



Universidade de Aveiro
Ano 2020

**Artur Castro
de Almeida
Ribeiro**

**MELHORIA DE FLUXOS NOS SISTEMAS DE
GESTÃO DOS MEIOS DE MOVIMENTAÇÃO NA
INDÚSTRIA AUTOMÓVEL**



Universidade de Aveiro
Ano 2020

**Artur Castro
de Almeida Ribeiro**

MELHORIA DE FLUXOS NOS SISTEMAS DE GESTÃO DOS MEIOS DE MOVIMENTAÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

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

o júri

presidente

Doutora Leonor da Conceição Teixeira
Professora Associada, Universidade de Aveiro

Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira
Professor Auxiliar, Universidade de Coimbra

Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Associado C/ Agregação, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Primeiramente queria agradecer, especialmente, à minha família por toda a ajuda e suporte prestados no desenrolar deste longo percurso.

Ao Professor Carlos Ferreira por toda a disponibilidade e apoio concedido durante todo o projeto.

Aos colaboradores da Renault Cacia, com principal apreço ao Sr. Carlos e ao Sr. Elísio, por todo o suporte e conselhos dados ao longo do estágio curricular.

À equipa dos fluxos pela boa disposição e ajuda que sempre ofereceram ao longo do projeto.

Por último, aos meus amigos pela motivação para a realização e conclusão deste trabalho.

palavras-chave

lean thinking, desperdício, melhoria contínua, meios de movimentação, fluxo, zero empilhadores.

resumo

O presente trabalho descreve, a partir de um estudo e análise focalizada, a melhoria de fluxos nos sistemas de gestão dos meios de movimentação numa fábrica da indústria automóvel.

O principal objetivo a alcançar insere-se no desenvolvimento de medidas para redução de custos de abastecimento, desde a descarga do camião ao ponto de uso, e do ponto de produção ao camião de expedição. Para tal, foram definidas algumas metas para que o desenvolvimento do projeto fosse concluído com sucesso, nomeadamente: melhorar fluxos de material internos, externos e de abastecimento de matéria-prima, de forma a aumentar a fluidez e a eficácia de processos; reduzir os meios de movimentação, desenvolvendo uma automatização de fluxos e um conseqüente aumento de segurança, conjugado com um maior apoio ambiental; aumentar a produtividade com material abastecido em tempos predefinidos; e, por fim, melhorar a organização e limpeza da fábrica. De um modo geral, deu-se especial enfoque à eliminação de desperdícios encontrados durante o decorrer do projeto e diminuição de custos associados, com a ajuda de algumas ferramentas *Lean*. O processo de implementação das medidas supracitadas foi condicionado pela situação epidemiológica atual (Covid-19), tendo sido, no entanto, atingida a maioria dos objetivos delineados inicialmente.

keywords

lean thinking, waste, continuous improvement, handling means, flow, zero forklift.

abstract

From a focused study and analysis, this work describes the flows improvement in the management systems of the handling means in an automotive industry factory.

The main goal is the development of measures to reduce supply costs, from unloading the truck to the point of use, and from the production point to the shipping truck. In order to develop the project successfully some goals were defined: to improve internal and external material flows and supply of raw materials, to increase the fluidity and efficiency of processes; to reduce the handling means, developing flows automation and safety increase combined with better environmental support; to increase productivity with material supplied at predefined times; and, finally, to improve the organization and the factory cleaning. During all project development, there was a special focus about waste removal and a consequent cost saving related with this one. This saving was mainly achieved by using some Lean tools.

In spite of the current epidemiological situation (Covid-19), most of the objectives initially outlined were achieved.

Índice

1.1. <u>Motivação e contextualização do projeto</u>	2
1.2. <u>Objetivos e Metodologia</u>	2
1.3. <u>Estrutura</u>	3
2.1. <u>Lean Manufacturing</u>	4
2.1.1. <u>Lean Thinking</u>	5
2.1.2. <u>Princípios Lean</u>	5
2.1.3. <u>Os três M's</u>	6
2.1.4. <u>Desperdícios Lean</u>	7
2.1.5. <u>Ferramentas Lean</u>	9
2.2. <u>Logística Industrial</u>	16
2.2.1. <u>Travelling Salesman Problem (TSP)</u>	17
2.3. <u>Indústria 4.0</u>	17
2.3.1. <u>Origem da Indústria 4.0</u>	17
2.3.2. <u>Análise conceitual - Indústria 4.0</u>	18
2.4. <u>Automated Guided Vehicle (AGV)</u>	19
2.4.1. <u>Tecnologias de suporte ao AGV</u>	21
2.4.2. <u>Criação de sistemas AGV:</u>	21
2.4.3. <u>Principais benefícios da implementação de AGVs</u>	22
3.1. <u>Grupo Renault</u>	23
3.2. <u>Renault Cacia</u>	24
3.3. <u>Constituição e estrutura da Renault Cacia</u>	25
3.4. <u>Estrutura Organizacional</u>	26

