunidades de melhoria.

- Operações não cíclicas: contabilização das não cíclicas totais, considerando a produção da L3 por turno de 590 Cve da linha 2 cerca de 530 caixas JR ou 500ND.

Depois de efetuada esta análise retiraram-se algumas conclusões:

- Existe uma forte necessidade de diminuir as operações não cíclicas na zona de picking interno às linhas e na preparação de baladeres. Em particular no picking da L2, existem manipulações quase cíclicas como tirar plásticos e retornar embalagens vazias que não trazem qualquer valor ao produto e podem, eventualmente, ser eliminadas negociando com o fornecedor o tamanho das embalagens e as condições do embalamento (eliminação de plásticos e papel).
- As zonas de picking têm perdas temporais acentuadas, principalmente associadas a deslocamentos para colhida das peças. No entanto torna-se difícil reduzir estes deslocamentos já que a zona encontra-se extremamente compactada.
- A generalidade dos postos tem % média VA elevada, não havendo portanto nenhum posto com grande desperdício de movimentos. Ainda assim existem oportunidades consideráveis principalmente em postos onde o operador é obrigado a rodar (OP 435 por exemplo).

3.4.2 *Battonage*

No âmbito de se saber como estaria a alocação do tempo dos operadores por atividade, procedeu-se a uma análise amostral dos rácios das várias atividades que o operador executa. Nesta análise definiram-se como perímetro de estudo todos os postos de trabalho na linha 2 e 3 e estabeleceram-se diversas categorias de atividade. Nota para alguns pontos chave desta análise:

- Em caso de anomalia pontual deve-se aguardar ou trocar a observação para postos em condições normais de funcionamento.
- Especial atenção a tarefas que não dizem respeito ao operador e a tarefas que são realizadas a velocidade pouco habitual. Pinto (2006) refere-se a estas variações percebidas no processo e que geram dificuldade no controlo visual como um desperdício *MURA*.
- Apenas se considerou atividade de valor acrescentado quando o operador se encontra na sua *strike zone* (janela ergonómica frontal e lateral), dedicado à montagem de um determinado componente (pegar peça e montar ou aperto de parafusos).

Depois desta fase primordial, procedeu-se ao registo de cerca de 30 observações por posto (com 10 colaboradores a realizar esta observação, e 300 observações no total) e assinalando o que se via a cada momento na folha de registos desta análise. A síntese desta observação encontra-se na figura 14:

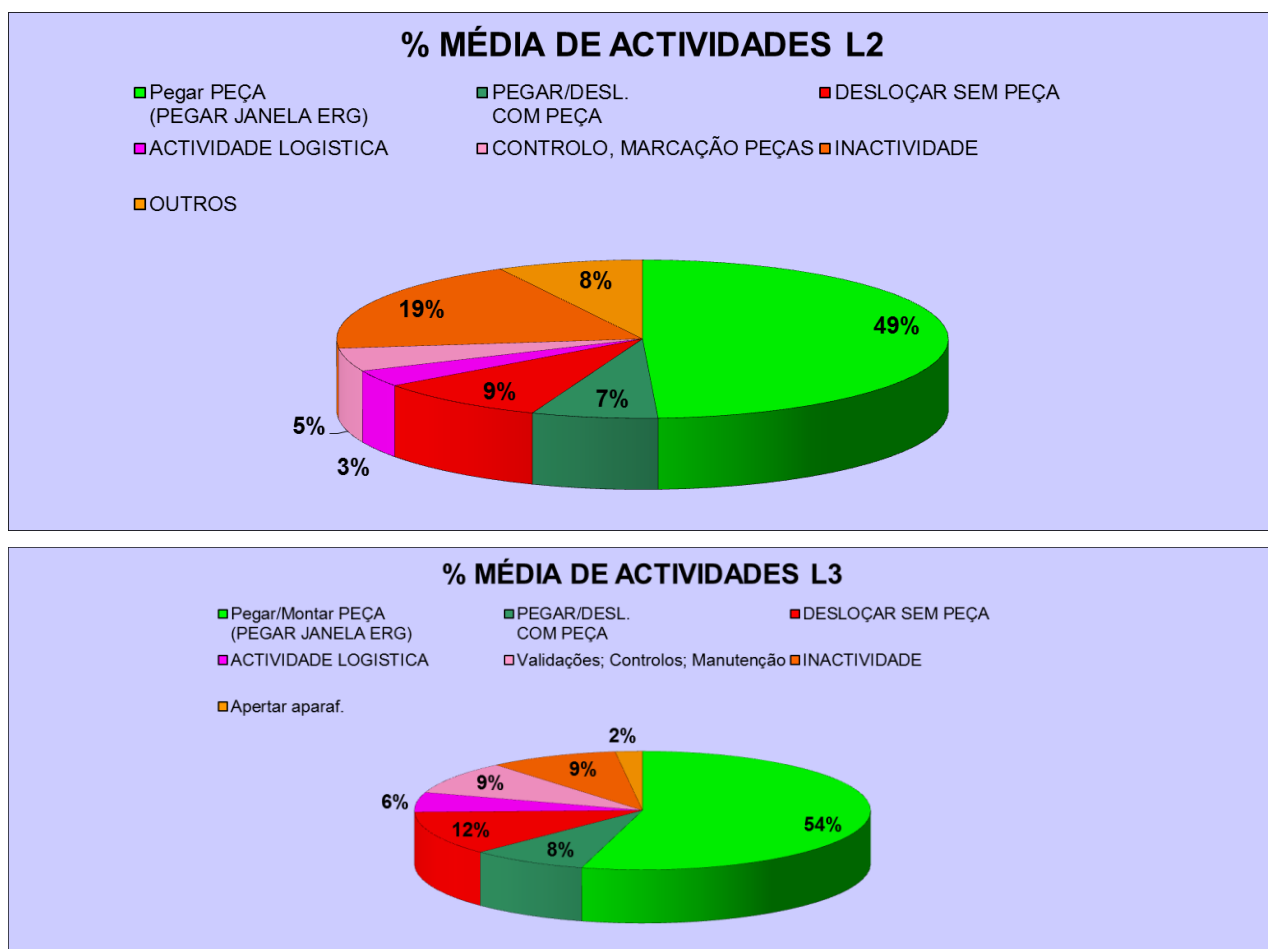


Figura 14- Resultados da *Battonage* para cada linha de montagem

. Procedeu-se no fim à análise das tabelas dos mesmos (anexo D). Desta análise é especialmente útil identificar quais os postos com muita inatividade, de modo a balancear de

modo mais equilibrado a distribuição de tarefas (remetendo por exemplo uma determinada tarefa para o posto anterior ou seguinte) e, por outro lado, identificar quais os postos de pouca inatividade, para analisar de que modo se pode poupar os movimentos dos operadores.

Em ambas as linhas procurou-se fazer esta análise, posto a posto. Juntamente com o *kaleidoscopio* e os dados desta observação obtém-se, por um lado, quais as percentagens de valor acrescentado em cada tipo de observação, por outro a análise de ambas as ferramentas permite saber de que modo se encontra distribuído o valor não acrescentado (na montagem esse valor é dado pelas perdas temporais do *kaleidoscopio*, nas restantes atividades esse valor advém da *battonage*). A análise conjunta de ambas as ferramentas é importante, pois, por exemplo, as operações não cíclicas são habitualmente operações logísticas, e, se um posto obriga a muitas destas operações e nos dados da *battonage* quase não existe tempo de execução de operações logísticas, então há que rever as condições em que foi feita a observação ou questionar se efetivamente os dados da *battonage* traduzem a realidade.

Ainda que a capacidade das linhas de montagem esteja limitada pelo banco de ensaios (na linha 3) e pela prensa do cârter de embraiagem (linha 2), toda esta metodologia serve de contributo para que de futuro se saiba como e por onde melhorar.

3.5 Fluxos de abastecimento do Atelier 5

3.5.1 Os operadores logísticos e o processo de abastecimento

Após se realizar o estudo dos processos de montagem, a análise feita posteriormente centrou-se nos fluxos de abastecimento de ambas as linhas. No atelier 5 existem atualmente diversos pontos de abastecimento e 7 operadores logísticos que se dedicam ao abastecimento destes postos. Cada um destes operadores tem, à sua responsabilidade, componentes totalmente diferentes e as voltas de abastecimento que realizam têm, por isso, frequências e meios de deslocação distintos:

- Operadores *Kanban* (grandes embalagens, 1 operador por linha) - operadores que abastecem componentes volumosos e pesados, como é o caso dos cârteres de mecanismo e embraiagem, caixas diferenciais, tampas de 5ª. Além destes elementos definiu-se ainda que este operador abasteceria parafusos de costura (fecho da caixa) aos postos de fecho dos cârteres da caixa de velocidade e anéis de fricção;
- Operadores Voltas (pequenas embalagens, 1 operador por linha) - operador que abastece as restantes embalagens da linha, de cartão ou plástico, e que não excedam os 15 kg. Este operador encontra-se ainda responsável por trazer da escuta (última zona do processo de maquinação de árvores e pinhões) para a zona de *picking* interno às linhas todos os elementos necessários do *Gear-Set* (no caso da linha 3). Este operador tem normalmente duas funções distintas: voltas de abastecimento a cada linha e abastecimento das zonas de *picking* interno. As voltas de abastecimento são realizadas de 2 em 2 horas, realizando-se ainda uma volta designada por volta de 8 horas, a meio do turno. As voltas de abastecimento são feitas de 2/2 horas pelo facto de na linha todos os elementos terem autonomia de pelo menos 2 horas. Isto significa que seja pelo seu consumo ou pela dotação dos componentes (capacidade máxima de armazenamento no posto), os operadores logísticos têm sempre 2 horas para realizar outras tarefas e vir novamente abastecer os postos. Os componentes da volta de 8 horas são elementos de maior autonomia, pois, geralmente, cada embalagem traz mais desses componentes ou o próprio posto permite armazenar muitas dessas embalagens. Uma das particularidades nas voltas de abastecimento deste operador prende-se com a sequência de como abastece a linha: inicialmente, realiza as chamadas *tournées* de

inventário, que lhe permitirão saber posteriormente quais as quantidades a abastecer em linha. Neste processo, o operador passa uma pistola de *zipagem* (figura 15) no código de barras de cada posto e indica qual a quantidade de caixas cheias duma determinada referência que se encontram nas estantes. Depois de fazer este processo, ao longo de toda a linha, o operador pede em armazém uma interrogação (consulta) de *destockagem*, um documento que lhe permite saber quais as referências e quantidades que terá de abastecer à linha. Esta quantidade é a diferença entre a dotação (capacidade máxima de armazenamento no posto) e a quantidade de caixas que já lá estão abastecidas.

Depois dessa interrogação de *stockagem*, o operador imprime um *kanban* de transporte, que lhe informa em que quantidades irá fazer o *picking* de cada embalagem em armazém e realiza as voltas de abastecimento;



Figura 15- Pistola de Zipagem e interrogação de destockagem

- Operador *Sofrastock*- operador que abastece, no início de cada turno, os tubos de cada posto (figura 16) que contêm os pequenos elementos (sejam eles de funcionalidade particular ou elementos de ligação) utilizados na montagem;



Figura 16- Tubos de abastecimento na parte traseira de um posto de trabalho

- Operador Fim de linha- operador que recolhe da linha o produto final e o leva para armazém final. Abastece também os obturadores da última operação das linhas;
- Operador CPL- operador que abastece na linha 2 peças vindas do Japão para a caixa ND e realiza outras operações como o abastecimento das embalagens com elementos do Gear-Set ao Picking da Linha 2.

Exceto o operador CPL, que utiliza empilhador como meio de movimentação de cargas, os restantes operadores utilizam como meio de movimentação uma charlate com bases rolantes (base metálica com rodas para onde são carregadas as embalagens) a si atreladas (figura 17).

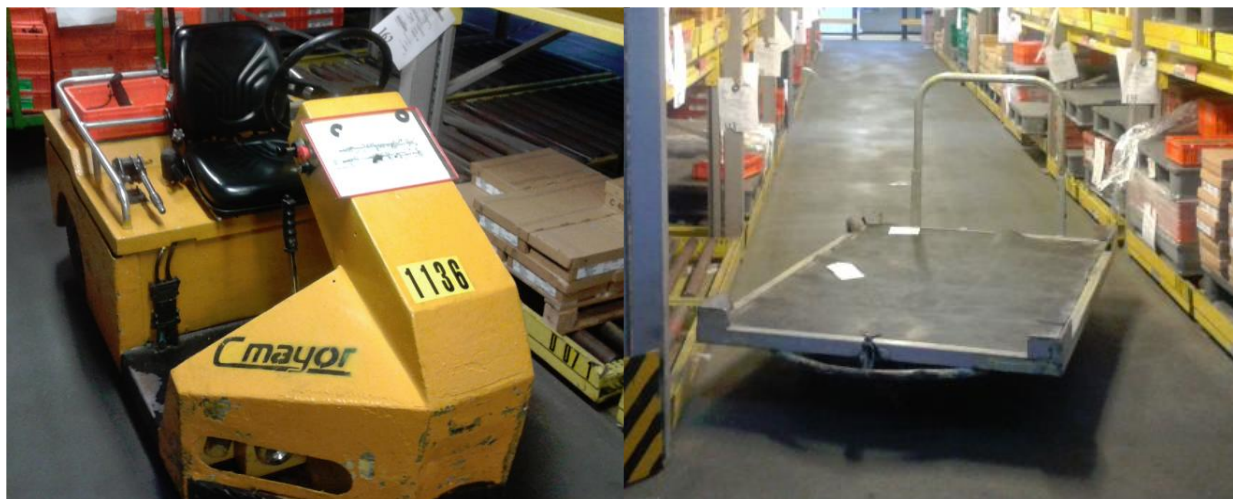


Figura 17- Charlatte e base rolante

Todos os abastecimentos se iniciam com um processo de picking em armazém. Este processo consiste muito sucintamente na recolha de material com o intuito de satisfazer a procura da produção. O Picking é feito com uma lista fixa (caso do operador Sofrastock) ou com um kanban de transporte, como é o caso dos operadores responsáveis pelas Pequenas Embalagens. Depois disso, o abastecimento é feito ao longo do bordo de linha em cada posto de trabalho e segundo uma rota *standard*. No momento em que estes abastecedores fazem o aprovisionamento às linhas, existem dois procedimentos distintos de recolha de unidades de armazenamento vazias:

- No caso dos operadores das voltas e *sofrastock*, os próprios colocam as embalagens vazias empilhadas nas bases rolantes sem ordem bem definida pelo facto de muitas das vezes a ocupação de espaço na base rolante ser baixa
- No caso dos operadores de grandes embalagens e CPL, como transportam grandes componentes e normalmente abastecem o posto não à embalagem mas sim com uma paleta inteira ou contentor (à UM), o retorno de embalagens vazias faz-se recolhendo a paleta e colocando na base rolante ou retirando o contentor vazio e podendo atrelar o mesmo à charlate ou fixando nos garfos do empilhador (caso operador CPL).

O abastecimento dos operadores é feito por comboio logístico (exceto o operador CPL que é solicitado quando se fazem determinadas referências de caixa na linha 2), o que permite a redução de custos de transporte, devido a consolidação de cargas, grande precisão na distribuição *just-in-time* e redução das distâncias totais de abastecimento. Segundo os autores Moura & Botter (2002), o sistema de comboio logístico de abastecimento de materiais na indústria automobilística é um passo para a implementação da filosofia de trabalho *just-in-time*. O uso deste sistema, ao invés do uso de empilhadores e porta paletes de frequência de abastecimento elevada e suscetível de falhas ou excessos de quantidade abastecida, já está

totalmente adaptado às linhas e um dos próximos passos propostos é a automatização do comboio logístico por via de *robots AGV* ou estudar outros modos de abastecimento (como é o caso da preparação de *kits* em palete, com todos os componentes necessários à montagem).

3.5.1.2 Levantamento de dados referentes aos fluxos de abastecimento

No seguimento do estudo logístico das linhas de montagem, analisaram-se todos os fluxos de abastecimento das mesmas, contemplando as quantidades de cada lote, as distâncias percorridas desde o armazém, a frequência das mesmas e o operador que a executa.

O tempo de ciclo de um comboio logístico é diretamente proporcional à quantidade de inventário transportado. Quanto menor for o inventário, menor é o ciclo e portanto maior é a frequência de abastecimento (Moura & Botter, 2002).

Baseado nesse mesmo princípio, o lote mínimo transportado foi calculado, verificando-se na base de dados atualizada quais os elementos em menor quantidade a serem transportados, em cada fluxo de abastecimento. Quanto ao número de vezes que o fluxo ocorre por turno, o cálculo foi feito baseado no elemento de menor autonomia na linha, o qual determina a frequência de abastecimento do fluxo (anexo E).

Esta recolha de dados foi realizada, devido à ocorrência habitual de paragens na linha de montagem, por falta de peças. Esta situação era frequente e os operadores logísticos eram, muitas vezes, sujeitos a cargas e métodos de trabalho pouco balanceados.

Este diagnóstico foi ainda útil para que se disponha de informação clara e atualizada acerca dos abastecimentos, o que pode permitir uma modificação na alocação de tarefas. Por exemplo se existem dois fluxos de frequência de abastecimento idêntica, realizados por operadores diferentes, dever-se-á pensar em integrar esses 2 fluxos em 1 só realizado, apenas por 1 operador.

3.5.1.3 Observação das actividades dos operadores logísticos

No âmbito da análise dos tempos que cada operador despendia em cada atividade, definiu-se uma ficha de registo com as possíveis atividades, e com o cronómetro foi-se registando durante dois turnos, a que atividades estavam dedicadas os operadores das pequenas embalagens. Esta análise foi realizada apenas para estes operadores, pois os operadores das grandes embalagens sofrerão grandes alterações ao modo como trabalham, devido ao facto do seu fluxo de abastecimento vir a ser automatizado brevemente. Relativamente aos operadores *sofrastock*, sabe-se que os mesmos gastam 1h a abastecer o Atelier 5 no turno da manhã (nos turnos da tarde cerca de meia hora), dedicando-se no tempo restante a tarefas em outros ateliers. Segundo Suzuki (2010), cerca de 95% do tempo que os operadores passam na fábrica não acrescenta valor mas acrescenta custos à empresa. Nestes 95% estão especialmente incluídos os tempos de transporte, inspeções, *stockagem* ou outros processamentos.

A finalidade desta observação vem no seguimento da *Battonage* anteriormente realizada, sendo que a diferença se prende com o uso de um cronómetro para os registos, ao invés de uma análise amostral (anexo F).

Desta observação ficou demonstrada a necessidade de eliminar as *tournées* de inventário (que ocupam cerca de 5,4 % do turno do operador), pois além desta atividade não trazer qualquer valor podem ser criados processos de abastecimento standard, consoante o consumo esperado do elemento num dado intervalo de tempo. Por exemplo, se *à priori* se sabe que são necessárias quatro embalagens de um dado componente a cada 2 horas (considerando condições de montagem sem paragens e a um rendimento operacional habitual), não existe qualquer necessidade de realizar uma *tournee* de inventário para constatar isto mesmo. Uma outra conclusão a retirar desta observação prende-se com o tempo exagerado do operador em

pausas ou inatividade, tempo esse que pode ser reconvertido em outros abastecimentos e tarefas logísticas.

3.6 O Armazém de componentes do Atelier 5

Atualmente a parte do armazém central do Atelier 5 encontra-se definida da seguinte maneira:

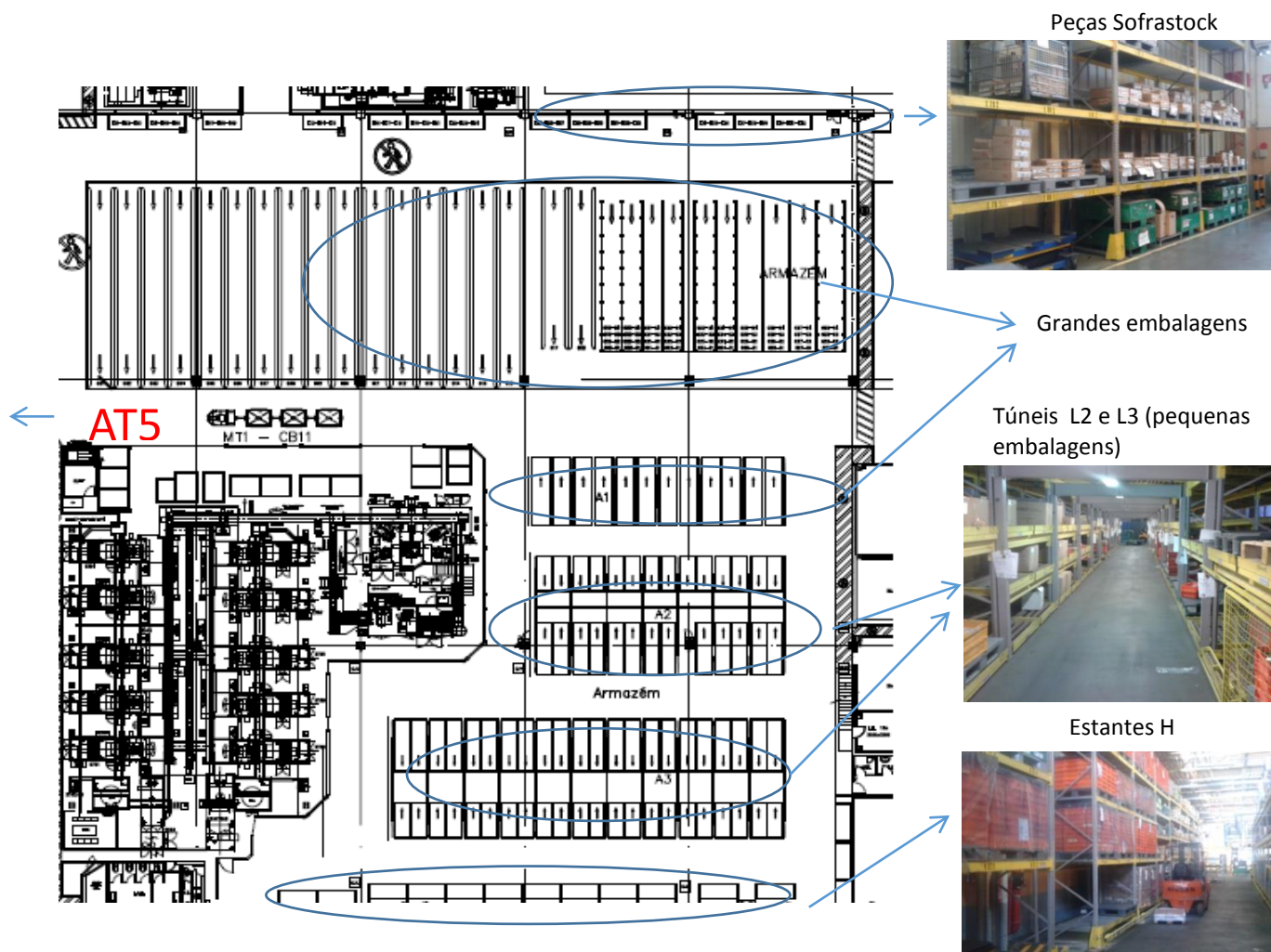


Figura 18- Implantação do Armazém AT5 antes das modificações do projecto LEAN

Todos os operadores fazem o *picking* de embalagens e paletes, e preparam as bases rolantes a abastecer nas linhas, exceto o operador CPL, que transporta as peças vindas do Japão. No entanto, a maioria dos componentes é abastecida à embalagem, pois o consumo de cada componente nas linhas não justifica um abastecimento à paleta inteira.