<u>3.5. Produtos</u>	28
<u>3.6. Departamento de Logística Industrial</u>	29
<u>3.7. Sistema de Gestão do Meios de Movimentação</u>	29
<u>3.7.1. Meios de Movimentação na Renault Cacia</u>	30
<u>4.1. Melhoria do fluxo de substituição de baterias dos empilhadores e charlattes elétricos</u>	33
<u>4.1.1. Definição do estado inicial</u>	34
<u>4.1.2. Estudo da nova localização</u>	36
<u>4.1.3. Aplicação da Sala de Carregamento de Baterias</u>	36
<u>4.1.4. Padronização do fluxo de substituição de baterias</u>	39
<u>4.2. Melhoria do fluxo entre a zona da Peça Branca e os Tratamentos Térmicos</u>	40
<u>4.2.1. Definição do estado inicial e reconhecimento do problema</u>	42
<u>4.2.2. Proposta de Melhoria</u>	42
<u>4.1.3. Aplicação da solução de melhoria</u>	43
<u>4.3. Solução de melhoria nas linhas de montagem das caixas de velocidade</u>	44
<u>4.3.1. Definição do estado inicial do problema e identificação da sua origem</u>	44
<u>4.3.2. Proposta de melhoria</u>	47
<u>4.4. Análise geral dos empilhadores e charlattes da empresa</u>	49
<u>4.4.1. Obtenção de dados de todos os veículos em questão</u>	50
<u>4.4.2. Análise das informações adquiridas</u>	51
<u>5.1. Crítica sobre os resultados obtidos</u>	53
<u>5.2. Sugestões de trabalhos futuros</u>	55
<u>Anexos</u>	60

Índice de figuras

Figura 1- Princípios Lean	7
Figura 2- Desperdícios Lean	7
Figura 3 - Folha de Operação Standardizada (FOS)	11
Figura 4 - Value stream mapping	12
Figura 5 - 5S	12
Figura 6 - Quadro informativo	13
Figura 7 - Sistema kanban	14
Figura 8 - Ciclo PDCA	15
Figura 9 - Cadeia de abastecimento	16
Figura 10 - Revoluções Industriais	18
Figura 11 - Automated Guided Vehicle (AGV)	20
Figura 12 - Alliance Production Way	24
Figura 13 - Renault Cacia	25
Figura 14 - Organigrama da Renault Cacia	26
Figura 15 - Distribuição da fabricação por ateliers	27
Figura 16 - Meios de movimentação Renault Cacia	30
Figura 17 - Bases rolantes e estantes móveis	31
Figura 18 - Tipos de AGV's na Renault Cacia	32
Figura 19 - Bateria de Empilhador/Charlatte elétrico	34
Figura 20 - Garagem de Manutenção	34
Figura 21 - Condições físicas da Garagem de Manutenção	35
Figura 22 - Localização da Garagem de Manutenção e da possível nova Sala de Carregamentos de baterias	36
Figura 23 - Sinalização dos extintores	37
Figura 24 - Grades de segurança e sinalização própria	37
Figura 25 - Grades de proteção dos tubos de água	38
Figura 26 - Aplicação do manípulo da porta de emergência	38

<u>Figura 27 - Linhas delimitadoras</u>	38
<u>Figura 28 - Kits de uso regular e de urgência</u>	39
<u>Figura 29 - Padronização do processo de substituição de baterias</u>	40
<u>Figura 30 - Processo de produção dos pinhões</u>	41
<u>Figura 31 - Fluxo entre a PB e os TTh</u>	41
<u>Figura 32 – Carro de transporte e suas dimensões (com 3 pratos refratários)</u>	41
<u>Figura 33 - Esboço e dimensões do carro JT4</u>	43
<u>Figura 34 - Novo carro JT4</u>	44
<u>Figura 35 - Localização das linhas 2 e 3 na Renault Cacia</u>	44
<u>Figura 36 - 5-Why: Origem do problema</u>	45
<u>Figura 37 - Paragem NOK de charlattes</u>	46
<u>Figura 38 - Paragens mal programadas dos AGV's</u>	46
<u>Figura 39 - Sentidos de circulação e locais de abastecimento de AGV's e charlattes</u> .	47
<u>Figura 40 - Proposta de melhoria para paragem de charlatte</u>	47
<u>Figura 41 - Rota dos AGV's do fim de linha das caixas de velocidade</u>	48
<u>Figura 42 - Zona de espera do AGV requerido</u>	49
<u>Figura 43- Veículos pertencentes à Renault Cacia</u>	51