Nas estantes do armazém os operadores são obrigados a respeitar o *FIFO* e portanto utilizam sempre a paleta que se encontra na zona de *picking* sinalizada. A *stockagem* das paletes de componentes é feita por meio de um empilhador, que deixa a carga na parte traseira de cada estante, deixando-se depois que a mesma deslize ao longo dos rolos da estante. Uma particularidade no armazém encontra-se na zona dos túneis das Pequenas embalagens, onde o respeito do *FIFO* exige a manipulação das paletes em estantes de níveis superiores para níveis inferiores (figura 19).

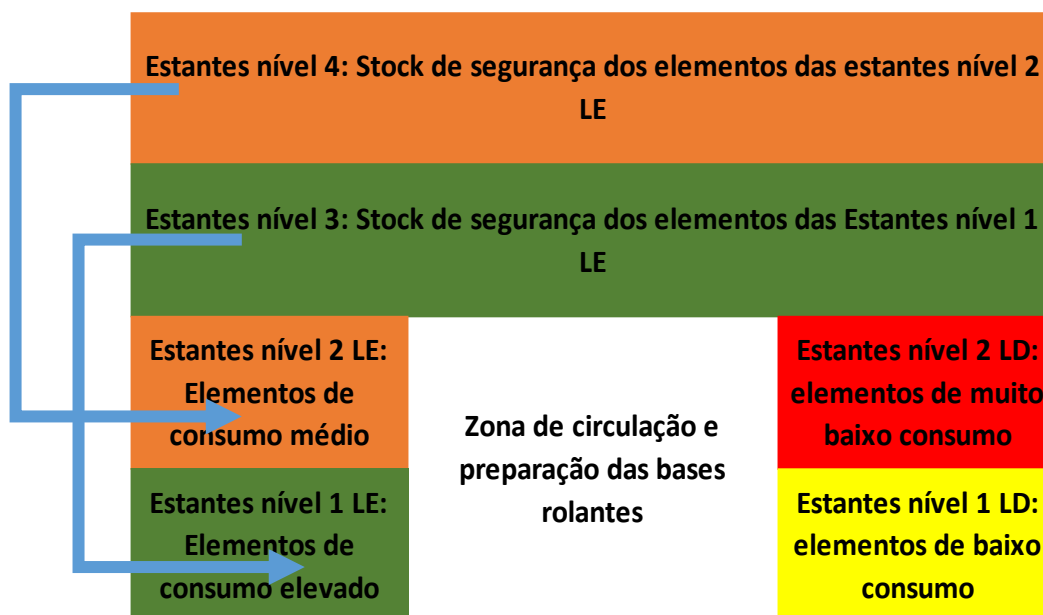


Figura 19- Mecanismo de cumprimento do FIFO nos túneis do armazém AT5

A distribuição das referências em armazém foi um dos focos de desenvolvimento do projeto, pelo facto de atualmente as mesmas não facilitarem a ordem de *picking* e a construção das bases rolantes, levando o operador a deslocar-se em demasia, o que poderá ser evitável com uma reordenação das referências nas estantes dos túneis. Chegou-se a esta conclusão depois de uma discussão de ideias com os operadores logísticos e após se observar cerca de 3 vezes o *picking* nos túneis, onde se verificou um exagero claro relativamente a deslocamentos.

4 Apresentação da solução proposta

Após a recolha dos diagnósticos do estado atual, a Equipa *Lean* procedeu à realização de um seminário, com vista a definir quais os pontos prioritários para a aplicação de ações de melhoria. No Atelier 5 da CACIA decorreu anteriormente ao projeto *Lean* um projeto *Kaizen*, do qual resultou a redefinição de *layouts*, balanceamento de atividades e melhoria do rendimento operacional das linhas de montagem. Os diagnósticos dos postos de montagem expostos no projeto *Lean* foram, por isso, mais úteis na definição do estado resultante após o projeto *Kaizen*, do que propriamente na aplicação de modificações às linhas de montagem, ainda que estejam contempladas no final deste capítulo algumas propostas de melhoria por posto.

Por sua vez, a parte dos fluxos de abastecimento mereceu especial atenção pois uma das fontes de paragem nas linhas era precisamente derivada das ineficiências nos abastecimentos logísticos. Associada a esta redefinição dos fluxos de abastecimento adveio também a exigência de adaptar o armazém a estas mudanças, tentando-se, por isso, modificar a localização das referências de determinadas embalagens, de modo a minimizar os deslocamentos no momento de *picking*.

4.1 Redefinição dos fluxos de abastecimento das Grandes Embalagens

Na redefinição dos fluxos das Grandes Embalagens importa salientar duas situações distintas: a das caixas diferenciais e a das restantes grandes embalagens. No início deste projeto a equipa *Lean* e os colaboradores do AT5 tinham já iniciado estudos acerca da possibilidade de automatizar o abastecimento de cárteres, tampas de 5ª e variados componentes das grandes embalagens. No entanto, as caixas diferenciais mereceram especial atenção no decorrer desta dissertação, por serem um fluxo cuja mudança está ainda em fase muito inicial de implementação.

4.1.1 Caixas diferenciais

Uma caixa diferencial montada é um componente da caixa de velocidades composto pela caixa diferencial e pela roda de coroa (figura 20). A roda de coroa é maquinada numa das linhas de atelier 1 PN, e as caixas diferenciais JR em 2 linhas distintas, uma localizada na zona norte do pavilhão das caixas de velocidade e uma outra junto à montagem final das caixas diferenciais.

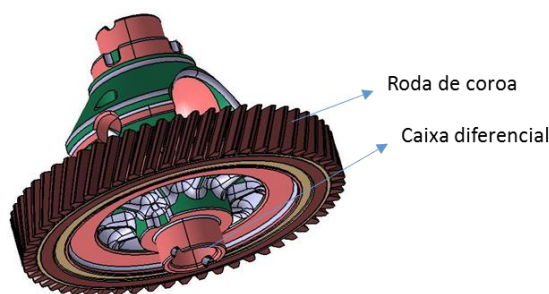


Figura 20- Caixa diferencial montada

Uma das grandes particularidades na gestão da produção de caixas diferenciais prende-se com a complexidade referente ao diâmetro externo da roda de coroa e os diâmetros de encaixe entre a roda de coroa e a caixa diferencial. Existem 10 tipos de rapports (variedade de tamanhos de diâmetro externo) nas rodas de coroa e quatro classes de diâmetro interno, compatíveis com as caixas diferenciais maquinadas. Isto perfaz uma diversidade de 40 caixas diferenciais montadas, sendo que determinadas caixas de velocidades só podem acoplar certos tipos de diversidade de caixa diferencial.

No início deste projeto, a maquinação e montagem de caixas diferenciais superavam ligeiramente as necessidades habituais das linhas de montagem do AT5, no que se refere a caixas JR. No entanto, se houvesse um pedido suplementar ou extraordinário de caixas de velocidade JR, as equipas de maquinação e montagem de caixas diferenciais eram obrigadas a recorrer a outras equipas e a horas extra. Aliado a isto verificou-se um aumento do rendimento operacional na montagem de caixas, o que exigiu uma melhoria na performance da montagem das Caixas diferenciais. Tendo em conta que o rendimento operacional da montagem das caixas diferenciais, era consideravelmente mais baixo ao das linhas do AT5, poderiam inclusive ocorrer casos em que se rejeitaria a produção de caixas de velocidade ou atrasos na montagem final das mesmas. A causa desse baixo RO devia-se sobretudo à recusa de peças por sujidade (detetado por análise do histórico de não conformidades) e por paragens por falta de alguns tipos de coroa. Não existia, inicialmente, uma sincronização da produção, sobretudo devido ao rendimento operacional limitativo. Aliado a este contexto, verificava-se que qualquer lote maquinado quer de coroas quer de caixas diferenciais seguia para armazém e mesmo as próprias caixas diferenciais montadas não seguiam diretamente para as linhas 2 e 3 de montagem de CV (figura 21).

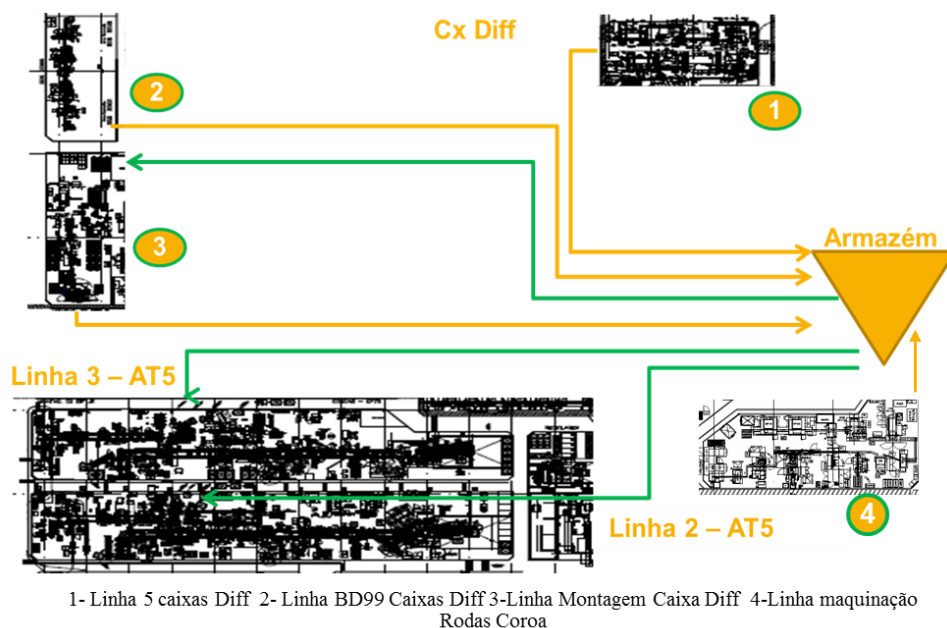


Figura 21- Fluxos físicos dos componentes da caixa diferencial montada

No sentido de contornar estas limitações, foram tomadas 2 medidas de modo a contornar a limitação do rendimento operacional:

- Aplicação de máquina de lavar antes da escuta (processo retificativo) de coroas, o que permitiu a diminuição do número de peças recusadas por sujidade;
- Criação de *stock* intermédio de coroas para montagem nos 4 *rappports* de maior consumo.

No que se refere às limitações físicas, as alterações propostas ainda não tiveram conclusão, no entanto num futuro próximo a linha 5 JR irá ficar lado a lado com a linha BD 99, possibilitando a sincronização imediata de ambas as linhas de maquinaria para a linha de montagem das caixas diferenciais por meio de um tapete automático. Sem esta alteração isto não seria possível pois a linha 5 JR encontra-se de tal modo distante da linha de montagem de caixas diferenciais que não seria praticável a implementação desse mesmo tapete.

Relativamente à evolução da produção, após as medidas de melhoria de RO (que permitiu uma subida do RO em 3%), verificou-se que a montagem e maquinaria estavam em sintonia a nível de produção, numa semana em que se fizeram por turno cerca de 50% caixas JR na linha 2 e sem o recurso a equipas extra em todas as UET's. Isto significa que, sendo a montagem das caixas diferenciais o processo de menor capacidade de produção final, foi criado um excesso de produção (remanescente) tanto na maquinaria de caixas diferenciais como na de rodas de coroa (remanescente necessário por existirem coroas que vão para exportação e não para consumo interno), conforme evidenciado na tabela 2:

Tabela 2- A produção total semanal das UET's referentes à Caixa Diferencial e o valor de excesso de stock resultante após aumento RO

UET	Linha	produção turno (8h)	produção média hora	horas trabalho semanais	produção total semanal	remanescente (face ao processo limitador)
Maquinação Caixas Diff	5 JR	305	38	152	5795	42
	BD99 JR	287	36	152	5447	
Roda Coroas	A	380	48	144	6840	2480
	B	380	48	144	6840	
Montagem Caixa Diff	JR	700	88	128	11200	0
Linhas de Montagem Caixas Velocidades AT5	L3	580	73	120	8700	0
	L2 JR	250	31	80	2500	

Um dos objetivos deste projeto foi o de sincronizar a maquinaria e montagem de caixas diferenciais com a montagem de caixas de velocidades da linha 3. Olhando para os dados do remanescente é possível visualizar que as necessidades da linha 3 são consideravelmente inferiores à montagem das caixas diferenciais, permitindo o envio por hora de 73 das 88 caixas diferenciais montadas para linha 3. A restante produção das caixas diferenciais montadas por hora e a produção realizada nas horas dos turnos do fim de semana é stockada e enviada para armazém para alimentar posteriormente a L2.

Anteriormente, isto não era aconselhável, pois aconteciam casos inusitados em que as necessidades das linhas de montagem de CV eram superiores à montagem das caixas. A nível físico, esta sincronização será possível a partir de julho, devido a um tapete automático, a instalar das linhas de maquinaria para as linhas montagem de caixas diferenciais e, numa primeira fase, um AGV transportará 48 caixas diferenciais em contendor da linha de

montagem de CD para a linha de montagem de CV. Numa segunda fase transportará 12 num carro devidamente adaptado a que as caixas diferenciais entrem em calhas para a linha de montagem de CV, não sendo necessário um operador para o abastecimento de caixas diferenciais ao bordo de linha. Os novos fluxos originados após estas alterações encontram-se sintetizados na figura 22:

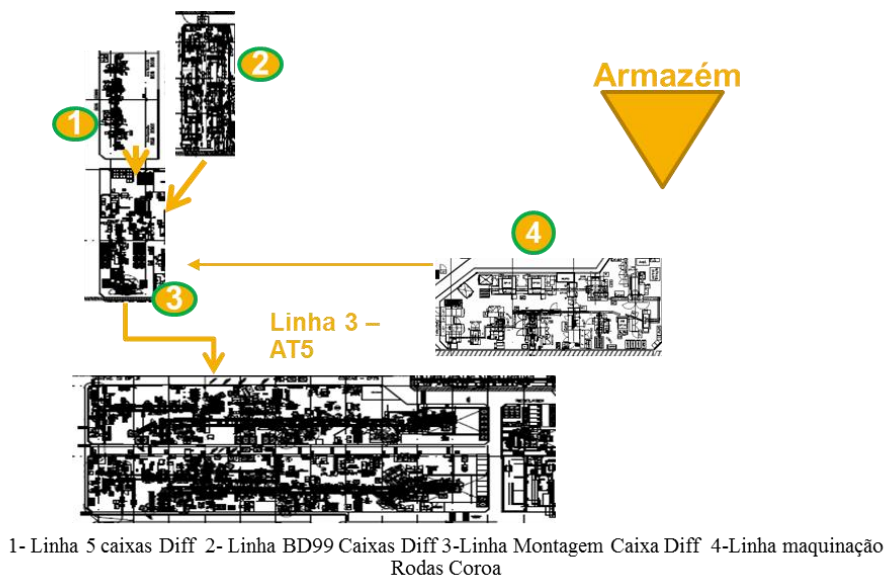


Figura 22- Os novos fluxos físicos das Caixas Diferenciais para a L3 do AT5 após sincronização da maquinação e montagem

4.1.2 Grandes Embalagens da Zona de Preparações

Nos restantes componentes das grandes embalagens, verificou-se uma mudança a das caixas diferenciais: criou-se uma zona de preparações (com 5 postos de trabalho) para os restantes componentes onde 2 operadores estão dedicados ou à construção de bases rolantes (preparação *kanban*) ou de estantes móveis com cárteres (figura 23). O modo de funcionamento desta zona ainda não está totalmente definido e encontra-se em testes de funcionamento. No entanto ficaram já definidas as principais funções e modos de preparação dos componentes.

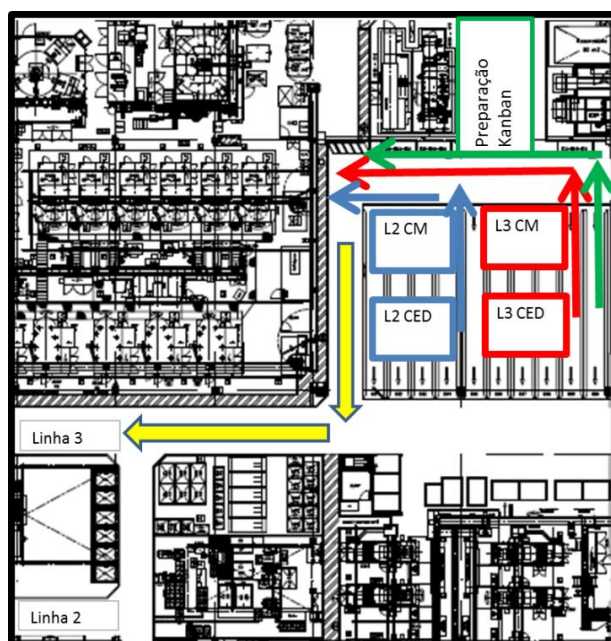


Figura 23- Zona de Preparações das Grandes Embalagens

Nesta zona de preparações existem 5 postos distintos:

- L2 CM- posto onde se retiram cárteres de mecanismo dum contentor com cerca de 48 unidades vindo de armazém e colocam-se (juntamente com o módulo de comando montado no cárter) em 2 estantes móveis com capacidade para 12 cárteres cada (figura 24). O transporte destas estantes para a linha 2 é efetuado por 1 AGV. Anteriormente à existência desta estante móvel para 12 cárteres o operador logístico era obrigado a descontentorizar os 48 cárteres e colocava-os em estantes com capacidade para 4 cárteres cada. No entanto, estas estantes não facilitavam a colocação dos cárteres e a execução deste processo nas linhas de montagem obrigava à criação de um *stock* excessivo de CM e da ocupação de espaço, sem que isso trouxesse qualquer valor acrescentado. Para evitar essa situação, foi dimensionada esta zona de preparações com carros devidamente adaptados quer à colocação dos cárteres quer à colhida dos mesmos na linha de montagem. Nas restantes zonas de preparações de CED e CM a lógica seguida foi idêntica à descrita, apenas com algumas diferenças no tamanho das estantes móveis e nos elementos montados no cárter.
- L2 CED- posto onde se retiram cárteres de embraiagem dum contentor vindo de armazém e colocam-se em 2 estantes móveis com capacidade para 12 cárteres cada. O transporte destas estantes para a linha 2 é efetuado por 2 AGV.
- L3 CM- posto onde se retiram cárteres de mecanismo dum contentor vindo de armazém e colocam-se (juntamente com o módulo de comando montado no cárter) numa estante móvel com capacidade para de 24 cárteres. O transporte destas estantes para a linha 3 é efetuado por 1 AGV.
- L3 CED- posto onde se retiram cárteres de embraiagem dum contentor vindo de armazém e colocam-se em 2 estantes móveis com capacidade para 24 cárteres. O transporte destas estantes para a linha 3 é efetuado pelo mesmo AGV que transporta os CM da L3. Encontra-se no fim do anexo G os circuitos de abastecimento de cada um destes *robots AGV*.



Figura 24- estante móvel L2 CM

- Preparação Kanban- postos onde são preparadas várias bases rolantes para satisfazer as necessidades de consumo nas linhas. Este posto funciona como um sistema de kanban electrónico: existem 7 pontos a abastecer na linha, com 25 tipos de componentes no total e consoante as necessidades da linha de montagem o operador prepara uma base rolante com as embalagens necessárias. O sinal de que existe uma dada necessidade na linha é dado pelo operador de montagem e o operador na zona de

preparações sabe qual o tipo de embalagem com que terá que preparar uma base rolante através de um painel que dispõe na sua zona de trabalho (figura 25).

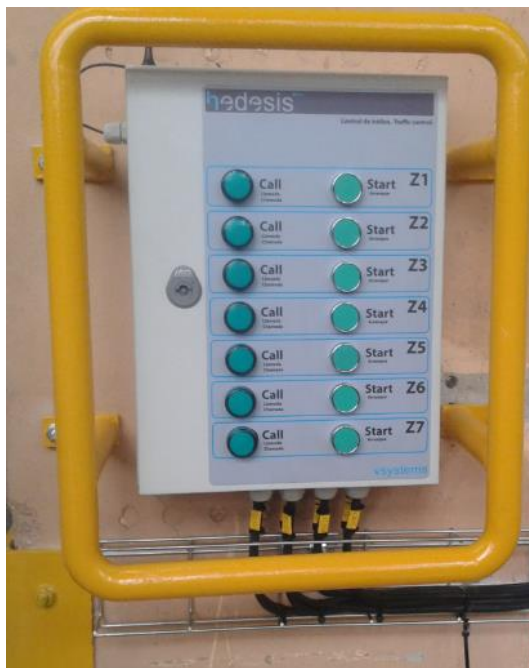


Figura 25- Painel das chamadas kanban electrónico

Depois, um AGV traz a base rolante de embalagens vazias que está nesse ponto onde existem necessidades e volta ao ponto de abastecimento com uma base cheia depois de vir à zona de preparações. No anexo G estão visíveis os pontos de paragem do kanban, os componentes necessários em cada posto, a quantidade abastecida por cada ida do agv ao posto, a frequência de chamada do kanban (tendo em conta cadências de 590 CV JR na L3 e 250JR+300ND na L2) e finalmente as dimensões de cada base rolante necessária para satisfazer as necessidades na montagem das CV.