Índice de tabelas

Tabela 1 - Produtos produzidos na Renault Cacia por departamento	30
--	----

Índice de equações

Equação 1- Fórmula do takt time	13
---	----

Lista de abreviaturas

AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i>
APW	<i>Alliance Production Way</i>
AT	<i>Atelier</i>
CUET	Chefe da Unidade Elementar de Trabalho
DLI	Departamento de Logística Industrial
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
FIFO	<i>First in First out</i>
GR1	Gare 1
IoT	<i>Internet of Things</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
NOK	Não conforme
NVA	Não Valor Acrescentado
OPT	Observação por Posto de Trabalho
PB	Peça Branca
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PN	Peça Negra
POE	Produto de Origem Externa
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
TMC	<i>Toyota Motors Corporation</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TSP	<i>Travelling Salesman Problem</i>
TTh	Tratamentos Térmicos
UET	Unidade Elementar de Trabalho
VA	Valor Acrescentado
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

Capítulo 1

1. Introdução

Desde o início da vida humana, sempre se lutou pelo desenvolvimento e evolução com o principal objetivo de melhorar a qualidade de vida, querendo-se mais e melhor, o mais rapidamente possível. Atualmente, acontece da mesma forma, contudo com ideias e técnicas mais complexas, remetendo os objetivos das organizações para níveis bastante elevados. Tal sucedeu, principalmente, à investigação contínua de novas e desenvolvidas tecnologias que contribuem para a aplicação de estratégias mais produtivas, visando cada vez mais a satisfação do consumidor final e do valor prestado na venda dos serviços ou produtos. Garantindo tais procedimentos asseguram-se, por consequência, uma maior carteira de clientes e, portanto, uma melhoria, em termos de crescimento e evolução das empresas, que serão usados para progredir, de maneira a alcançar o topo do mercado. Desta forma, os mercados estão em constante evolução e a competição entre empresas é cada vez maior, havendo um contínuo estudo e análise para a otimização de processos intra e extraempresas, com vista ao aumento de qualidade do produto/serviço produzido. Assumindo este tipo de estratégias e com a eliminação possível dos desperdícios processuais, as organizações irão beneficiar de uma diferenciação e flexibilidade, não só nos seus sistemas de produção, como também em toda a cadeia de abastecimento, o que irá definir os líderes de mercado.

Adotando estratégias que visam a eficiência, qualidade e a produtividade, o Grupo Renault, no contexto da indústria automóvel, é uma das grandes empresas a nível mundial neste meio hipercompetitivo, em que a diferenciação é um dos fatores chave para o seu sucesso. No entanto, a ocorrência de falhas pode provocar consequências alarmantes e prejudiciais para o seu desenvolvimento e progressão no mercado em que se insere.

A Renault Cacia, sendo uma das 40 fábricas integrantes do Grupo Renault, procura, também, alcançar a sua diferenciação, melhorando continuamente todos os processos dos variados departamentos que a compõem. Só, efetivamente, desta forma consegue manter-se competitiva perante todos os seus concorrentes e garantir, não só a sua sobrevivência, como também o seu sucesso a nível mundial no mercado automóvel. Atualmente, esta fábrica produz três tipos de caixas de velocidade, JR, ND e, muito recentemente, a JT4, e alguns componentes mecânicos para motores. Todos

os produtos produzidos pela Renault Cacia são expedidos, na íntegra, para fábricas Renault e Nissan de mecânica e montagem de veículos em todo o mundo.

Um dos processos de maior importância para o sucesso, a nível de funcionamento da indústria, é o fluxo interno dos componentes de fabricação. Garantir o seu eficiente funcionamento, sem paragens de produção e sem quaisquer anomalias é, seguramente, um passo importantíssimo para o êxito da empresa. O setor responsável por garantir o fluxo contínuo dos processos de fabricação é o Departamento de Logística Industrial (DLI), que se ocupa de todos os produtos desde que chegam à fábrica até à sua expedição. A sistemática melhoria de processos está todos os dias em ação, de modo a executar da melhor maneira os processos, com vista à satisfação do cliente. Porém, não só é preciso assegurar o contentamento do cliente, como também é indispensável ter em conta o bem-estar, físico e psicológico, de todos os colaboradores, para que estes, todos os dias, estejam motivados para realizar todas as operações, de forma correta, a que estão associados. A sua segurança e satisfação é outra forma de salvaguardar o desempenho geral da organização.