Relativamente aos operadores desta zona, existe atualmente um operador responsável pelas preparações da linha 2 e preparação kanban e um outro responsável pelas preparações para a linha 3. Os operadores são responsáveis por abastecer a sua zona de contentores de cárteres (sendo necessário ir ao armazém de empilhador) e, no caso da zona de preparação do kanban, o operador tem ainda que efetuar o *picking* do armazém para esta zona todas as embalagens e paletes que prevê precisar. Esta zona encontra-se no entanto em fase de estudos e suscetível a variações, não se sabendo ainda se vale a pena ter para cada componente uma base rolante no posto de montagem e outra em espera na zona de preparações ou se apenas 1 base rolante que carregue embalagens cheias e retorne embalagens vazias das linhas de montagem.

4.2 Redefinição dos fluxos de abastecimento das Pequenas Embalagens

Na reformulação dos abastecimentos das pequenas embalagens, o projeto de redefinição de armazém e comboio logístico durou cerca de um mês, dividido em duas fases.

Numa primeira fase procedeu-se à limpeza das estantes H, onde estavam stockados componentes em fim de vida e muitas das anilhas da calagem (freios) que, por terem um consumo muito baixo ou até mesmo nulo, foram enviadas para um outro pavilhão. As anilhas da calagem são componentes que dependem dos toleranciamentos usados na fabricação e como muitas das anilhas estavam adaptadas a caixas que já não se produziam na CACIA há alguns anos, optou-se por proceder à limpeza destes componentes.

Aliada a esta reestruturação das estantes, optou-se ainda por passar algumas paletes de componentes dos túneis para as estantes que entretanto ficaram livres (estantes H, figura 26). O critério de mudança foi sobretudo baseado na altura das paletes. Algumas das paletes nos túneis tinham altura de tal modo elevada que o operador era obrigado a manipulações pouco ergonómicas, isto porque a estante não se encontrava devidamente adaptada à recolha das embalagens destas paletes. Procedeu-se, assim, à mudança de 6 referências de componentes para as estantes H. Toda esta metodologia desenvolvida foi baseada na lógica dos 5S, em particular através da aplicação de *Sort* (mantendo apenas componentes úteis em armazém e não componentes em fim de vida) e de *Set in Order* (rearranjo das referências em armazém de modo a facilitar o picking dos operadores).



Figura 26- Estantes H após alterações descritas

Numa 2ª fase de reestruturação procedeu-se à alteração dos modos de abastecimento. Esta reestruturação foi uma das prioridades deste projeto, por variadas razões: a primeira porque o Departamento de Logística pretendia eliminar a necessidade de se fazerem *tournées* de inventário às linhas, pois esta ação não era fonte de qualquer valor acrescentado e ocupava, em média, cerca de 24 minutos por turno/operador. Uma outra necessidade para esta alteração adveio também do facto das bases rolantes, que os operadores tinham que preparar, não estarem devidamente estandardizadas de modo a facilitar quer o *picking* quer o abastecimento. Isto verificou-se pois quando foram realizadas as observações ao *picking*, a sequência de trabalho foi totalmente distinta nos 3 casos observados. Finalmente, o facto de nas grandes embalagens se ter invertido os sentidos de abastecimento às linhas obrigou a que também as pequenas embalagens acompanhassem essa mudança.

Nesta alteração dos modos de abastecimento, o trabalho foi dividido em 3 partes interligadas: a uniformização do processo de carregamento da base rolante e definição dos circuitos e pontos de abastecimento que os operadores devem seguir em cada volta, a alocação de tarefas e ainda um estudo ergonómico do trabalho de cada operador, para verificar ajustamento de cargas.

Antes destas implementações a alocação de tarefas estava feita de modo a que um operador abastecesse a linha 3 e o outro a linha 2. Uma diferença notável entre ambos prende-se com o abastecimento da zona de *picking* interior às linhas: o operador da linha 3 abastece apenas os componentes que tem numa base rolante, pois a preparação desta base rolante fica a cargo do operador das Grandes Embalagens da linha 2; o operador da linha 2 tem de efetuar a preparação desta base rolante no Atelier 1 PN (na zona da Escuta), trazê-la para o *picking* e abastecer as estantes quando se estão a fazer caixas de tipo JR. No caso de se fazerem caixas ND é o operador CPL que vem efetuar este processo. A complexidade da distribuição destas

tarefas deve-se à necessidade de distribuir equitativamente as cargas ergonômicas dos operadores, sem que isso prejudique a frequência dos abastecimentos a realizar.

Exceto as particularidades do *picking*, que são mais suscetíveis a atrasos ou erros, os operadores sabem, com rigor, quais as funções que têm de exercer por visualização da tabela 3.

Tabela 3- Os fluxos de abastecimento iniciais dos operadores PE do AT5

Caixa JK		Caixa JK		Caixa ND	
Fluxo/Função	Frequência	Fluxo/Função	Frequência	Fluxo/Função	Frequência
Voltas abastecimento+Tournées de inventário+Preparação das bases rolantes	2/2h + volta 8/8h	Voltas abastecimento+Tournées de inventário+Preparação das bases rolantes	2/2h + volta 8/8h	Voltas abastecimento+Tournées de inventário+Preparação das bases rolantes	2/2h + volta 8h/8h
Cone rolamento e Cuvette diferencial	menos de 1 vez por turno	Cone rolamento e Cuvette diferencial	menos de 1 vez por turno	Eixos Forquilha	1/1h
Eixos Forquilha	5/5h	Eixos Forquilha	5/5h	Componentes Preparação Baladeres 3/4 e 5/6	2/2h
Módulos de comando	3/3h	Módulos de comando	3/3h	Componentes Preparação Baladeres 1/2	4/4h
Abastecimento das bases rolantes Gear Set á zona de picking	0,6/0,6h	Preparação e abastecimento das bases rolantes Gear Set á zona de picking	0,7/0,7h	Colocação das embalagens de Marcha Atrás na estante do posto	0,7/0,7h

4.2.1 Uniformização das bases rolantes e redefinição dos circuitos de abastecimento

No tocante à construção das bases rolantes do comboio logístico, optou-se por considerar que seria o tipo de caixa (JR ou ND) a ser produzida na linha que iria definir qual a base rolante que teria que ser construída e como seria construída a base rolante. Uma base rolante é construída colocando-se as diversas embalagens necessárias nas linhas de montagem devidamente empilhadas (altura máxima de 4 embalagens). Dependendo das ordens de fabrico da Gestão da Produção, o operador construiria uma determinada base, consoante a sequência de produção definida. Como os operadores logísticos têm acesso ao plano de produção, com um horizonte temporal de pelo menos 8 horas, sabem quando e que bases rolantes a preparar, para satisfazer a sequência programada. Optou-se, ainda, por construir uma base rolante exclusivamente para as embalagens dos elementos da estante H (elementos usados apenas na caixa JR), por serem embalagens grandes e de autonomia baixa na linha. A autonomia de cada componente está dependente da capacidade de stockagem no bordo de linha e do próprio consumo de cada peça. Para que a autonomia não fosse demasiado variada (o que obrigaria a muitas frequências de passagem do comboio logístico) os postos de montagem estão devidamente ajustados para receber ou embalagens de componentes com autonomia ligeiramente superior a 2 horas ou superior a 8 horas. Definiu-se que os operadores iriam realizar quatro abastecimentos de 2/2h e um abastecimento a meio de turno, que satisfizesse a montagem durante cerca de oito horas, tal como faziam no seu anterior plano. Nesse sentido, as bases rolantes definidas foram ao encontro das necessidades da montagem. Nas bases rolantes transportadas nestas voltas o operador leva o número de embalagens que garantisse as funções da montagem, durante o espaço de tempo desde um abastecimento até ao seguinte (anexo H). Definiram-se para o efeito descrito cerca de 4 bases rolantes e uma estante com elementos ND que se destinariam a abastecimentos na parte traseira dos postos 150 a 154 da linha 2. Estas bases rolantes foram definidas de acordo com as frequências de

abastecimento definidas para o comboio logístico (2 em 2 horas ou de 8 em 8 horas) e a distribuição proposta para as caixas tem em conta os lados por onde é feito o abastecimento (por exemplo embalagens a ser abastecidos do lado direito das linhas são preferencialmente colocadas no lado direito da base rolante):

- Base Rolante 1 restantes componentes caixa JR L2+L3, autonomia 2 horas (figura 27)
- Base Rolante 2 embalagens estante H caixa JR L2+L3, autonomia 2 horas
- Base Rolante 3 componentes caixa JR L2+L3, autonomia 8 horas
- Base Rolante 4 componentes caixa ND, autonomia 2 horas
- Estante componentes ND autonomia 2 horas
- Base Rolante 5 componentes caixa ND, autonomia 8 horas



Figura 27- Base rolante 1 carregada com as respectivas embalagens

No que se refere ao processo de abastecimento das voltas, existem 2 possibilidades:

- Ambas as linhas montam unicamente caixas JR no turno: nesta situação o operador realiza os quatro abastecimentos de 2 horas, com as bases rolantes 1 e 2. No meio do turno, executa a volta de abastecimento da base rolante 3;
- A linha 2 monta caixas JR e ND: nesta situação o operador atrela na volta de 2 horas a base 4 e a estante ND às bases 1 e 2 e abastece as 2 linhas com componentes JR e ND. Disto resulta que, depois da primeira volta, alguns postos JR possam estar já com o máximo de componentes que o posto comporta, por se começarem a montar entretanto caixas ND. Nesses casos, o operador não abastece o posto e mantém a embalagem na base rolante. O mesmo é aplicável a ND, dependendo sempre da sequência produtiva.

Na redefinição destas bases rolantes teve-se sobretudo em conta a forma como o operador abastece a linha: no lado direito da base tentou colocar-se os elementos abastecidos pelo lado direito às linhas. Repetindo-se a mesma situação do lado esquerdo, no meio da base rolante os últimos elementos a serem abastecidos. Como restrições a este princípio, destaca-se a necessidade de equilibrar os lados da base e a altura das embalagens empilhadas.

Neste processo ficou ainda marcada a eliminação das *tournées* de inventário que o operador realizava. Em conjunto com a equipa de documentação logística, definiu-se agora um novo processo de impressão de um *kanban* de transporte. Neste processo o operador recorre a uma pistola de *zipagem* (leitor de código de barras), como fazia anteriormente, mas agora indica apenas qual a base rolante que vai preparar e o sistema dá-lhe, automaticamente, uma lista das embalagens associadas à base rolante e respetiva localização em armazém. Não necessita

portanto de executar as voltas às linhas e passar em cada posto a pistola de *zipagem* para ver em que quantidades fará o *picking* das embalagens.

O desenho dos circuitos de abastecimento foi desenvolvido posteriormente, definindo-se para cada base qual o circuito a fazer. Optou-se por agregar ambas as informações numa folha e distribui-las por cada um dos operadores logísticos.

Esta nova definição das bases rolantes e a documentação associada aos circuitos de abastecimento (referências, nº de embalagens a abastecer e localização dos postos de trabalho) permitiu ao operador ter um processo de carregamento standard e toda a informação de abastecimento disponibilizada para que não ocorressem erros ou falhas no processo.

4.2.2 Alocação de tarefas aos Operadores de pequenas embalagens

Uma das questões que mereceu mais destaque, após a redefinição anterior, foi a questão da alocação de funções e tarefas entre os operadores das voltas. A definição das bases, pelo facto de estar associada ao tipo de caixa e não a uma determinada linha, conduziu a que os operadores, quando fizessem as voltas de 2h e 8h, não abastecessem uma linha mas sim as duas. Esta mudança de visão, relativamente ao Atelier 5, aliada aos módulos de comando passaram a ser abastecidos à nova zona de preparações, estando a cargo dos operadores de Grandes Embalagens, aos CSC's (elementos de grande variedade e baixa autonomia) passaram a ser abastecidos pelo operador fim de linha e aos eixos de forquilha JR virem juntamente com a marcha atrás e serem abastecidos por AGV *kanban*, obrigaram a uma nova alocação de tarefas. O facto de serem abastecidas ambas as linhas a cada volta e existirem menos componentes a ser abastecidos por estes operadores exigiu a reformulação do levantamento de dados relativos aos fluxos de abastecimento como se pode visualizar na tabela 4:

Tabela 4- A nova alocação de funções imposta aos operadores logísticos PE AT5

	L5		L2		L2	
	Caixa Jr		Caixa Jr		Caixa ND	
	Fluxo/Função	Frequência	Fluxo/Função	Frequência	Fluxo/Função	Frequência
Operador A	Voltas Abastecimento + Preparação Bases Rolantes	2/2h + volta 8h	Voltas Abastecimento + Preparação Bases Rolantes	2/2h + volta 8h	Voltas Abastecimento + Preparação Bases Rolantes (elementos de montagem dos baladers incluídos)	2/2h + volta 8h
Operador B	Cone rolamento + Cuvette diferencial	menos de 1 vez turno	Cone rolamento + Cuvette diferencial	menos de 1 vez turno	Eixos Forquilha ND	1h/1h
	Abastecimento das bases rolantes Gear-Set à zona de picking	0,6/0,6h	Preparação e abastecimento das bases rolantes Gear-Set à zona de Picking	0,7/0,7h		

No sentido de verificar se as tarefas estavam devidamente ajustadas a nível de tempos de trabalho, procedeu-se a uma nova análise de atividades dos operadores de pequenas embalagens (anexo I). Esta análise permitiu verificar que ainda que a carga de trabalho esteja equilibrada para ambos os operadores das pequenas embalagens, o operador A está mais sujeito a tempos de pausa e inatividade que o operador B.

Depois da verificação da distribuição de atividades, após esta nova alteração ao modo de abastecimento às linhas, procedeu-se à verificação das cargas ergonómicas de trabalho. Tomou-se como exemplo extremo, o caso de ambas as linhas estarem a fazer caixas JR e a

carga de trabalho do *picking* na linha 2 seria calculada com base no rácio entre caixas produzidas na linha 2 e na linha 3. Na zona de *picking* verificaram-se as seguintes cargas de trabalho, para os operadores das voltas:

Tabela 5- Cargas de Trabalho na Zona de Picking interna do AT5

Função	Peso Total aproximado kg L2+L3	Qtdd UC L2+ L3
Abastecimento de Kits Gear-Set JR no Picking	10461,55932	1036,474576
Recolher UC vazias no Picking	1812,881356	1092

Nos restantes fluxos, a carga foi calculada com base na informação dos planos de abastecimento e respetivo número de UC's necessárias para satisfazer a autonomia da montagem:

Tabela 6- Cargas de Trabalho nos fluxos de abastecimento dos operadores PE (exceto *picking* interno)

Função/Fluxo	Peso Total aproximado kg L2+L3
Cone rolamento + cuvettes diferencial	298,4
Voltas 2h	9170
Volta 8h	318

Tendo em conta a atual distribuição de tarefas isto implicaria que:

Tabela 7- Carga Total dos Operadores PE (sem ajustamentos)

Carga Operador A kg	9488
Carga Operador B kg	12572,84068

Após este estudo verificou-se que o operador B era claramente sobrecarregado comparativamente ao A. No sentido de equilibrar as cargas de trabalho, quer a nível ergonómico quer a nível de tempo (o operador B estava como se viu mais sobrecarregado que o A) propôs-se que após a volta de abastecimento de autonomia 8 horas por cada turno, os operadores trocassem de tarefas entre si, o que significaria uma nova distribuição:

Tabela 8- Nova Carga Total dos operadores PE após ajustamentos ao plano de trabalho

Carga Operador A+B kg	10717,32647
Carga Operador B+A kg	11343,51421

Nesta nova abordagem uma consideração feita foi a que durante o tempo em que o operador logístico de funções A faz a volta de 8 horas, o operador que se inicia com funções B realiza 1 dos 13 abastecimentos à zona de picking interna às linhas, fazendo no total 7 dos 13 abastecimentos feitos por turno à zona de *picking*.

4.3 Redefinição dos fluxos de abastecimento componentes *sofrastock* e fim de linha

No que respeita aos operadores *sofrastock* e fim de linha, as mudanças nos modos de abastecimento foram pouco notórias, comparativamente aos restantes abastecedores.

Relativamente ao operador *sofrastock*, a principal alteração passou por mudar as peças *sofrastock* de zona, distribuindo as peças pelo fim dos túneis e pelas estantes H que entretanto ficaram vazias, após a verificação de quais as anilhas de calagem que deveriam ser retiradas do armazém. Atualmente, o operador *sofrastock* tem outras tarefas nos ateliers 1 e 2, onde

perde a maioria do seu tempo, e abastece a grande maioria das peças *sofrastock* uma vez por dia (devido à alta autonomia destas peças nos postos de trabalho), gastando 1h neste abastecimento.

Uma das adaptações a considerar de futuro é, precisamente, a de realocar o abastecimento destas peças aos operadores das pequenas embalagens. Esta possibilidade foi colocada pelo facto de, após se analisar o ajustamento de cargas de trabalho dos operadores de pequenas embalagens, se detetar que estes operadores têm valores de pausa e espera ou inatividade na ordem dos 25% face ao tempo de turno total (2 horas, portanto). Aliado a isto, verificou-se que o operador de pequenas embalagens, que se inicia nas voltas de abastecimento (e que faz a volta de abastecimento de 8 horas) e termina no *picking* das linhas, tem ainda uma carga ergonómica ligeiramente inferior ao outro operador. Esta conjuntura permitiu que se propusesse que, de futuro, este operador que executa a volta de abastecimento de 8 horas faça também os abastecimentos *sofrastock* nesse processo. No turno da manhã, este operador abastece a maioria das peças *sofrastock* enquanto faz a volta de 8 horas; nos restantes turnos vai apenas abastecendo as peças de menor autonomia *sofrastock*, enquanto faz igualmente a volta a meio do turno.

Quanto ao operador de fim de linha, apenas se alocou ao operador o abastecimento dos CSC's, componentes utilizados nas últimas operações e que têm baixa autonomia e variedade elevada. Procedeu-se a esta alteração, pelo facto deste operador se deslocar, alternadamente, a cada uma das linhas de montagem, com uma frequência de 30 minutos. Tendo em conta que os CSC's têm autonomia de pelo menos 2 horas (se considerarmos que durante 2 horas se gasta sempre a mesma referência de CSC's, o que raramente acontece pela variedade do componente), esta alocação de tarefa foi estabelecida, na medida em que a cada quatro vezes que o operador vai recolher produto acabado, abastece estes componentes.

4.4 Reorganização do Armazém do Atelier 5

Depois do estabelecimento de métodos de trabalho bem definidos e de uma nova alocação de funções para cada operador, o foco na parte logística foi a reorganização do armazém. Ainda que o término deste projeto não tenha coincidido com a reorganização final das referências e das paletes, ficaram definidas algumas diretrizes a seguir num futuro próximo, de modo a melhorar a sequência organizativa. Nesse mesmo sentido definiu-se:

- Uma organização definitiva para as estantes H, que foram alvo de limpeza e reorganização durante o último mês do projeto;
- A definição de como ficarão organizados os túneis consoante a base rolante a que as UC's e UM's estão associadas.

Na definição das estantes H, organizou-se não só as estantes de modo a conterem as paletes das grandes embalagens da base rolante 2 (processo descrito anteriormente, no capítulo das Pequenas Embalagens) como também a colocação de Eixos de Forquilha e Marcha Atrás ND e Componentes utilizados na montagem dos eixos JR. Este processo decorreu dado que os eixos encontravam-se dispersos nos túneis e optou-se por reunir todos estes componentes numa zona de espaço suficiente para preparação de uma estante móvel a levar para a L2. Os restantes componentes deixaram de estar nos túneis de pequenas embalagens, pois o seu abastecimento deixou de estar a cargo dos operadores PE (anexo J)

Relativamente aos túneis onde se encontravam as restantes pequenas embalagens, optou-se pela estruturação seguinte:

- 1 Túnel de maior dimensão para todas as embalagens das voltas de 2h, sejam embalagens de componentes da caixa ND ou JR

- 1 Túnel de menor dimensão com as embalagens referentes às voltas de 8 horas.

Uma mudança considerável na estrutura dos túneis deu-se na mudança de altura nos níveis: baixou-se o nível junto ao solo e, ao invés de se *stockarem* paletes, os operadores responsáveis pela *stockagem* passam a colocar UC a UC numa estante de rolos. No segundo nível ficavam embalagens em palete (*stockagem* à UM, portanto). Esta decisão foi tomada, pois muitas das paletes tinham altura tão baixa que era preferível, a nível ergonómico, que o operador efetuasse o *picking* à embalagem, sem ter que manipular qualquer paleta.



Figura 28- Stockagem à UM e à UC respectivamente

No sentido de definir quais as paletes que iriam para o nível do solo e quais as que iriam para o nível 2, estudaram-se os elementos que iriam ser *stockados* à UM ou à UC, no sentido de verificar a disponibilidade de espaço para esta disposição. Sabe-se pelo anexo H quais as referências que cada base rolante tem e pela tabela 9 onde se quer que os seus componentes sejam *stockados*:

Tabela 9- Localização pretendida dos componentes de cada base rolante no armazém at5

Base	nº referências (embalagens diferentes)	localização pretendida
base 1	24	túnel 1
base 2	6	estantes H
base 3	12	túnel 2
base 4	17	túnel 1
base 5	23	túnel 2
estante rolante ND	15	túnel 1

Depois de se definir a localização pretendida, procedeu-se ao cálculo da capacidade máxima de cada túnel em termos de UC's (nível 1) e UM's (nível 2) e verificou-se se o número proposto de referências que seriam *stockadas* à UM e à UC teriam estantes em armazém disponíveis, como é visível pela tabela 10:

Tabela 10- Espaço disponível e espaço requerido nos túneis

Espaço disponível			
	UM (nível 2)	UC (nível 1)	Capacidade máxima refs (UC+UM)
túnel 1	44	132	176
túnel 2	28	84	112
Espaço requerido			
	Nº refs	Requeridas à UM	Requeridas à UC
túnel 1	56	20 ND + 14 JR	12 ND + 10 JR
túnel 2	35	12 ND + 4 JR	11 ND + 8 JR

Verificou-se que todas as combinações possuíam o espaço pretendido e que restava ainda bastante espaço no resto dos túneis, como é visível no anexo J. O passo seguinte seria o de organizar as estantes, de modo a facilitar a construção de cada base rolante.

A Logística pretende de futuro utilizar as estantes livres de cada túnel para elementos *sofrastock*, que passaram a ser abastecidos ao AT5 pelos operadores PE.

Nos andares superiores de cada túnel a lógica manteve-se. O andar 3 contém a mesma referência do andar 1 e o andar 4 do andar 2, sendo o *FIFO* respeitado conforme anteriormente.

4.5 Aplicação de iFA às pequenas embalagens e sofrastock

Após a conclusão do projeto de reformulação dos abastecimentos, foi discutido, numa reunião final, quais as possibilidades de, num futuro próximo, implementar iFA aos fluxos de abastecimento das pequenas embalagens e sofrastock. Nesse sentido colocaram-se 2 hipóteses: automatizar o abastecimento das bases rolantes, estando um operador a fazer o picking em armazém e outro a tirar as embalagens das bases rolantes que entretanto chegavam ao AT5 e abastecer no bordo de linha; uma outra hipótese criando uma zona de preparações de uma paleta semelhante à que sai do *picking/kitting* nas linhas.

A 2ª hipótese foi a que suscitou mais interesse na medida em que apenas nessa é possível reduzir o número de operadores logísticos. Neste sentido, colocou-se a hipótese de ver até que ponto a criação de uma pequena paleta, com os diferentes componentes de montagem das pequenas embalagens (idêntica á da figura 29) e que se acoplaria à paleta do cárter do mecanismo, iria provocar ganhos no tempo de ciclo de cada operação. A hipótese considerada utiliza como base uma paleta ideal para o operador, semelhante à usada no circuito, logo após a zona de *picking* interna de cada uma das linhas, e que evita movimentos, como rodar o corpo ou esticar os braços, deixando o operador em posição de apenas fazer a colhida da peça e montar a mesma, sem quaisquer dificuldades e sem quase mexer os pés nesta operação.



Figura 29- paleta kit da zona de picking interno da L3

Escolheu-se a linha 3 como alvo deste estudo, pelo facto de esta linha só fazer um tipo de caixa, o que facilitava a preparação de *kits* no que se refere à diversidade de componentes. Além disso, seria bem mais difícil sincronizar a preparação de uma paleta *kit* para a L2 que para a L3, devido ao facto de se produzirem dois tipos de caixas distintos na L2, o que exige uma paleta *kit* completamente distinta. Esta paleta teria ainda a limitação de apenas poder entrar em tapete automático a partir da OP 400, por força da atual disposição física da linha, que não permite a entrada antes deste posto.

Numa fase inicial analisaram-se os postos críticos na linha de montagem L3, isto é, postos onde a percentagem de valor não acrescentado e inatividade era de tal modo baixa que, na eventualidade de se querer aumentar a capacidade da montagem, estes postos limitariam esse

mesmo incremento. Nestes postos (figura 30) pretendia-se, portanto, eliminar alguns dos movimentos a que os operadores eram sujeitos e uma paleta como a proposta seria uma possibilidade viável para o efeito.

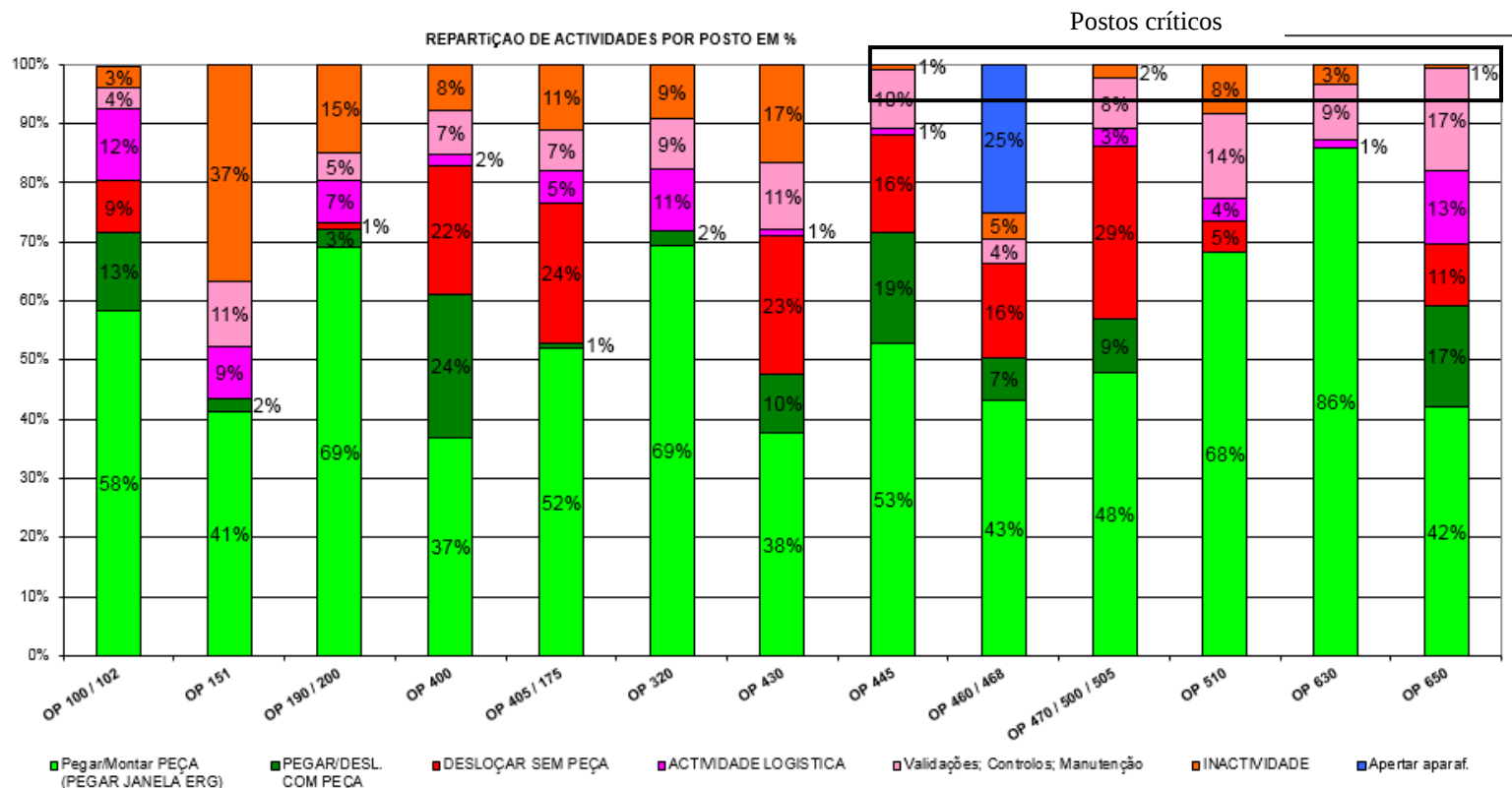


Figura 30- Postos críticos L3

Depois de definir quais os postos que mereciam mais atenção optou-se por se definir três possibilidades para os elementos que iriam neste kit (anexo K)

- Paleta componentes *sofrastock* + pequenas embalagens
- Paleta componentes *sofrastock* + pequenas embalagens sem diversidade (apenas componentes com um tipo de referência)
- Paleta apenas com componentes das pequenas embalagens sem diversidade

Esta divisão foi importante, sobretudo porque não havendo um fluxo de produção contínuo, seria importante estudar a possibilidade de se excluírem desta paleta *kit* os elementos com mais de um tipo de referência. Optou-se ainda por se excluir, numa das possibilidades, os elementos *sofrastock*, devido às dimensões dos mesmos, tornando-se difícil eliminar determinados movimentos venham os componentes em *kit* ou distribuídos em tubos no posto em que são usados (caso atual). Ao nível dos ganhos em montagem verificou-se que ganho originava a peça por vir em *kit* através do kaleidoscópio e sabendo o tempo de ciclo da L3. Ao nível de ganhos logísticos cruzaram-se os dados da battonage (onde estava descrita a % de tempo que o operador despendia em atividades logísticas no posto) e das operações não cíclicas eliminadas ou não com o *kit* (a principal fonte de atividade logística nas linhas) para se retirar a percentagem de tempo ganha no posto.

Este estudo mostra que temos ganhos possíveis em cada posto entre 1,45 e 20,27% do tempo de ciclo da linha), ainda que a situação idealizada seja obviamente uma hipótese difícil de concretizar, pois é difícil eliminar todos os movimentos de valor não acrescentado

4.6 Implementações propostas nos postos de montagem do AT5

No sentido de melhorar as condições de cada posto nas linhas do AT5, foram discutidas em seminário e com base nas oportunidades visíveis pelo kaleidoscópio algumas propostas de implementações, na sua maioria de baixo custo, que se pensa que causarão melhorias significativas nas posturas de trabalho dos operadores de montagem.

Tabela 11- Implementações propostas nas linhas do AT5

Linha	OP	Implementação Proposta	Ganho
2	Picking interno	Subida da estante das árvores secundárias	ergonomia
	Picking interno	Subida de base rolante de transporte de miolos de balader brutos	ergonomia e diminuição do tempo de operação em 0,96 cmin
	150	Aumentar inclinação da calha dos rolamentos axiais	ergonomia
	400	Colocação do conjunto de 5ª fixo a ser abastecido no posto	eliminação de manipulações no posto 154M (diminuição de 6,92 cmin no tempo de operação)
	400	baixar estante de retorno das forquilha	ergonomia
	500	Colocação de estante gaveta para embalagens do anel de elevação	ergonomia e diminuição do tempo de operação em 0,96 cmin
	650	colocação de estrutura reclinável para colhida do obturador	ergonomia e diminuição do tempo de operação em 0,96 cmin
3	Picking interno	Subida de base rolante de transporte de miolos de balader brutos	ergonomia e diminuição do tempo de operação em 0,96 cmin
	400	Colocação do conjunto de 5ª fixo a ser abastecido no posto	eliminação de manipulações no posto 154M (diminuição de 6,92 cmin no tempo de operação)
	445	Passagem da colocação de 2 parafusos no cárter de embraiagem do posto 460 para o 445	balanceamento de actividades
	468	Eliminação da passagem de mão (sensor) na colocação de anilha e bague (posto já tem poka-yoke para verificação de não conformidade)	diminuição do tempo de operação em 5cmin
	470	Automatização do processo de colocação de vedantes (como acontece actualmente na linha 2)	diminuição do tempo de operação em 2,64 cmin
	500	Aumento da inclinação da estantes arrete gaine	ergonomia
	650	colocação de estrutura reclinável para colhida do obturador	ergonomia e diminuição do tempo de operação em 0,96 cmin
	650	Colocação de espelho para vizualização da conformidade do vedante interior no momento de colocação do obturador	ergonomia/qualidade

5 Projecto Filme Firme

Atualmente, um dos projetos de maior destaque na Renault Cacia tem sido o seguimento da sequência de produção estabelecida pelos técnicos de Gestão da Produção e Inventários (TGP) e das causas de mudança desta sequência do planeamento de produção. Esta sequência é designada de filme de produção e o objetivo é que este plano seja firme, isto é, sem necessidade de alterações ou mesmo anulações nas ordens de fabricação definidas pelo planeamento de produção.

Sendo o *Lean* focado em processos *just-in-time*, toda esta mentalidade implica que a produção esteja devidamente sincronizada, estando todos os indivíduos colaboradores no processo produtivo com os mesmos níveis de informação e conhecimento acerca do estado de cada lote produzido. A produção das caixas de velocidade envolve o contributo e trabalho de várias UET's e a falha de uma destas áreas implica o adiamento ou anulação de um determinado lote de produto. Estas falhas poderiam ser variadas: falta de qualidade e não conformidades, falhas na gestão de prioridades de cargas, falta de comunicação, atrasos ou avarias em equipamentos. Muitas das vezes era, no entanto, difícil diagnosticar a razão pela qual os processos não corriam conforme previsto. Este projeto recorreu, sobretudo, à análise dos 5 *porquês*, a diagramas de fluxo físico (como o da figura 31) e a reuniões semanais de discussão de dados obtidos por cada TGP, colaboradores que permitiram fazer o seguimento dos fluxos de informação.

Na Renault Cacia todos os processos de Gestão de Produção iniciam-se com base num suporte informático designado por SIP, sendo que este programa dispõe de vários módulos adaptados a cada TGP e a cada processo. Um dos módulos usados para fazer o seguimento da produção foi o FMO, que define uma sequência de produção, faz o seguimento do estado de cada ordem de fabricação e testa a possibilidade de produzir uma determinada ordem de fabricação proposta pelo TGP.

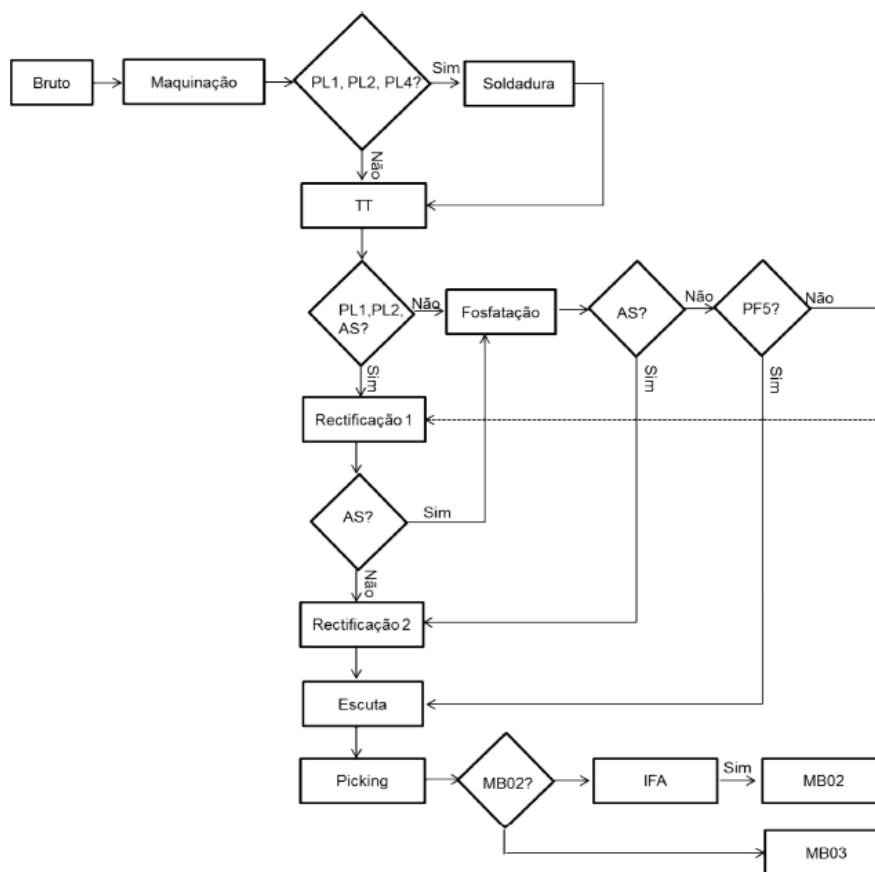


Figura 31- Fluxo Físico das Peças produzidas no Pavilhão CV da Renault CACIA

O SIP é um módulo informático que visa, sobretudo, a flexibilidade das linhas de produção. Se num sistema produtivo rígido seria necessário programar cada PLC e para definir os diferentes *setups*, o SIP, por sua vez, integra todas estas informações de modo dinâmico. Isto permite por exemplo que, não havendo um determinado componente para uma determinada referência de caixa, se mude rapidamente todos os *setups* da linha de montagem e se responda a essa mudança. No entanto, estas alterações dificultavam sempre os processos, pois a alteração das sequências implicava atrasos nas linhas, tempos de mudança de *rafale*, novos balanceamentos de produção e dificuldades na gestão de processos.

O FMO é um programa alimentado pela informação do SIP e mostra a cada momento o que vai ser produzido, em que quantidades e quando é que uma determinada OF entra em processo de montagem. O seguimento do filme de produção definido no FMO foi feito diariamente e também com esta frequência eram analisadas as causas raiz de eventuais mudanças. Esta visualização dos problemas era feita segunda uma interface como a da figura 32.

N° OF	Type Indice	Reference	Etat	Qte. SIP	Qte. Fab	Qte. Lan	Qte. Bon	Qte. CR	N° Serie	Date OF Lance	Date OF Fini
01030016	M9R.760	8200560219	En Cours	6	6	6			001557	01/03/2006 18:40:36	
01030017	M9R.760	8200560219	En Cours	6	6	6			001563	01/03/2006 18:44:27	
01030018	M9R.760	8200560219	En Cours	6	6	6			001569	01/03/2006 18:48:20	
01030019	M9R.760	8200560219	En Cours	6	6	6			001575	01/03/2006 19:48:13	
01030020	M9R.740	8200560213	En Cours	6	6	6			004858	01/03/2006 19:54:52	
01030021	M9R.740	8200560211	Lance	6	6	2			004864	01/03/2006 19:58:54	

Figura 32- Ambiente seguimento FMO diário

Nesse sentido foram definidas tabelas semanais, destinadas a reportar este seguimento, nas quais estava descrita a ordem de fabricação mudada, as quantidades associadas a essa ordem de fabricação, a referência de caixa, a data e a hora e ainda as causas iniciais reportadas aos TGP e a causa raiz averiguada no final. No início de cada semana, eram reportados os dados numa reunião com os TGP e discutidas as medidas a implementar, para evitar estas ocorrências. Antes destas reuniões, foram sempre atualizadas algumas tabelas, que demonstravam o comportamento das alterações, por dia da semana e o número de mudanças associadas a uma determinada causa. Estas tabelas e gráficos foram particularmente importantes, para se saber quais as causas mais penalizantes e, portanto, as mais prioritárias no sentido de serem trabalhadas e os dias em que por norma elas ocorriam (anexo L).

Destas tabelas, e da análise das mesmas, resultaram ações preventivas, sendo que a maioria foram aplicadas às causas mais penalizantes:

- Avaria Coroa LB: um dos componentes da caixa diferencial usada em cada caixa de velocidades é a coroa, uma roda dentada maquinada em 2 linhas A e B. Na linha B ocorreram paragens e uma das máquinas foi responsável pela fabricação de componentes com não conformidades (especialmente de ordem geométrica das rodas dentadas) detetadas posteriormente pela retificação. Isto obrigou à realização de um novo ensaio pilotado pela equipa de manutenção e pela metrologia. Este ensaio consistiu na maquinação de uma peça e controlo de qualidade principalmente a nível de geometria. No caso da peça não estar com as devidas conformidades, os técnicos de comando numérico alteram o programa do PLC e procede-se a um novo ensaio até que a peça esteja conforme. Desde a realização deste ensaio não se verificaram mais problemas na linha;
- Penúria CED JR Alfisa: um dos problemas, sem dúvida, mais penalizantes no trabalho dos TGP foi o habitual atraso dos cârteres de embraiagem do fornecedor espanhol Alfisa. Este facto levou à negociação de novas quantidades a serem abastecidas por outros fornecedores metalomecânicos;
- Gama Inexistente no SIP: nesta ocorrência verificou-se um problema pouco comum, a desafetação de uma caixa do sistema por parte da Engenharia sem qualquer ordem da parte Logística. Isto levou ao facto de se aceitar produzir uma referência de caixa que o departamento de Engenharia julgou já não ser necessário manter as especificações em sistema, levando à anulação de várias ordens de fabricação. Esta referência de caixa era produzida muito esporadicamente, por ser associada a veículos bastante antigos. No entanto, definiu-se um procedimento *standard* de desafetação, que partia da logística e terminava na Engenharia, e não um processo isolado.
- Problemas na Calagem: a calagem é um processo associado à montagem de caixas e que depende fortemente das cotas de cada caixa em curso de produção. Na linha 3 surgiram alguns problemas na máquina responsável pelo processo de montagem das anilhas de calagem, levando a uma reconfiguração do PLC por parte da equipa de manutenção.
- Erro de *stockagem*: aconteceu, por vezes, faltarem elementos de fixação nas linhas de montagem, pelo facto de a logística não ter abastecido embalagens do componente. Isto deveu-se a um erro de *stockagem* de uma palete, onde não se encontrava qualquer etiqueta a indicar as informações dos componentes. Esta situação alterou-se mudando a localização da palete, colocando uma etiqueta na mesma e informando os operadores que deveriam ter mais em atenção a falta de etiquetas de referência.

- Problema na máquina 331 da linha 3/4 dos pinhões: problema muito penalizante e que apenas foi resolvido com um novo ensaio por parte da equipa da manutenção.
- Peça retida nos tratamentos térmicos: este problema foi um dos que exigiu uma análise mais profunda por parte quer dos TGP quer dos CUET's dos tratamentos térmicos. Um problema habitual estava associado à difícil gestão de prioridades nos tratamentos térmicos. Nos tratamentos térmicos, no momento de colocação das cargas em fornos, havia sempre uma preocupação em respeitar o *FIFO*. No entanto, os diferentes tempos de tratamento de cada carga levava a que fosse, por vezes, difícil quer a gestão das prioridades. Para agravar ainda mais a complexidade dos processos, não se sabiam muitas das vezes quais os elementos em maior risco de falta a jusante do processo de tratamento térmico, o que poderia ditar uma gestão de prioridades baseada não no *FIFO*, mas nas necessidades das linhas de montagem. Isto levou o departamento de informática a desenvolver um *interface* de comunicação entre os tratamentos térmicos, escuta e logística, que facilitasse a comunicação e auxiliasse a gestão de prioridades nos fornos e a rastreabilidade das cargas dentro da UET dos Tratamentos térmicos.

A eliminação de alguns destes problemas, por via das ações anteriormente descritas, possibilitou a estabilização e controlo do número de caixas modificadas. A redução do número de ordens de fabricação modificadas não foi possível, pois um dos problemas na máquina 331 da linha 3/4 de maquinação de pinhões foi bastante penalizador ao longo das duas últimas semanas da análise, obrigando a grandes mudanças no plano de produção. Acrescido a isto, a Renault teve dois períodos de greve dos trabalhadores nas últimas semanas em análise, o que contribuiu severamente para estes resultados. Semanalmente foi desenvolvido um gráfico como o da figura 33, onde está evidenciada a produção total no eixo das ordenadas e a semana em análise bem como a percentagem de caixas modificadas no programa face à produção total nas abcissas.

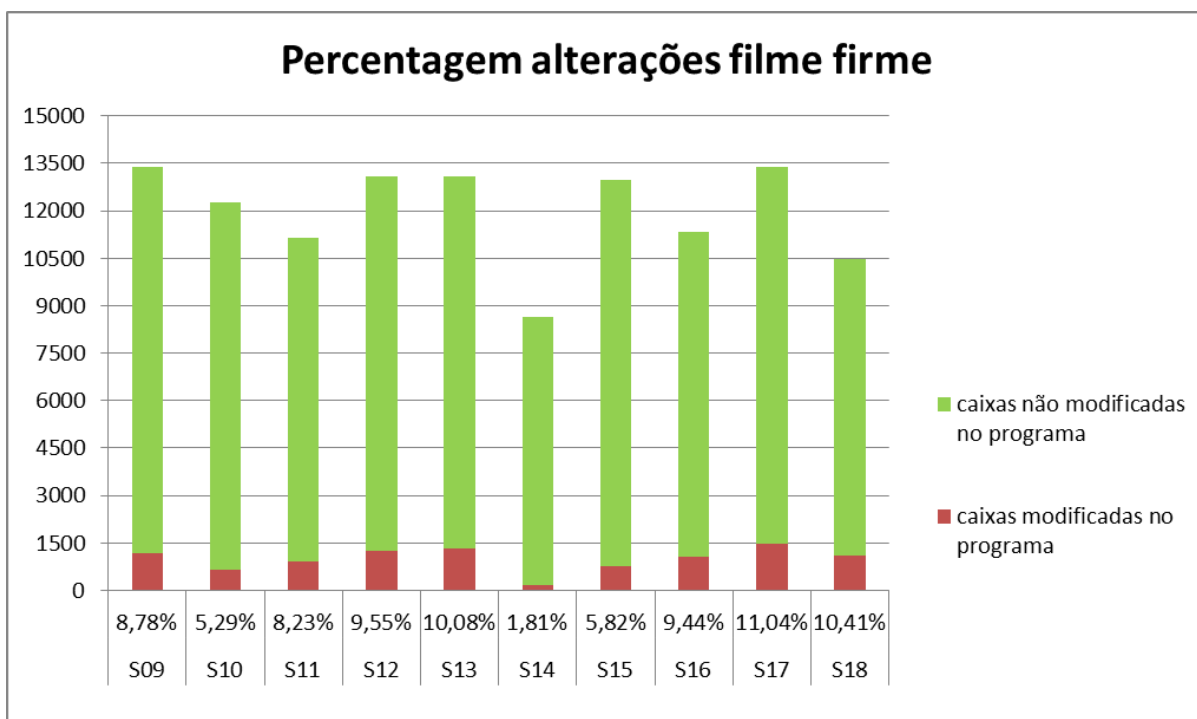


Figura 33- Percentagem Alterações Filme Firme

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuras

6.1 Conclusões

O principal objetivo deste projeto foi melhorar a eficiência e produtividade do Atelier 5, reduzindo o desperdício e o valor não acrescentado. Sobretudo na parte logística, ficaram visíveis várias melhorias que permitirão o alcance de um DSTR 30% inferior ao do ano transato. No que se refere a este indicador e à sua evolução, o facto de se definirem métodos de trabalho estandardizado, organizações que facilitem os operadores logísticos e eliminação de tarefas de valor não acrescentado possibilitará a diminuição do erro e de paragens na linha por falta de componentes. Isto não só diminuirá o DSTR como também aumentará o rendimento operacional da montagem (cujo objectivo definido para o fim do ano é, como já foi referido, o aumento de 2%).

Um outro destaque está associado à aplicação de iFA nas grandes embalagens. A automatização dos fluxos tem inúmeras vantagens e, uma das principais, prende-se com o abastecimento das quantidades certas, na altura certa, por parte de robot's AGV, o que permite a redução de stocks no bordo de linha e da ocupação do espaço de trabalho (coisa que, por sua vez, incide sobre os indicadores antes mencionados na medida em que os operadores dispõem de um posto de trabalho mais limpo e organizado e sem falta de peças para a montagem).

Um outro indicador no qual todo este projeto incidiu foi o valor de transformação da caixa JR. O facto de se reduzir o *MUDA* nos diversos processos contribuiu, seguramente, para a redução em 15% deste indicador, redução essa proposta no início deste projecto.

O seguimento do projeto *Filme firme* e a eliminação de alguns dos problemas afetos à mudança da sequência de produção planeada permitiram um controlo da taxa de respeito do programa das CV (sempre acima dos 88%), numa altura em que ocorreram inúmeras situações anómalas ao funcionamento normal da CACIA.

De um modo mais específico e detalhado este projeto originou:

- Uma subida de 3% no rendimento operacional da montagem de caixas diferenciais, possibilitando a sincronização da produção entre esta linha e a L3 do Atelier 5, onde se montam unicamente caixas JR;
- Uma mudança nos métodos de trabalho de abastecimento das pequenas embalagens, que se traduziu num aumento do tempo de inactividade. Contudo, esse tempo irá, num futuro próximo, ser utilizado para abastecer componentes *sofrastock*, libertando um operador logístico de funções no AT5 e maximizando o valor acrescentado em cada volta de abastecimento;
- A definição de uma nova organização do armazém, que irá proporcionar diminuição de tempos no *picking* (ainda que dificilmente quantificáveis, pois a organização final

não coincidiu com o término do projecto) e o aumento do valor acrescentado no espaço do armazém;

- A enumeração de algumas propostas de melhoria nos postos de montagem, possibilitando reduções no tempo de algumas operações, ganhos de postura ergonómica e garantia de qualidade no produto final;
- Uma cobertura a 100% da análise diagnóstico do Atelier 5, descrevendo a situação atual, desde as linhas de montagem até ao armazém destinado a essa mesma zona.

6.2 Trabalhos Futuros

Após o término deste projecto, e concluídas as alterações que contribuirão para a consecução dos objectivos propostos, ficaram em aberto algumas possibilidades de implementação, principalmente, no que respeita à automatização dos fluxos de abastecimento. Uma dessas possibilidades é a automatização do comboio logístico, de pequenas embalagens, ou da criação de uma zona de preparação, de uma pequena palete kit, conforme descrito no estudo do capítulo 4.5.

No entanto, após uma reunião síntese do projecto, foram definidas para o futuro algumas ações do projeto *Lean*, sendo as principais:

- A sincronização da produção dos eixos de forquilha, directamente das linhas de maquinaria e montagem de eixos no Atelier 2 para o Atelier 5 (evitando a passagem em armazém e na zona de preparações de grandes embalagens);
- A sincronização da produção de cárteres de embraiagem da linha de maquinaria de cárteres, no atelier 2, para a L3 do Atelier 5.

Será através de algumas destas implementações e do projeto desenvolvido, que se pensa chegar aos valores de DSTR propostos e à evolução dos restantes indicadores, conforme objetivado pelo diagrama *Want-to-be condition*.

Referências Bibliográficas

- Coimbra, E. A. 2013 *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. 1st edition ed. USA: McGraw-Hill Education.
- Coimbra, E. A. . 2009. *Total Flow Management: Achieving excellence with kaizen and lean supply chains*. Kaizen Institute.
- Liker, JK e Meier,D 2004. *The Toyota way – 14 management principles the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Dul, J. ; Weerdmeester, B. 2001. *Ergonomia Prática*. São Paulo: : Ed. Edgard Blucher Ltda.
- Feld, William M . 2000. *Lean Manufacturing Tools, Techniques, and How to Use Them* CRC Press.
- Fernandes, A. L. . 2011. "Modelo de abastecimento de materiais à produção". Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.
- Giordano, Francesco e Massimiliano M. Schiraldi. 2013. *On Just-In-Time Production Leveling*. Operations Management.
- Hobbs, Dennis P. 2004. *Lean Manufacturing Implementation : A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*. Boca Raton, Fla: J. Ross Pub.
- Hobbs, Dennis P. . 2003. *Lean Manufacturing Implementation : A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer*. Boca Raton, FL, USA: J. Ross Publishing, Incorporated.
- Liker, J. K. e Meier, D. . 2006. *The Toyota way fieldbook*. McGraw-Hill.
- Liker JK e D Meier, 2004. *The Toyota way – 14 management principles the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- Melton, T . 2005. *The Benefits of Lean Manufacturing, What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Chester, UK: MIME Solutions Ltd.
- Moura, D. A., & Botter, R. C. 2002. *Caracterização do Sistema de Coleta Programada de Peças, Milk Run*. Fundação Getulio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo.
- Ohno, T. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Ortiz, Chris A . 2006. *Kaizen Assembly Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line* CRC Press.
- Pinto, João Paulo 2006. *Pensamento lean - a filosofia das organizações vencedoras*. Lidel - edições técnicas, lda

Shingo, S. 1981. *Study of Toyota Production System - From an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press.

Suzaki, K. . 2010. *Gestão das operações Lean: metodologias kaizen para a melhoria contínua*. LeanOp.

Womack, J. P. e Jones, D. T., & Roos, D. 1990. *The machine that changed the world*. 14ª Edição ed.: Rawson Associates.

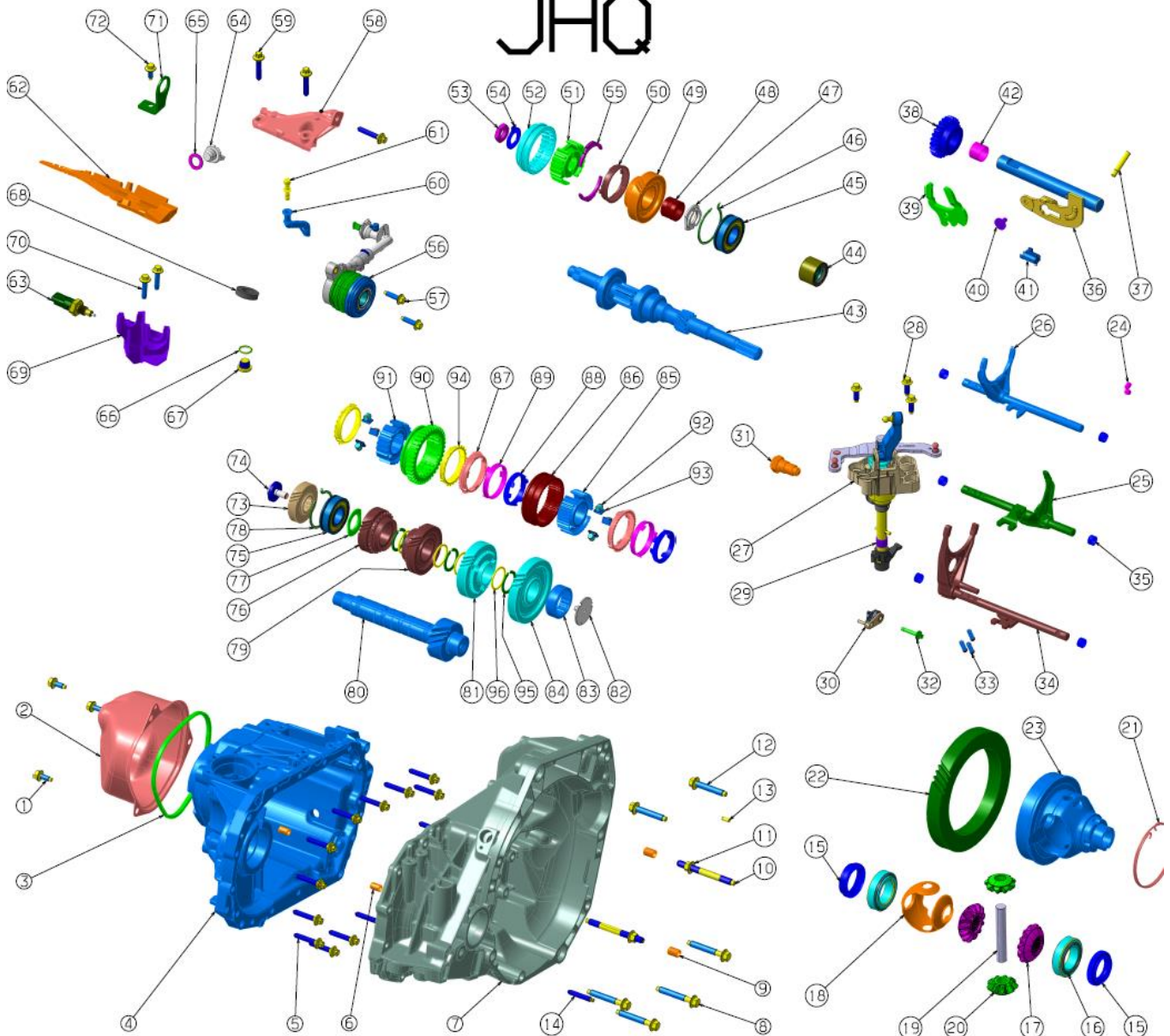
Womack, J. P. e Jones, D.T. . 2002. *Seeing the Whole: Mapping the Extended Value Stream*. Taylor & Francis.

Womack, J; Jones, D. 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2nd edition ed. UK: Free Press Business.

Zylstra, KD. 2006. *Lean distribution: applying lean manufacturing to distribution, logistics, and supply chain*. New Jersey: John Wiley and Sons.

Anexo A Componentes de uma caixa de velocidades JR

JHQ



1. VIS H EMBZ M8X125-20 8-8 SA1 GS B/PLT CYL
FLANGED H SCREW M8X125-20 8-8 SA1 GS B/PLT CYL
2. COUVERCLE ASS
COVER ASSY
3. JOINT ETANCHEITE
SEAL
4. CARTER MECANISME
HSG-MECHANISM
5. ACCOUPLEMENT CM - CED
SCREWS FIXTURES CM - CED
6. BAGUE CENTRAGE
RING-LOCATING
7. CARTER EMBRAYAGE
HSG-CLUTCH
8. ACCOUPLEMENT CED - MOTEUR
FIXTURES CED ENGINE
9. BAGUE CENTRAGE
CENTERING RING
10. COULON M10X150-78 10-9 SA3GS
STUD M10X150-78 10-9 SA3GS
11. ECRU H EMBASE M10X150 10 SA3GS
HEX FLANGED NUT M10X150 10 SA3GS
12. VIS H EMBASE M10-55 10-9 SA3GS B/PLT CYL
FLOD HEX HEAD SCR M10-55 10-9 SA3GS D.P
13. AXE 5-12,5
SFT-PRN 5-12,5
14. COULON M8X125-40,6 AUTOTAR SA10D
THREAD FORMING STUD M8-40,6 SA10D
15. JOINT ETANCHEITE SORTIE TRANSMISSION
SEAL-TRANS OUTPUT
16. ROULEMENT ROULEAU CONIQUE
MOVEMENT CONICAL ROLLER
17. PIGNON PLANETAIRE
PIGION PLANETAIRE
18. COQUILLE FROTTEMENT
SHELL-FRICTION
19. AXE PIGNON SATELLITE
SHIFT-PLANET GEAR
20. SATELLITE
RING-PLANETARY GEAR PIGNON STOP
21. JONC ARRET
RING-SHAFT
22. COURONNE PONT
GEAR-RING AXLE
23. BOITIER DIFFERENTIEL
HSG-DIFF
24. DOIGT INTERVERROUILLAGE
PAWL-INTERLOCK

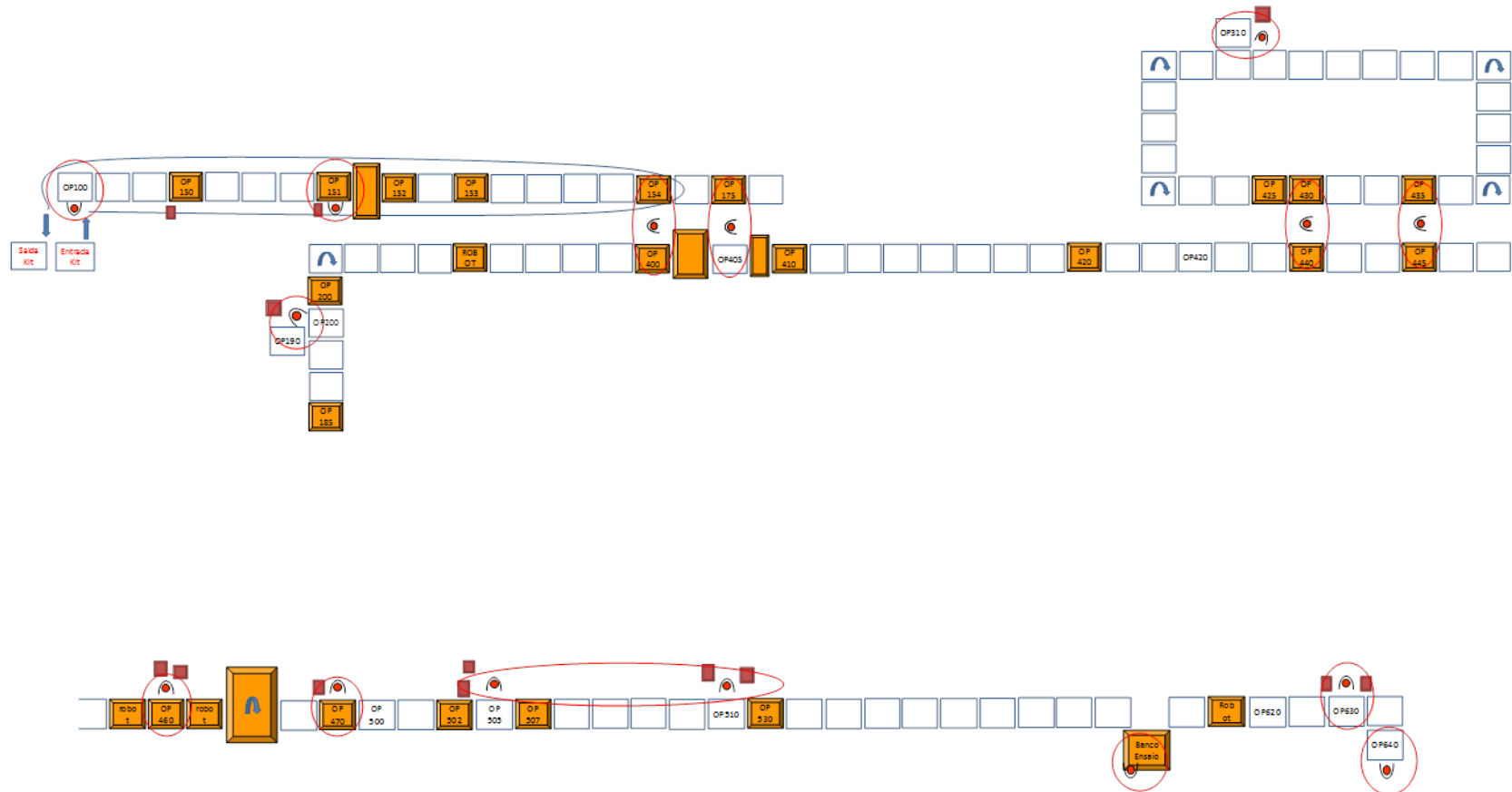
25. AXE FOURCHETTE 1ERE 2EME ASS
RAIL ASSY-SHIFT, 1ST 2ND
26. AXE FOURCHETTE 3EME-4EME ASS
RAIL ASSY-SHIFT, 3RD-4TH
27. LEVIER COMMANDE ASS
LEVER ASSY-COMT
28. VIS H EMBASE M8X1,25-24 8-8 SA3GS
FLOD HEX HEAD SCR M8X1,25 8-8 SA3GS
29. BAGUE PALIER AXE PASSAGE VITESSE
RING-GRD, GEAR SHIFT SFT
30. LOQUETEAU INTERDICTION MARCHE AR EOP
LATCH-COMPL REV INHIBITION
31. CARTOUCHE BILLAGE
SPRING-SHIFT BALL BRG
32. VIS X EMBASE M6X1,00-30
SCN-FLG X EXT M6X1,00 - 30
33. CARTOUCHE BILLAGE
SPRING-SHIFT BALL BRG
34. AXE FOURCHETTE 5EME ASS
SFT ASSY-SHIFT FORK, 5TH
35. BAGUE GUIDAGE
RING-GUIDE
36. SUPPORT BASCULEUR MARCHE AR ASS
SUPT ASSY-REVERSE SWITCH
37. AXE MAINTIEN MARCHE ARRIERE
PIN-REVERSE GEAR RET
38. PIGNON INTM MARCHE AR ASS
GEAR ASSY-INTERMEDIATE REV
39. BASCULEUR MARCHE AR
ROCKER-REVERSE
40. AXE BASCULEUR MARCHE AR
SFT-ROCKER, REV
41. CARTOUCHE VERROUILLAGE MAR
CARTRIDGE-REVERSE LOCK
42. BAGUE 23X25
RING 23x25
43. ARBRE PRIMAIRE
SFT-INPUT
44. PALIER ARBRE PRIMAIRE CARTER EMBRAYAGE
BRG-CLUTCH HSG INPUT SHFT
45. ROULEMENT BILLE
BRG-BALL
46. ANNEAU ARRET
RING-STOP
47. RONDELLE APPUI
WASHER-SUPT
48. BAGUE SOUS PIGNON FOU 5EME
RING-UNDER IDLER 5TH

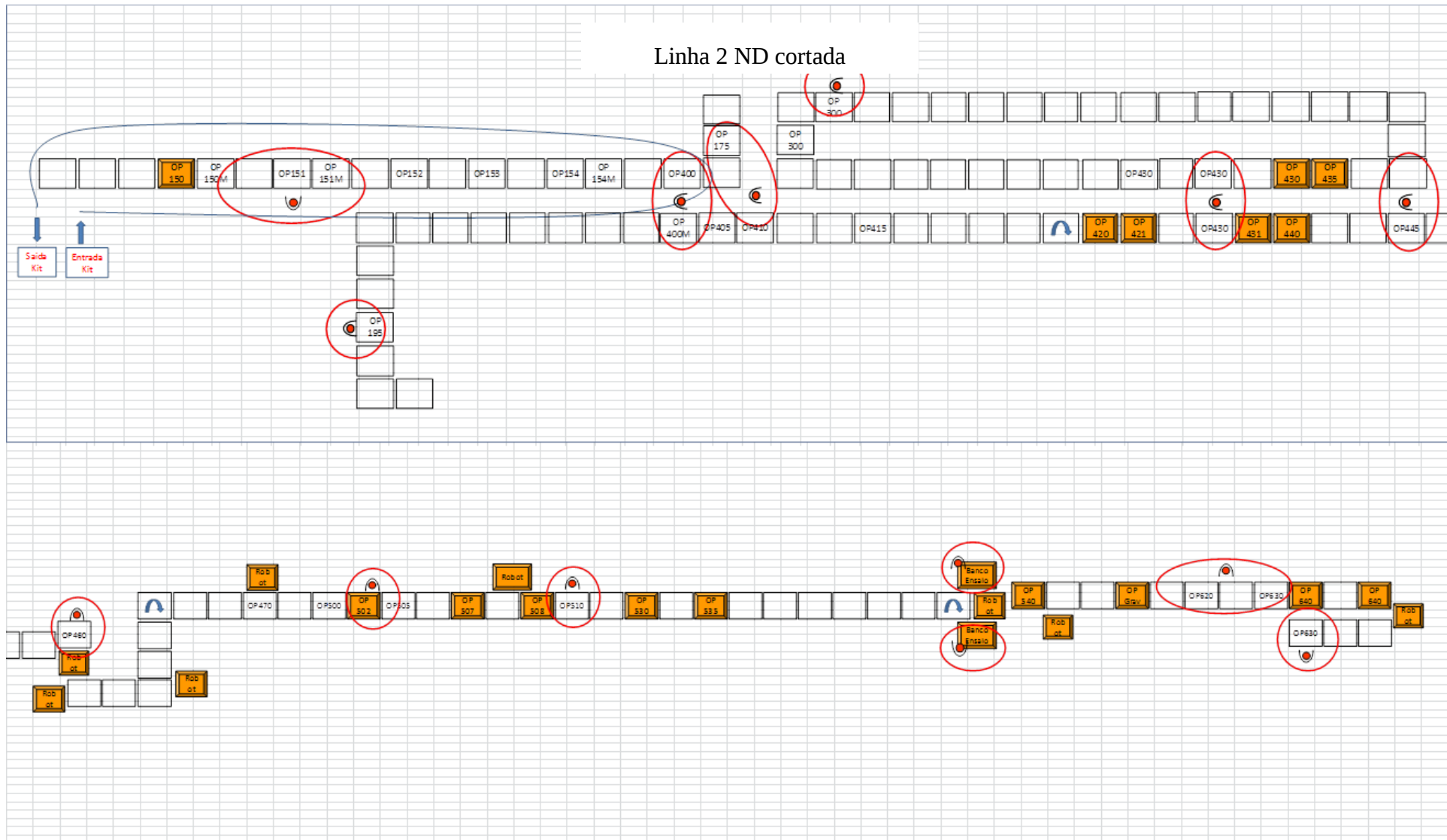
49. PIGNON FOU 5EME
GEAR-LOLER 5TH
50. ANNEAU SYNCHRONISEUR
RING-SYNCHRO BLOCKING
51. MOYEU 5EME
HUB-5TH
52. BALADEUR 5EME
GEAR-SLIDING, 5TH
53. ECRU SERRAGE ARBRE PRIMAIRE
NUT-INPUT SHFT MTG
54. RONDELLE ANTI DESSERRAGE INDEXEE
WASH-LOCK, INDEXED
55. LEVIER
LEVER
56. RECEPTEUR CONCENTRIQUE HYDRAULIQUE
RECEIVER-HYDRAULIC, CONCENTRIC
57. VIS H EMBASE M8X125-29 8-8 SA3GS
FLOD HEX HEAD SCR M8X125-29 8-8 SA3GS
58. RENFORT ACOUSTIQUE
REINF-ACOUSTIC
59. VIS X EXT EMBASE M8-43 10-9 SA2GD
6 EXT LOBES FLOD SCREW M8-43 10-9 SA2GD
60. RENIFLARD INTERIEUR
BREATHER INT
61. RACCORD 2 VOIE
CONN-SHWY
62. GOULOTTE GRAISSAGE
OILT-LUB
63. CONTACTEUR MARCHE ARRIERE
SW-REVERSE
64. BOUCHON M18 X1,50
CAP M18X1,50
65. JOINT BOUCHON REMPLISSAGE HUILE
OIL FILLER PLUG SEAL
66. JOINT 16
SEAL 16
67. BOUCHON M16 X 1,50
CAP M16X1,50
68. PASTILLE MAGNETIQUE
DISK-MAGNETIC
69. ARRET GAINE
STRA-CABLE
70. VIS FIX ARRET GAINE CABLE COMMANDE
SCR-MTG, CONT CABLE STOPPER
71. ANNEAU LEVAGE BOITE VITESSE
RING-TRANS HOIST
72. VIS X EXT EMBASE M8-18 8-8 SA1GS
6 EXT LOBES FLOD SCREW M8-18 8-8 SA1GS

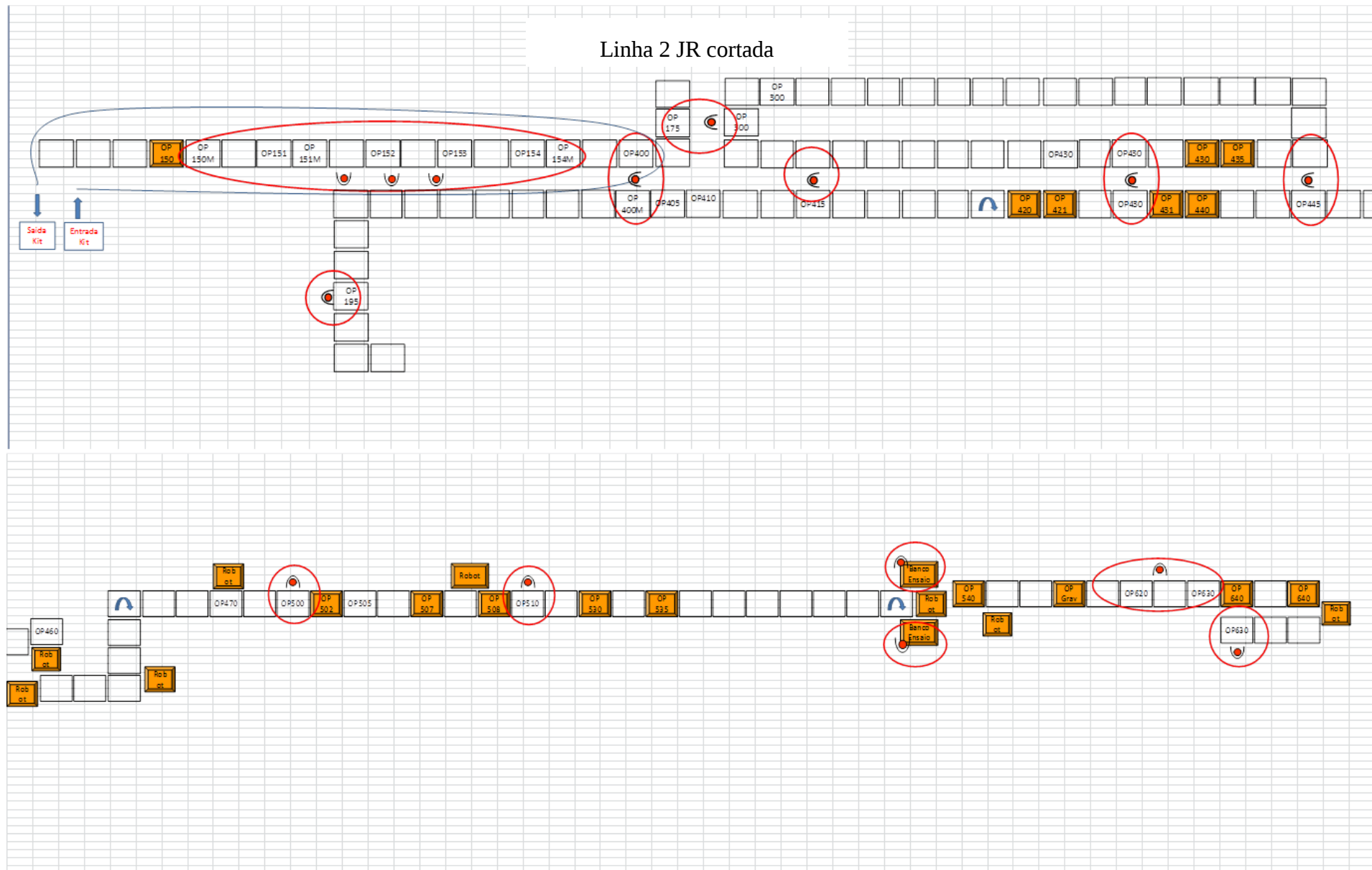
73. PIGNON FIXE 5EME
GEAR-FIXED 5TH
74. VIS FIXATION PIGNON FIXE 5EME
SCR-FIXED 5TH GEAR PIGNON MTG
75. ROULEMENT BILLE
BALL BEARING
76. PIGNON FOU 4EME
GEAR-LOLER 4TH
77. RONDELLE APPUI
WASHER-SUPT
78. ANNEAU ARRET
RING STOP
79. PIGNON FOU 3EME
GEAR-LOLER 3RD
80. ARBRE SECONDAIRE
SFT-OUTPUT
81. PIGNON FOU 2EME
GEAR-LOLER 2ND
82. DEFLECTEUR HUILE
BAFFLER-OIL
83. DOUILLE ROULEAU
BUSH-ROLLER
84. PIGNON FOU 1ERE
GEAR-LOLER 1ST
85. MOYEU 1ERE 2EME DOUBLE CONE
HUB 1ST 2ND DOUBLE CONE
86. BALADEUR 1ERE 2EME
GEAR 1ST & 2ND
87. ANNEAU SYNCHRONISEUR SUP 1ERE 2EME
RING-SYNCHRO, SUP 1ST 2ND
88. ANNEAU SYNCHRONISEUR INF 1ERE 2EME
RING-SYNCHRO, 1ST 2ND LWR
89. ANNEAU FRICTION DOUBLE CONE
RING-FRICTION, DBL CONE
90. BALADEUR 3EME 4EME
GEAR-SLIDING 3RD 4TH
91. MOYEU 5EME 4EME
HUB 3RD 4TH
92. CALET SYNCHRONISEUR
ROLLER-BULK RING
93. RESSORT SYNCHRONISATION
SPR-BULK
94. ANNEAU SYNCHRONISEUR
RING-SYNCHRO BLOCKING
95. ANNEAU ARRET
RING-STOP
96. RONDELLE CANNELEE
WASH-SEPARATED

Anexo B Kit Introduction Ratio

Linha 3 cortada







Anexo C Síntese Kaldeidoscópio + Operações não Cíclicas

Folha Kaleidoscopio

KALEIDOSCOPIO PEÇAS	UET:		OBSERVADOR:
---------------------	------	--	-------------

	Princípio			Elemento de medida 0 = CRITERIO OK 1 = CRITERIO Não OK	Operação																			
					peça em análise																			
L i n h a P r i n c i p a l	Não Escolher	1	Ver todas as peças	Todas as peças estão visíveis																				
		2	Não selecionar peças	Uma peça, um órgão																				
		3	Não contar, não devolver	Quantidade de peças justa. Não é necessário contar nem devolver.																				
	Não Andar	4	Não deslocar-se	Pegar e montar em 1 passo																				
		5	Não agachar-se, não esticar-se	As peças estão entre 70 e 160 cm (altura)																				
		6	No estirar el codo/braço	No esticar braço																				
	Pegar de uma só vez	7	Não trocar de mão	Não trocar as peças de mão																				
		8	Não dar a volta, girar	As peças estão na posição de montagem																				
		9	Não sacar, tirar	Posso pegar sem elevar peça mais de 5cm																				
		10	Não manipular, não desenredar	Posso pegar sem manipular, ou desenredar.																				
		11	Não deixar temporalmente	Não realizar deixadas temporais																				
	Montagem	13	Rotação operador	Rotação do operador < 90°																				
		14	Não deixar temporalmente (no posto de montagem)	No realizar ensambles temporales entre coger y ensamblar final																				
	Danos	15	Prevenir os danos	As peças não interferem entre elas (não existe risco de choque entre elas)																				
		16	Não ciclicas	Nº de não ciclas / turno																				
Total perda temporal por componente																								

Sínese Kaleidoscopio + Operações não cíclicas

L3	Posto de Trabalho	151	154	175/180	190	200	300	400	405	430	435	445	460	468	470	500	505	510	630	650
	Perda temporal na montagem (derivado da análise de princípios) kaleidoscopio cmin	7,08	10,14	4,2	3,12	8,58	10,8	12,84	5,64	5,46	5,52	1,92	2,16	2,88	2,64	7,68	5,28	12,24	11,82	2,4
	%média VA posto	93	88	85	90	91	85	88	93	88	59	93	82	91	88	87	90	88	87	92
	operações não cíclicas (média/turno)	78				17	364	36	121	56		10		4	61	6	2	23	30	147
L2 ND	Posto de Trabalho	150	151	151M	152	153	154M	175/180	195	300	415	430	445	500	510	620	650			
	Perda temporal na montagem (derivado da análise de princípios) kaleidoscopio	16,32	2,88	0,96	9,36	0,96	15	5,64	5,64	1,92	10,32	4,5	7,2	5,28	7,4	4,8	1,44			
	%média VA posto	88	93	93	90	93	82	90	88	93	89	89	82	89	85	90	87			
	operações não cíclicas (média/turno)	55			21		9	114	71	6	35	28		34		14				
L2 JR	Posto de Trabalho	150	151M	154M	175/180	195	200	300	400	410	430	435	445	460	500	505	530	620	650	
	Perda temporal na montagem (derivado da análise de princípios) kaleidoscopio	7,8	0	9,66	1,2	3,12	5,88	10,68	16,92	9	21,7	21,7	5,52	5,52	4,92	8,52	8,64	5,76	1,92	
	%média VA posto	91	100	84	87	89	87	84	84	88	82	82	53	88	92	88	87	89	90	
	operações não cíclicas (média/turno)		78				1	364	36		56		10		6	2	23	34	147	

Picking L2	Perda temporal na montagem (derivado da análise de princípios) kaleidoscopio	23,6
	operações não cíclicas (média/turno)	2365ND+555JR
Picking L3	Perda temporal na montagem (derivado da análise de princípios) kaleidoscopio	20,52
	operações não cíclicas (média/turno)	572
Montagem baladeres	operações não cíclicas (média/turno)	926

Anexo D Observação das Actividades dos Operadores L2 L3 JR

REPARTIÇÃO Actividades L2																	
ACTIVIDADES	Actividade de Valor Acrescentado	Postos															TOTAL
		OP 100	OP 151	OP 195 / 200	OP 400	OP 410 / 175	OP 300	OP 430	OP 445	OP 460	OP 502 / 505	OP 510	OP 546	OP 545	OP 620	OP 650	
Pegar PEÇA (PEGAR JANELA ERG)	S	68%	41%	34%	41%	54%	55%	46%	42%	71%	55%	65%	41%	45%	49%	32%	49%
PEGAR/DESL. COM PEÇA	N	10%	1%	8%	20%	0%	16%	3%	17%	0%	5%	4%	0%	0%	1%	16%	7%
DESLOÇAR SEM PEÇA	N	6%	7%	10%	14%	23%	6%	17%	14%	0%	20%	6%	0%	0%	0%	13%	9%
ACTIVIDADE LOGISTICA	N	10%	0%	10%	1%	2%	10%	3%	1%	1%	0%	3%	0%	0%	4%	7%	3%
CONTROLO, MARCAÇÃO PEÇAS	N	0%	4%	4%	0%	0%	0%	6%	6%	0%	6%	8%	8%	0%	9%	19%	5%
INACTIVIDADE	N	0%	34%	25%	17%	14%	10%	19%	13%	20%	6%	9%	47%	55%	18%	1%	19%
OUTROS	N	7%	12%	9%	7%	7%	3%	6%	7%	9%	8%	5%	4%	0%	20%	12%	8%

Repartição Actividades L3															
		Postos													TOTAL
ACTIVIDADES	Actividade Valor Acrescentado	OP 100 / 102	OP 151	OP 190 / 200	OP 400	OP 405 / 175	OP 320	OP 430	OP 445	OP 460 / 468	OP 470 / 500 / 505	OP 510	OP 630	OP 650	
Pegar/Montar PEÇA (PEGAR JANELA ERG)	S	58%	41%	69%	37%	52%	69%	38%	53%	43%	48%	68%	86%	42%	54%
PEGAR/DESL. COM PEÇA	N	13%	2%	3%	24%	1%	2%	10%	19%	7%	9%	0%	0%	17%	8%
DESLOÇAR SEM PEÇA	N	9%	0%	1%	22%	24%	0%	23%	16%	16%	29%	5%	0%	11%	12%
ACTIVIDADE LOGISTICA	N	12%	9%	7%	2%	5%	11%	1%	1%	0%	3%	4%	1%	13%	5%
Validações; Controlos; Manutenção	N	4%	11%	5%	7%	7%	9%	11%	10%	4%	8%	14%	9%	17%	9%
INACTIVIDADE	N	3%	37%	15%	8%	11%	9%	17%	1%	5%	2%	8%	3%	1%	9%
Apertar aparaf.	N	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	2%

Anexo E Levantamento Fluxos de Abastecimento AT5

FLUXO	Lote Transportado	Total Distancia (ida/volta)	N Vezes/ Turno	KPI distancia	Operador	Como
TOURNÉES (VOLTAS) INVENTÁRIO NO BDC + PREPARAÇÃO NO TÚNEL + ABASTECIMENTO NA LINHA	120,0	4550,0	5,0	910,0	VOLTAS	CHARLATTE
MODULOS DE COMANDO JRQ	200,0	1929,0	3,0	643,0	VOLTAS	CHARLATTE
CONE ROL. DIFER. JRQ	1657,5	235,7	0,4	651,0	VOLTAS	CHARLATTE
CUVETTE DIFF JRQ	4186,0	93,3	0,1	651,0	VOLTAS	CHARLATTE
EIXO FORQUILHA 1/2 ASS JRQ	384,0	698,4	1,6	447,0	VOLTAS	CHARLATTE
EIXO FORQUILHA 3/4 ASS JRQ	384,0	698,4	1,6	447,0	VOLTAS	CHARLATTE
EIXO FORQUILHA 5ª ASS JRQ	384,0	698,4	1,6	447,0	VOLTAS	CHARLATTE
GEAR-SET JRQ PREPARAÇÃO E ABASTECIMENTO DE BASES ROLANTES	48,0	400,0	12,5	32,0	VOLTAS	A PÉ
ABASTECIMENTO PEÇAS	600	541	1,0	541	SOFRASTOCK	CHARLATTE
INVENTÁRIO PEÇAS SOFRASTOCK	600	350	1,0	350	SOFRASTOCK	A PÉ
EIXO + PINHÃO MATRÁS MONTADO AT2 => AT5 JRQ	288	667	2,1	320	KANBAN	CHARLATTE
KANBAN GRANDE EMBALAGEM CM JRQ (48 / UM) CED JRQ (45 / UM) BDF JRQ (48 / UM) TAMPA 5A MB 1/2 JR(para as duas linhas) MB 3/4 JR (para as duas linhas) MB 5 JR (para as duas linhas) ANEL FRICÇÃO JR (para as duas linhas) RECOLHE O PRODUTO TERMINADO DA CAIXA DIFERENCIAL JR (LINHA MD81)	45	6587	13,3	494	KANBAN	CHARLATTE
ABASTECIMENTO PARAFUSOS DE COSTURA JRQ	200	1350	3,0	450	KANBAN	CHARLATTE
PRODUTO TERMINADO BV LINHA DE MONTAGEM ==> ARMAZÉM CV PT	36	5100	16,7	306	FIM DE LINHA	CHARLATTE

FLUXO	Lote Transpo rtado	Total Distancia (ida/volta)	N Vezez/T urno	KPI distancia	Quem	Como
TOURNÉES DE INVENTÁRIO + PREPARAÇÃO TUNEL + ABASTECIMENTO (VOLTAS) 4X - 2/2 HORAS + 1X - 8/8 HORAS	106,0	4930,0	5,0	986,0	VOLTAS	CHARLATTE
KANBAN GRANDE EMBALAGEM CM ND4 (27 / UM) CED ND4 (36 / UM) BDF ND4 (48 / UM) MODULE COMANDE ND4 ALAVANCA COMANDO ND4 MB 1/2 JR (para as duas linhas) MB 3/4 JR (para as duas linhas) MB 5 JR (para as duas linhas) ANEL FRICÇÃO JR (para as duas linhas)	27,0	9716,7	19,6	495,0	KANBAN	CHARLATTE
COROAS ND4 + PARAFUSOS FIXAÇÃO COROA ND4 FLUXO CPL JAPÃO ==> L2 ABASTECIDO AO POSTO POR MOD DO CPL JAPÃO	144,0	2252,5	3,7	612,0	CPL	EMPILHADOR
PIMAR -- PIGNON INTER MAR ASS ND4 (CONTENTOR AO FILME) 2 REFERÊNCIAS ABASTECIDO AO POSTO POR MOD DO CPL JAPÃO DESEMBALADO E ABASTECIDO NA ESTANTE PELO MOD DAS VOLTAS	288,0	1227,5	1,8	667,0	CPL	EMPILHADOR
EIXOS FORQUILHA ND4 (ESTANTE ROLANTE SHOOTER) 4 REFERÊNCIAS NECESSÁRIO PREPARAR NO ARMAZÉM, TRANSPORTAR E FAZER PASSAGEM NO POSTO, RECOLHER AS EMBALAGENS VAZIAS E ARRUMAR NO ARMAZÉM	72,0	3459,7	7,4	470,0	VOLTAS	CHARLATTE
GEAR-SET ND4 TRANSPORTADO E ABASTECIDO NA ESTANTE POR MOD DO CPL JAPÃO	48,0	6757,5	11,0	612,0	CPL	EMPILHADOR
ESTANTE ROLANTE TOURNÉE 22 - PREP MIOLOS BALADEURS 3/4 E 5/6 ND4 7 REFERÊNCIAS - VER LISTA AUTONOMIA MINIMO 2 HORAS	133,0	2296,5	4,0	576,3	VOLTAS	CHARLATTE
ESTANTE ROLANTE TOURNÉE 19 - PREP MIOLOS BALADEURS 1/2 ND4 4 REFERÊNCIAS - VER LISTA AUTONOMIA MINIMO 4 HORAS	265,0	1152,6	2,0	576,3	VOLTAS	CHARLATTE
TOURNÉE 20 - PEÇAS JAPÃO ABASTECIDO NAS ESTANTES POR MOD DO CPL JAPÃO	530,0	523,0	1,0	523,0	CPL	EMPILHADOR
TOURNÉE 21 - PEÇAS JAPÃO ABASTECIDO NAS ESTANTES POR MOD DO CPL JAPÃO	530,0	523,0	1,0	523,0	CPL	EMPILHADOR
ABASTECIMENTO PEÇAS SOFRASTOCK	530,0	541,0	1,0	541,0	SOFRASTOCK	CHARLATTE
INVENTÁRIO PEÇAS SOFRASTOCK	530,0	350,0	1,0	350,0	SOFRASTOCK	A PÉ
PIMAR -- PIGNON INTER MAR ASS ND4 (CONTENTOR AO FILME) 2 REFERÊNCIAS ABASTECIDO AO POSTO POR MOD DO CPL JAPÃO DESEMBALADO E ABASTECIDO NA ESTANTE POR MOD VOLTAS	48,0	77,3	11,0	7,0	VOLTAS	A PÉ
ABASTECIMENTO PARAFUSOS DE COSTURA ND	200,0	1311,8	2,7	495,0	KANBAN	CHARLATTE
KANBAN DA LINHA 2 - PREPARAÇÃO DOS CONJUNTOS GEAR-SET JR PARA A L3	48,0	1190,0	14,0	85,0	KANBAN	A PÉ
TOURNÉE 20 - PEÇAS JAPÃO EXECUÇÃO DA TOURNÉE NO TERMINAL RÁDIO	530,0	350,0	1,0	350,0	CPL	A PÉ
TOURNÉE 21 - PEÇAS JAPÃO EXECUÇÃO DA TOURNÉE NO TERMINAL RÁDIO	530,0	350,0	1,0	350,0	CPL	A PÉ
PRODUTO TERMINADO BV LINHA DE MONTAGEM ==> ARMAZÉM CV PT (E RETORNO DE EMBALAGENS VAZIAS)	24,0	7618,8	22,1	345,0	FIM DE LINHA	CHARLATTE

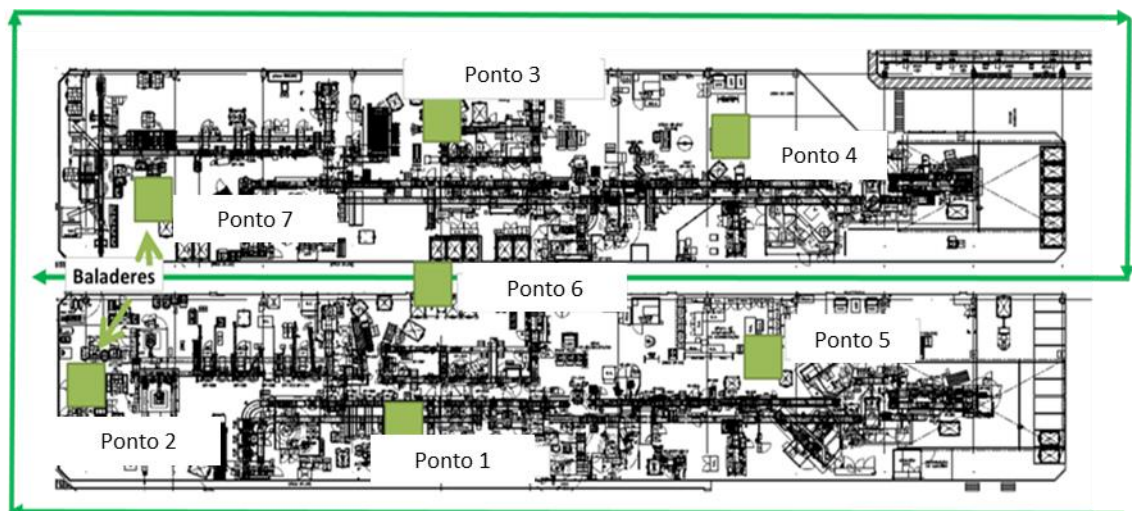
FLUXO	Lote Transportado	Total Distancia (ida/volta)	N Vezes/ Turno	KPI distancia	Quem	Como
TOURNÉES (VOLTAS) INVENTÁRIO NO BDC + PREPARAÇÃO NO TÚNEL + ABASTECIMENTO NA LINHA 4X - (2/2 HORAS) + 1X - (8/8 HORAS)	106,00	4930,00	5,00	986,00	VOLTAS	CHARLATTE
MODULOS DE COMANDO JRQ	200,00	1749,00	2,65	660,00	VOLTAS	CHARLATTE
7701716626--CONE ROL. DIFER. JRQ	1657,50	217,12	0,32	679,00	VOLTAS	CHARLATTE
7701716625--CUVETTE DIFF JRQ	4186,00	85,97	0,13	679,00	VOLTAS	CHARLATTE
8201262818--AXE FOURCHETTE 1ERE ZEME ASS JRQ	384,00	625,23	1,38	453,00	VOLTAS	CHARLATTE
8201262856--AXE FOURCHETTE 3EME 4EME ASS JRQ	384,00	625,23	1,38	453,00	VOLTAS	CHARLATTE
8201262902--AXE FOURCHETTE 5EME AR ASS JRQ	384,00	625,23	1,38	453,00	VOLTAS	CHARLATTE
8200313127--EIXO + PIMAR MONTADO AT2 => AT5 JRQ (para as duas linhas - normalmente 2 carros de cada vez)	288	766	2	416	KANBAN	CHARLATTE
KANBAN GRANDE EMBALAGEM CM JRQ (48 / UM) CED JRQ (45 / UM) BDF JRQ (48 / UM) TAMPA 5A MB 1/2 JR(para as duas linhas) MB 3/4 JR (para as duas linhas) MB 5 JR (para as duas linhas) ANEL FRICÇÃO JR (para as duas linhas)	45	5830	12	495	KANBAN	CHARLATTE
ABASTECIMENTO PEÇAS SOFRASTOCK	530	541	1	541	OFRASTOC	CHARLATTE
INVENTÁRIO PEÇAS SOFRASTOCK	530	350	1	350	OFRASTOC	A PÉ
GEAR-SET JRQ PREPARAÇÃO E ABASTECIMENTO DE BASES ROLANTES	48,00	1402,29	11,04	127,00	VOLTAS	A PÉ
ABASTECIMENTO PARAFUSOS DE COSTURA JRQ	200	1246	3	470	KANBAN	CHARLATTE
PRODUTO TERMINADO BV LINHA DE MONTAGEM ==> ARMAZÉM CV PT (E RETORNO DE EMBALAGENS VAZIAS)	36	5079	15	345	IM DE LINHA	CHARLATTE
KANBAN DA LINHA 2 - PREPARAÇÃO DOS CONJUNTOS GEAR-SET JR PARA A L3	48	1190	14	85	KANBAN	A PÉ

Anexo F Observação Actividade Operador Logístico Pequenas Embalagens

OPERADOR	L3	L2	%
TRANSPORTE COM CARGA (CONTENTORES CHEIOS)	00:08:28	00:01:43	3,4%
TRANSPORTE COM CARGA (CONTENTORES VAZIOS)	00:05:55	00:02:02	2,7%
TRANSPORTE LIVRE (CHARLATTE SEM NADA)	00:04:35	00:07:38	4,1%
MANOBRAS (UTILIZAR EMPILHADOR)	00:17:43	00:07:30	8,5%
CAMINHAR LIVRE (SEM NADA)	00:00:27	00:06:02	2,2%
CAMINHAR CARREGADO (COM PEÇAS OU CAIXAS)	00:08:31	00:06:35	5,1%
MANIPULAÇÕES MANUAIS (atrelar / desatrelar bases rolantes) (plasticos/cartão/termoform/etc)	00:06:09	00:09:20	5,2%
REALIZAR TOURNÉE DE INVENTÁRIO NA LINHA	00:08:10	00:07:46	5,4%
CARREGAR BASE ROLANTE COM CAIXAS	00:06:45	00:06:17	4,4%
ABASTECER EMBALAGENS CHEIAS ESTANTES DA LINHA	00:17:13	00:03:08	6,9%
RECOLHER EMBALAGENS VAZIAS ESTANTES DA LINHA	00:06:31	00:03:02	3,2%
ABASTECER EMBALAGENS PICKING	00:12:55	00:05:37	6,3%
RECOLHER EMBALAGENS PICKING	00:08:22	00:09:46	6,1%
SEPARAR E ARRUMAR EMBALAGENS VAZIAS AT1 PN	00:00:00	00:06:12	2,1%
SEPARAR E ARRUMAR EMBALAGENS VAZIAS ARMAZÉM	00:02:27	00:00:46	1,1%
ENCICLAGEM DE PEÇAS	00:03:30	00:03:52	2,5%
CONTROLO DA PRODUÇÃO / MERCADORIA (administrativo)	00:11:56	00:11:46	8,0%
EM ESPERA - INACTIVO	00:08:18	00:09:04	5,9%
LANCHE / PAUSA CIGARRO /CAFÉ	00:30:22	00:17:55	16,3%
OUTROS / REALIZAÇÃO DE ACTIVIDADES DESNECESSÁRIAS	00:01:07	00:00:00	0,4%
TOTAL	02:49:24	02:06:01	100,0%

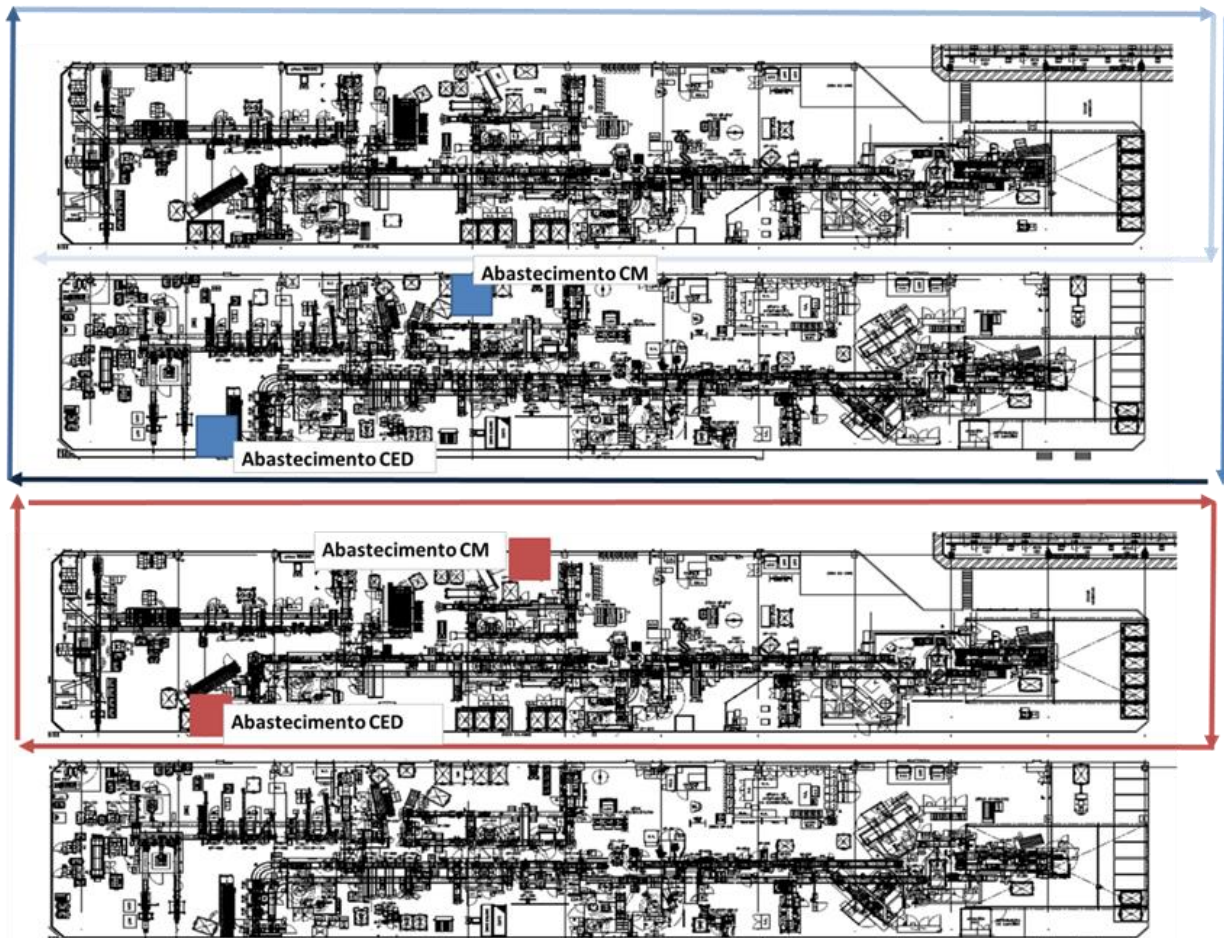
Anexo G- Estudo zona de preparação Grandes Embalagens

Pontos abastecimento kanban e frequência de chamada do agv ao posto por necessidade de cada peça



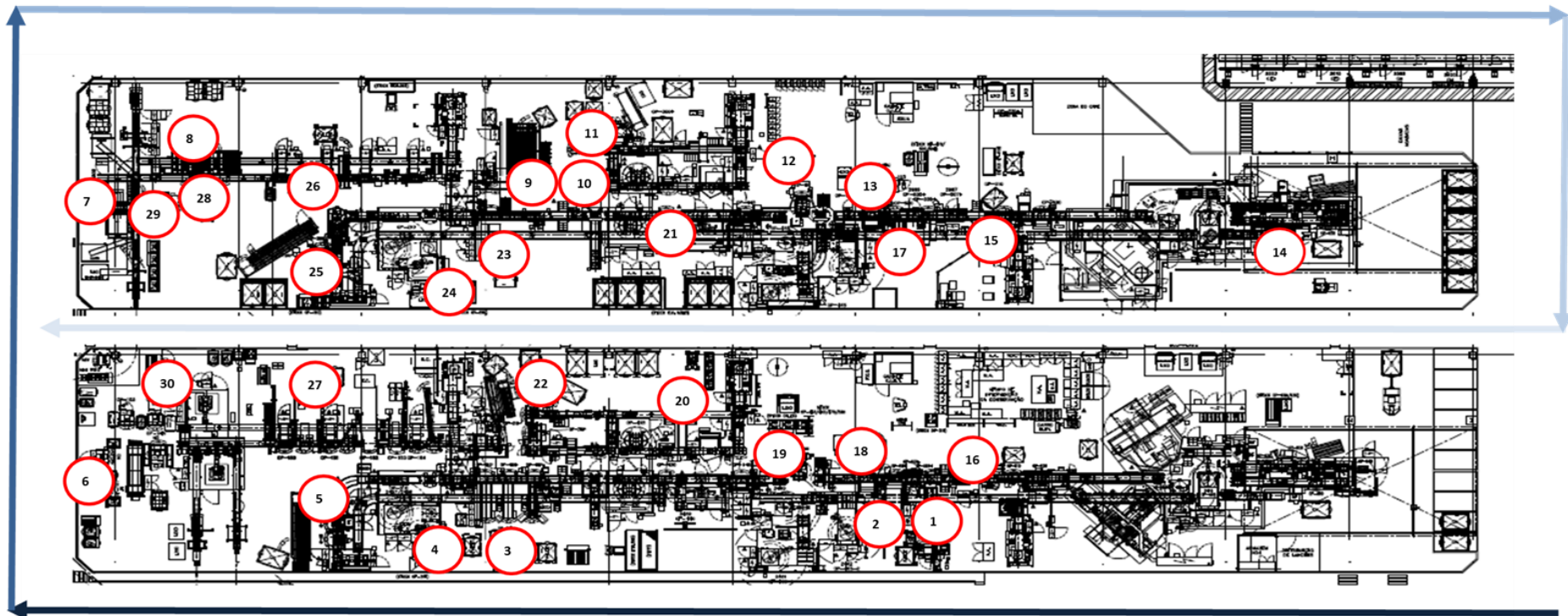
Nº ponto paragem	Peça	Quantidade peças	Nº contentores equipa => frequência chamada kanban ao posto por turno	Dimensão base
1	Alavanca Comando ND	360	0,83	1200x1000
	Modulo comando ND	300	1,00	1200x1000
	MAR JR MB02	144	1,74	700x820
	Eixo 3/4 JR MB02	384	0,65	1200x1000
	Eixo 5 JR MB02	384	0,65	1200x1000
	Cuvettes JR MB02	4187	0,06	esp. peq
2	MAR ND	288	1,04	esp. Gr
	Anel intermedio JR Mesa B	3240	0,04	800x600
	Balader 1/2 JR Mesa B	462	0,54	800x600
3	Eixo 1/2 JR MB03	384	1,54	1200x1000
	Rolamentos Diff MB03	3315	0,09	esp. peq
	MAR JR MB03	144	4,10	700x820
4	Tampa 5ª JR MB03	210	2,81	1200x1000
5	Tampa 5ª JR MB02	210	1,19	1200x1000
6	Eixo 3/4 JR MB03	384	1,54	1200x1000
	Eixo 5 JR MB03	384	1,54	1200x1000
	Rolamentos Diff MB02	3315	0,04	esp. Peq.
	Cuvettes JR MB03	4187	0,14	esp. Peq.
	Coroa ND	144	2,08	esp. gR
7	Balader 1/2 JR Mesa A	462	1,28	800x600
	Balader 3/4 JR MB02	432	0,58	800x600
	Balader 3/4 JR MB03	432	1,37	800x600
	Eixo 1/2 JR MB02	384	0,65	1200x1000
	Balader Kyowa	630	1,33	800x600
	Anel intermedio JR	3240	0,09	800x600

Fluxos de abastecimento AGV cárteres



Anexo H Standardização das Bases Rolantes+Planos de Abastecimento operadores PE

Abastecimentos JR



Bases 1+2 Plano Abastecimento					
Ponto Abastecimento	base	refs	PDT	Code + designation I2	NºUC abastecidas no PDT
1 15	1	7700422630	M281D-510- M388G-505-	CONTACTOR MAR JRQ Laranja JRQ*156	2
1 15	1	8200771472	M281D-510- M388G-505-	CONTACTEUR BI FONCTI JRQ*147	2
1 17	2	8200367224	M281D-510- M387G-500-	ARRET GAINÉ J84 JRQ*156	10
2 14	1	8200177718	M388G-505- M278D-500-	CONTACTEUR BI FONCTI JRQ / ND4	2
2 15	1	8200448635	M278D-500- M388G-505-	ANEL DE ELEVAÇÃO JRQ	2
3 23	2	329801742R	M275D-410- M321G-400-	MASSA PENDULAR EIXO COMANDO KAIZEN JR	8
4 24	1	7701717671	M269D-210- M378D-210	CUVETTE ARBRE SECONDAIRE/CED JR	4
5 25	1	8200142677	M266D-190- M375D-190-	DOUILLE A ROULEAUX JR	6
30	1	8200438506	P372D-245-	LEVIER SINCRONIZADOR KYWOA	1
30	1	8200576507	P372D-240-	ANEL SINCRONIZAÇÃO KYWOA	1
6 30	1	8201129129	P258D-100- P372D-245-	ANEL INF CARBONO JR	4
6 30	1	8201129130	P258D-100- P372D-245-	ANEL SUP CARBONO JR	4
6 30	1	8200641274	P258D-100- P372D-245-	ANNEAU INF DOUBLE CONE JR	4
6 30	1	8200641279	P258D-100- P372D-245-	ANNEAU SUP DOUBLE CÔNE JR	4
7 8	1	7701717672	K363G-100- K257G-100-	CONE ARBRE Sec. JRQ	6
9	1	8200699784	P324G-180-	Parafuso Taquímetro JR5*116	2
9 20	1	8200699786	P324G-180-	Parafuso Taquímetro	4
9	1	8200933119	P324G-180-	Parafuso Taquímetro 24*19	2
10 19	2	321079831R	M321G-400 M207G-430-	ELEMENT GRAISSAGE	4
11 22	1	7701717106	P318G-300A P212G-300-	CONE ROULT D.25X59 JR	4
12 19	2	8200748241	M309G-445- M207G-430-	EQUERRE ANTI VIBRATION CRTR EMBR	5
19 12	1	8200144334	M207G-430- M309G-445-	CARTOUCHE BILLAGE (CENTRAL) JR	2
13 18	1	8200884113	M306G-470- M206G-470-	JOINT DIFFERENTIEL D.40 2 LÁBIOS	2
13 18	1	7700866290	M206G-470- M306G-470-	BAGUE 22X32	2
16 17	2	344142205R	M203G-510- M387G-500-	ARRET GAINÉ (PLASTICO) JRQ*147/175	4
20 21	1	8200369411	P212G-300- M385G-425-	LOQUETEAU EQUIPE JR	3
17	1	8200502700	M387G-500-	Arret Gainé B84	5
15	1	8200209496	M388G-505-	CONTACTEUR BI FONCTI	1
26 27	1	7700105261	K239G-152D M375D-190-	BAGUE ENTRETOISE	8
28 29	2	8200296624	P372D-240- K257G-100-	ANNEAU SYNCRONISEUR 3/4 JR	4

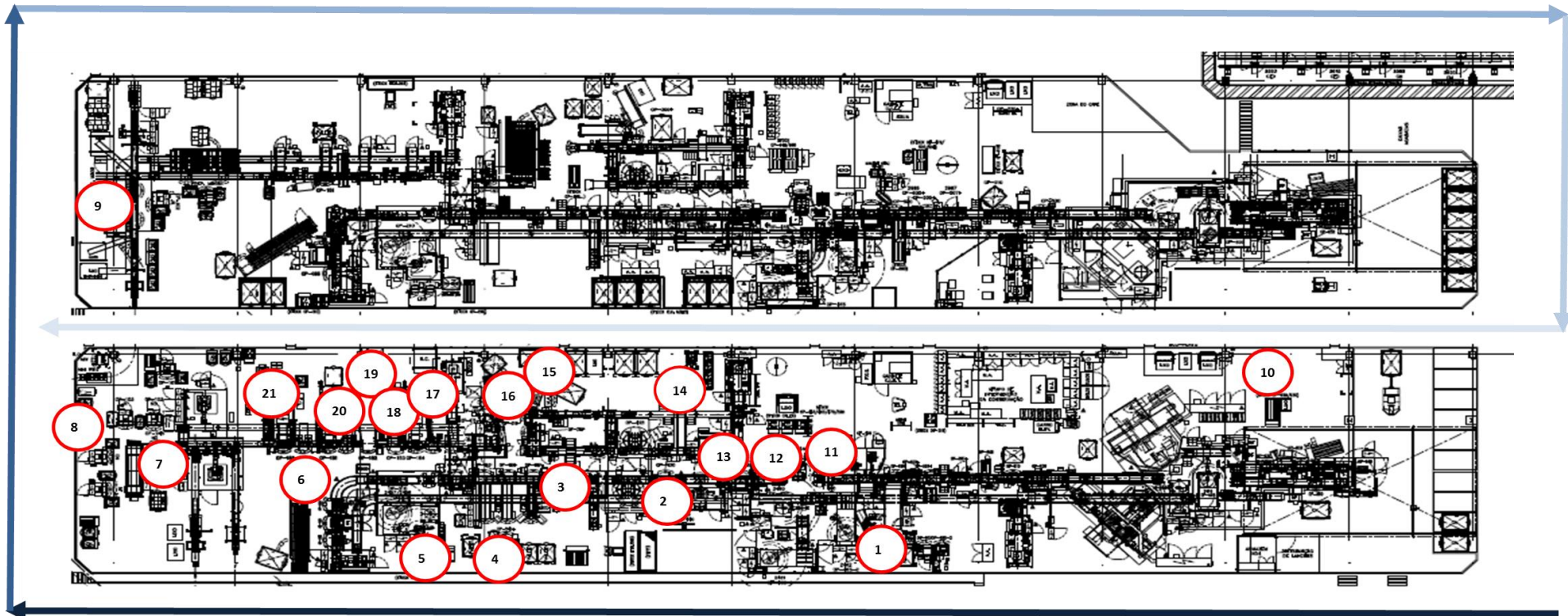
Base 3					
Ponto Abastecimento	base	Ref.	PDT	Code + designation I2	NºUC abastecidas no PDT
3 24	3	8200674121	M275D-410- M378D-210	AXE TACHYMETRE	2
3 24	3	8200674136	M275D-410 M378D-210	PINH.TAQ. (22x18) JC/JR	2
4 24	3	215868545R	M269D-210- M378D-210	PALIER LISSE JR	2
5 25	3	8200117154	M266D-190- M375D-190-	DEFLECTEUR JR	4
11 22	3	328A07290R	P212G-300- P318G-300A	CARTOUCHE BILLAGE JR	2
13 18	3	8200621239	M206G-470- M306G-470-	JOINT DIFFERENTIEL SPHERIQUE DIAM 33 JR	4
14 19	3	310980917R	M390D-650-	RESPIRO 150mm JRQ	1
abastecimento posto 430	3	313811463R	M207G-430- P321G-400-	RENIFLARD JR	2
24	3	8200674131	M378D-210	PINH.TAQ. (21X19)	1
24	3	8200933116	M378D-210	PINH.TAQ. (24*19)	1
28 29	3	8200117217	K257G-100- P372D-240-	GALET SYNCRONISEUR JR	2
30	3	8200755828	P372D-245-	CARTUCHO CLAVETTE SINCR 1/2 JR	1

Base 1 Tournée 16		
261*3(26)(27) 507*1(30) 506*1(30)	261*5 (26)(27)	630*2(1)(15) 472*2(1)(15) 635*2(2)(15)
700*1(17) 334*2 (19)(22)	700*4(17)	718*2(2)(14) 671*4(4)(24)
113*2(13)(18) 290*2(13)(18)	496*1 (15) 411*3 (20)(21)	677*6(5)(25)
106*4(11)(22)	279*2 (6)(30)	279*2 (6)(30)
784*2 (9) 119*2(9) 786*4(9)(20)	274*2 (6)(30)	274*2 (6)(30)
672*6(7)(8)	130*4 (6)(30)	129*4 (6)(30)

Base 2 Grandes embalagens L2-L3 JR			
224*2 (1)(17)	224*3 (1)(17)	224*3 (1)(17)	224*2 (1)(17)
624*2 (28)(29)	624*2 (28)(29)	42R*2 (3)(23)	42R*2 (3)(23)
241*2 (12)(19)	241*3 (12)(19)	42R*2 (3)(23)	42R*2 (3)(23)
05R*4 (16)(17)		31R*4 (16)(17)	

Base 3 (8H) Tournée 29		
217*2 (28)(29)	828*1 (30)	121*2 (3)(24) 136*2 (3)(24)
17R*1 (14) 63R*2 (6)(19)	116*1 (24) 131*1 (24)	45R*2 (4)(24)
239*4 (13)(18)	90R*2 (11)(22)	154*4 (5)(25)

Abastecimentos ND



Base 4 + estante móvel Plano Abastecimento						
ponto abastecimento	Base	PDT	Referência	Designação	Qtd/UC	UC*
1	4	M278D-500-	306209321R	CSC ND4	16	9
4	4	M275D-410-	344142466R	Arret Gainé ND4.008	100	2
4	4	M275D-410-	8200187215	Couvette Dif. ND	90	4
4	4	M275D-410-	8200766784	Arret Gainé ND4	150	1
5	4	M269D-210-	8200228315	Rolamento rolos AS/CE	60	3
6	4	M266D-190-	8200149584	Defletor Secund.	180	1
7	4	P260D-245-	322818H500	Eixo MAT ND	48	3
7	4	P260D-245-	8200166713	Casq. Rol. Agulhas	900	1
7	4	P260D-245-	8200166719	Anilha Apoio P.MAT	400	2
7	4	P260D-245-	8200471965	Rol. Agu. Pimar. ND	190	2
7	4	P260D-245-	8200485848	Anel Sinc. MAT ND	108	2
9	4	K257G-100-	8200163332	Rolamento AP/CE ND	54	3
21	estante móvel	K254G-150D	8200166705	Casq. PL1A	126	2
21	estante móvel	K254G-150D	8200166706	Casq. PL2A	135	2
21	estante móvel	K254G-150D	8200471966	Rol. Agu. PL1A	60	3
21	estante móvel	K254G-150D	8200471967	Rol. Agu. PL2A	75	2
20	estante móvel	K251G-150E	8200471968	Rol. Agu. PL3A	84	2
21	estante móvel	K248G-151D	322467N60A	Bag. Agu. PL1A	120	2
21	estante móvel	K248G-151D	8200166707	Casq. PL4A	135	2
21	estante móvel	K248G-151D	8200180264	Casq. PL5A	135	2
20	estante móvel	K242G-151E	8200471969	Rol. Agu. PL4A	75	2
19	estante móvel	K239G-152D	8200166736	Espac. PF3/4	94	2
19	estante móvel	K239G-152D	8200180267	Espac. PF5/6	112	2
18	estante móvel	K236G-152E	8200471970	Rol. Agu. PL5A	100	2
18	estante móvel	K236G-152E	8200471971	Rol. Agu. PL6A	112	2
17	estante móvel	K230G-154C	8200142220	Rol. Agu. CM ND	54	3
17	estante móvel	K230G-154C	8200163331	Rol. Agu. AP/CM ND	45	3
16	4	P218G-180-	8200142222	Cone Dif. ND	52	6
14	4	P211G-300-	8200833421	Goulote Dif. ND4	100	2
14	4	P211G-300-	8200833423	Goulote Geral ND4	40	4
10	4	M200G-620-	344146133R	Arret Gainé 2 ND4.008	100	2
10	4	M200G-620-	8200782733	Arret Gainé 2 ND4	90	2

Base 5 Plano Abastecimento						
Ponto Abastecimento	base	Ref.	PDT	Code + designation I2	NºUC abastecidas no PDT	
1	3	8200807863	M278D-500-	ANNEAU LEVAGE ND4	4	
2	3	8200149580	M277D-430-	DÉFLECTEUR HUILE AP	5	
3	3	8200171184	M275D-410-	AIMANT DE RETENUE LIMAILLE	3	
4	3	8200172580	M275D-410-	PLAQUE D'ARRET RLT AS	2	
4	3	8200676411	M275D-410-	RESSORT MODULE COMANDE ND4	2	
5	3	8200166704	M269D-210-	JOINT ÉTANCHÉITÉ AP	1	
5	3	8200675465	M269D-210-	BAGUE BILLE AXE/FOR ND4	1	
6	3	8200179625	M266D-190-	BAGUE EIXO/FORQ. 3/4,5/6,MC,MAR ND4	2	
6	3	8200678162	M266D-190-	PINO PONTO MORTO ND4	2	
7	3	8200671828	P260D-245-	RESSORT DE SYNCHRO MAR ND4	1	
8	3	8200143379	K263G-100-	CLAVETTE DE BILLAGE (3/4-5/6)	2	
11	3	8200197555	M206G-470-	JOINT ÉTANCHÉITÉ DIFFÉRENTIEL DROIT ND	4	
11	3	8200769188	M206G-470-	JOINT ET. SELECTION M.C. ND4	2	
11	3	383428H500	M206G-470-	JOINT ÉTANCHÉITÉ DIFFÉRENTIEL GAUCHE ND	2	
12	3	8200797713	M207G-430-	VIS GUIDAGE ND4	1	
13	3	8200172226	M207G-430-	OBTURATEUR CM LIGNE AS	2	
15	3	8200171981	P212G-300-	OBTURATEUR CM A.P ND	1	
15	3	8200179625	P212G-300-	BAGUE AXE DE FOURCHETTE ND	2	
15	3	8200675465	P212G-300-	BAGUE BILLE AXE/FOR ND4	1	
15	3	8200729362	P212G-300-	EMBOUT DE RENIFLARD ND	1	
15	3	8200769187	P212G-300-	JOINT ET. PASSAGE MC ND4	2	
21	3	8200143379	K248G-151D	CLAVETTE DE BILLAGE (1/2)	1	
21	3	322467N60A	K254G-150D	ROL.AGUL.MAR ND4	5	

Base 4 Tournée 10		
423*4 (14)	222*6 (16)	321R*5(1)
33R*2(10) 733*2(10)	421*2(14)	321R*4(1)
719*2(7) 965*2(2)	848*2(7) 332*3(9)	66R*2(4) 784*1(4)
315*3(5) 584*1(6)	H500*3(7) 713*1(7)	215*4(4)

Base 5		
60A*1(21)	60A*2(21)	863*4(1)
625*2(15) 465*1(15) 362*1(15)	60A*2(21)	580*5(2)
188*2(11) H500*2(11)	713*1(12) 226*2(13) 981*1(15)	580*2(2) 184*3(3)
162*2(6) 828*1(7) 379*3(8)	555*4(11)	704*1(5) 465*1(5) 625*2(6)

Estante móvel		
705*2 706*2	967*2 60A*2	966*3
707*2 264*2	968*2 969*2	736*2 267*2
970*2 971*2	220*3	331*3

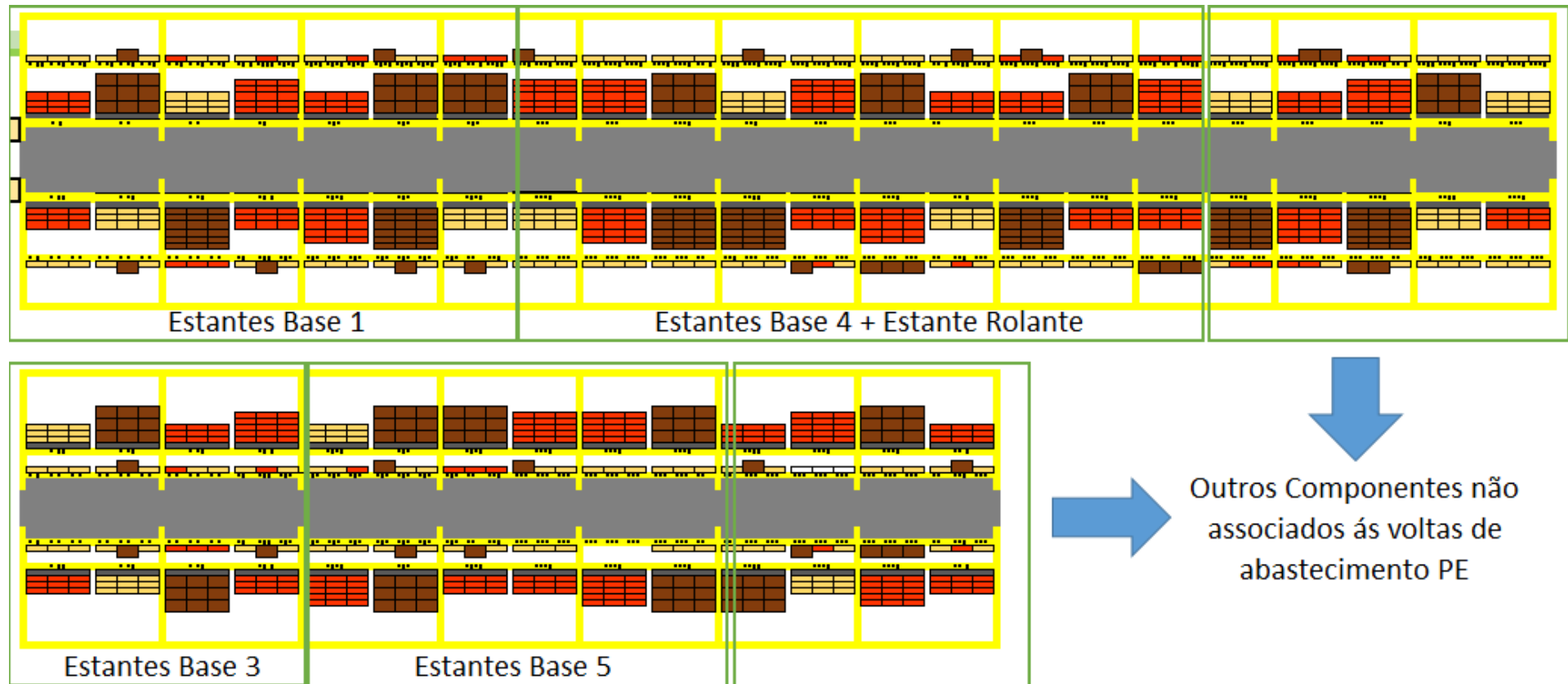
Anexo I Observação actividade operador logístico PE após alterações métodos trabalho

OPERADOR	A	B	%
TRANSPORTE COM CARGA (CONTENTORES CHEIOS)	00:00:00	00:00:00	0,0%
TRANSPORTE COM CARGA (CONTENTORES VAZIOS)	00:00:00	00:00:00	0,0%
TRANSPORTE LIVRE (CHARLATTE SEM NADA)	00:06:56	00:05:38	4,2%
MANOBRAS (UTILIZAR EMPILHADOR)	00:01:34	00:01:00	0,9%
CAMINHAR LIVRE (SEM NADA)	00:03:02	00:07:11	3,4%
CAMINHAR CARREGADO (COM PEÇAS OU CAIXAS)	00:12:23	00:12:34	8,3%
MANIPULAÇÕES MANUAIS (atrelar / desatrelar bases rolantes) (plasticos/cartão/termoform/etc)	00:08:03	00:09:33	5,8%
TOURNÉE DE INVENTÁRIO BASE ROLANTE	00:00:19	00:00:00	0,1%
CARREGAR BASE ROLANTE COM CAIXAS	00:08:57	00:09:13	6,0%
ABASTECER EMBALAGENS CHEIAS ESTANTES DA LINHA	00:24:10	00:05:03	9,7%
RECOLHER EMBALAGENS VAZIAS ESTANTES DA LINHA	00:16:06	00:02:52	6,3%
ABASTECER EMBALAGENS PICKING	00:04:30	00:32:37	12,3%
RECOLHER EMBALAGENS PICKING	00:01:12	00:12:11	4,4%
SEPARAR E ARRUMAR EMBALAGENS VAZIAS AT1 PN	00:00:00	00:09:50	3,3%
SEPARAR E ARRUMAR EMBALAGENS VAZIAS ARMAZÉM	00:04:05	00:02:47	2,3%
ENCICLAGEM DE PEÇAS	00:00:00	00:00:00	0,0%
CONTROLO DA PRODUÇÃO / MERCADORIA (administrativo)	00:09:01	00:10:48	6,6%
EM ESPERA - INACTIVO	00:11:32	00:10:43	7,4%
LANCHE / PAUSA CIGARRO /CAFÉ	00:33:34	00:20:43	18,0%
OUTROS / REALIZAÇÃO DE ACTIVIDADES DESNECESSÁRIAS	00:02:03	00:01:03	1,0%
TOTAL	02:27:27	02:33:46	100,0%

Anexo J Reorganização do Armazém

Organização Estantes H

CALAGE	CALAGE		CALAGE																		
H 33 04	H 31 04		H 30 04	H28 04	H 27 04	H25 04	H 24 04	H22 04	H 21 04	H19 04	H 18 04	H16 04	H 15 04	H13 04	H 12 04	H10 04	H09 04	H07 04	H06 04	H04 04	H03 04
CALAGE	CALAGE		CALAGE																		
H33 03	H31 03		H 30 03	H28 03	H 27 03	H25 03	H 24 03	H22 03	H 21 03	H19 03	H 18 03	H16 03	H 15 03	H13 03	H 12 03	H10 03	H09 03	H07 03	H06 03	H04 03	H03 03
CALAGE	CALAGE		CALAGE	344142205R	8200296624	8200367224									8200515444	8200425073					
H33 02	H31 02		H 30 02	H28 02	H 27 02	H25 02	H 24 02	H22 02	H 21 02	H19 02	H 18 02	H16 02	H 15 02	H13 02			H09 02	H07 02	H06 02	H04 02	H03 02
329801742R	8200748241		321079831R	344142205R	8200296624	8200367224	8200638115	8200638114	8200641093	8200638111	8200626808	8200533264	7700114132	7700865545	H 12 02	H10 02	CALAGE	CALAGE	CALAGE	CALAGE	CALAGE
H 33 01	H31 01		H 30 01	H28 01	H 27 01	H25 01	H 24 01	H22 01	H 21 01	H19 01	H 18 01	H16 01	H 15 01	H13 01	H 12 01	H10 01	H09 01	H07 01	H06 01	H04 01	H03 01
Estantes Base 2 + anilhas calagem baixo consumo							Eixos Montados caixa ND				Componentes Eixos JR				Coquilhas Caixas Diferenciais		Anilhas Calagem alto consumo				



Anexo K Estudo Palete kit das pequenas Embalagens

Com diversidade	operação	400										405				430			
	Índice peça	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
	Componente diversidade	Roda Taquímetro	Eixo Taquímetro	eixo forquilha	Pinos	Golpilha Matras	Golpilha 3/4	Massa Pendular	eixo forquilha	marcha atrás	calha óleo	respiro	Iman						
		3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	perdas temporais na montagem																		
	% aumento inactividade(derivado das perdas em montagem)																		
	% aumento inactividade(derivado das perdas em montagem)	0,00%	4,00%					7,52%											
	peças totais																		
sem diversidade	sem elementos com diversidade ou sofrastock		0,00%	3,36%				5,60%					1,28%						
	peças totais			100,00%				100,00%					100,00%						
	apenas elementos sem diversidade																		
	%diminuição n cíclicas por posto																		
	sem elementos com diversidade ou sofrastock			100,00%				100,00%					14,29%						
	%diminuição n cíclicas por posto																		
	peças totais																		
	%inactividade total ganha		0,00%	6,59%									13,01%						
	sem elementos sem diversidade																		
	%inactividade total ganha			5,95%									13,01%						
sem diversidade ou sofrastock	sem elementos com diversidade ou sofrastock		0,00%	5,31%		0,00%			11,09%				1,45%						0,00%
	%inactividade total ganha																		

Com diversidade		445		468		500		505		510							
operação																	
Índice peça		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
kit	Componente	Ponto Duro	Esquadro	Bague	Anilha Apoio	Balader 5ª	Arrete	contactor	Porca 5ª	Anilha e Parafuso 5ª	anilha	Anel Elevação	tampa obturador	Parafusos	Junta	tampa	Golpilha
	diversidade	1	1	1	1	1	3	4	1	1	3	1	1	1	1		1
	n cíclicas eliminadas por turno		2	8	3	1	1	5	2								5
	perdas temporais na montagem eliminadas		0,48	0,48	1,2	1,68	2,7	3,6	2	0,48	3,36	1,2	0,48	0,48	5,04	1,5	2,82
peças totais				1,28%	3,84%	8,40%			7,04%					16,32%			
apenas elementos sem diversidade				1,28%	3,84%	3,60%			5,12%		0,00%			14,72%			
sem elementos com diversidade ou sofrastock				1,28%	3,84%	3,60%			5,12%		0,00%			5,04%			
peças totais				100,00%	100,00%	10,14%			2,90%					100,00%			
apenas elementos sem diversidade				100,00%	100,00%	10,14%			2,90%					100,00%			
sem elementos com diversidade ou sofrastock				100,00%	100,00%	1,45%			0,00%		0,00%			100,00%			
peças totais			2,48%		3,84%	8,60%			7,13%					20,27%			
apenas elementos sem diversidade				3,84%		3,63%	0,00%	0,00%	5,12%	0,00%				18,67%			
sem elementos com diversidade ou sofrastock				3,84%		3,63%	0,00%	0,00%	5,12%	0,00%				8,99%			

	OP650										OP630									
	Índice peça	27	28	29	30	31	32	33	34	35										36
	% rendimento peça	Obturador	Obturador	respiro	perno M10	perno m8	CSC	Anilha	Bujão	Parafuso CSC										82%
					88%	88%	76%	88%	88%	76%										2,4
	perda temporal montagem diversidade componente	1,44	0,48	0,48	1,44	0,48	3,42	1,68	1,68	1,68										
	não cíclicas eliminadas	1	1	1	2	1	3	1	1	1										1
	com elementos sem diversidade	0	0	0	0	2	26	0	1	1										0
	%ganho NVA na montagem		3%																	7%
	%ganho NVA na montagem																			14%
	%actividade logística perda		0																	13%
	com elementos sem diversidade																			100%
	%inactividade ganha pelo operador																			8%
	com elementos sem diversidade																			15%
	%inactividade ganha pelo operador																			
	com elementos sem diversidade																			
	%inactividade ganha pelo operador																			
	com elementos sem diversidade																			
	%inactividade ganha pelo operador																			
	com elementos sem diversidade																			

Anexo L Seguimento do Projecto Filme Firme

Problema / Dia	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sab	Dom	Total Problema	Medidas Tomadas
N resp Pgr B Dif Mont	3							3	
Avaria Coroa LB		1		6	1			8	
Avaria Poke-yoke B Dif ND	3	1						4	
Penúria CED JR Alfisa	3	8	9	4	18		1	43	
Erro doc	1							1	
Limitação hora JRQ*301	4		4					8	
Gama inexistente SIP		3						3	
Problemas Calagem	2	3						5	
Avaria MB02								0	
Erro programação		1						1	
Mal stocado	3		3	1				7	
Variação Pedido Cliente				1				1	
Não Respeito Programa PB				3				3	
Avaria rectificação					4			4	
Problema Qualidade na Triagem		4						4	
Falta pessoal Atelier PB		3	10		7			20	
Greve		7	8					15	
Falta de Triagem	4							4	
Atraso Transporte				2				2	
Falta elemento comunicação entre escuta e logística		8						8	
falha na documentação de coroa fosfatada para todos os índices de caixa			2					2	
instalação da prensa na OP 205					2			2	
Necessidade satisfação encomenda cliente	1							1	
Dificuldades na maquinação linha 3/4			3	1	6			10	
Problema na máquina 331 da linha 3/4 maq pinhões		18	23					41	
Adiantamento programa ND			1	1				2	
Aparecimento ced77R sem estanquidade			2					2	
Avaria Coroa LA				2				2	
Avaria OP502 L2				2				2	
Peça retida nos tratamentos térmicos				2				2	
Total	24	57	65	25	38	0	1	210	