1.1. Motivação e contextualização do projeto

A realização deste relatório insere-se no âmbito da unidade curricular Estágio/Projeto/Dissertação do Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro. O projeto foi desenvolvido na empresa Renault Cacia S.A., no departamento de Logística Industrial (DLI), na área da gestão dos meios de movimentação.

O desenvolvimento deste projeto surge de uma necessidade de melhoria no sistema dos meios de movimentação com o principal objetivo de reduzir os custos de abastecimento, desde a descarga do camião ao ponto de uso, e do ponto de produção ao camião de expedição.

1.2. Objetivos e Metodologia

Este projeto teve como principais objetivos:

- Melhorar fluxos de material interno, externo e de abastecimento de matéria-prima (com separação de fluxos para eliminar paragens NVA, vias dedicadas a AGV, *charlatte* ou empilhador);
- Reduzir meios de movimentação: AGV's, *charlatte* e empilhadores (Regra Renault: Zero empilhadores);

- Aumentar a produtividade com material abastecido nos tempos corretos;
- Melhoria da organização e limpeza (5S's).

Ao nível da metodologia, inicialmente, foi realizada uma profunda fase de exploração e conhecimento da fábrica, com vista à obtenção de dados, acerca da situação atual, efetuando observação por posto de trabalho (OPT). Esta fase permitiu a aquisição de informação, como a de cada tipo de meio de movimentação existente em meio fabril, rotas efetuadas por cada um destes, o tipo de material que transportava, entre outros importantes dados relativos ao projeto. Após esta extensa fase, seguiu-se uma análise e tratamento de todo o conhecimento adquirido, de modo a organizar tudo em ambiente informático, com vista a proporcionar um acesso simples e eficaz. Posteriormente, surgiu a indispensável revisão de literatura referente a todo o projeto, realizando uma pesquisa teórica, para que fossem postas em prática todas as ferramentas corretas para o seu desenvolvimento. De seguida, com todos os dados trabalhados e organizados, procedeu-se à simulação de várias rotas e opções de trajeto/fluxo com vista a uma maior eficiência em termos de fluxos internos, externos e de abastecimento, tendo em conta todos os objetivos acima mencionados. Depois da apresentação das ideias e discussão dos ganhos a ter com estas, foram vistas e revistas as melhores formas de as aplicar em terreno fabril.

1.3. Estrutura

Capítulo 1 – Neste capítulo apresenta-se uma sucinta introdução e contextualização do projeto, os objetivos que se pretendem alcançar, a metodologia a aplicar e, por fim, a sua estrutura;

Capítulo 2 – Apresentação da revisão da literatura que visa sustentar todas as decisões a implementar durante o projeto;

Capítulo 3 – Apresentação da Empresa em questão;

Capítulo 4 – Este capítulo expõe e analisa o estado inicial da empresa e as suas consequentes mudanças e implementações com o desenrolar do projeto;

Capítulo 5 – Descrição de todas as conclusões retiradas a partir do projeto realizado e apresentação de possíveis trabalhos a efetuar futuramente.

Capítulo 2

2. Enquadramento Teórico

Toda a aplicação prática é sustentada por bases teóricas e todo o trabalho realizado foi, de igual forma, suportado nesses mesmo pilares. Neste capítulo, irão ser apresentados os principais conteúdos teóricos que foram sendo aplicados ao longo do projeto, com o principal objetivo de utilizar as ferramentas e pensamentos certos e de forma correta. Efetuando um bom uso dos mesmos, conseguir-se-ão solucionar os problemas práticos que surgirem, alcançando, então, os objetivos propostos.

O enquadramento teórico destacado neste projeto focaliza-se no *Lean thinking* e na Indústria 4.0, visando, então, a aplicação das suas ferramentas no seu contexto.

2.1. Lean Manufacturing

A evolução das empresas foi, e continua a ser, um tema bastante discutido ao longo dos anos. Qualquer uma querera, certamente, inserir-se no topo do mercado em que está integrada. Para tal acontecer, terão que se distinguir (positivamente) em algum fator relativamente aos seus concorrentes, o que trará, naturalmente, vantagens competitivas em comparação a estes. Esta diferenciação pode ser efetuada de várias formas como, por exemplo, no processo produtivo do produto/serviço que está a vender, na maneira como o promove, na segmentação do seu mercado, entre outras. Inerente a estas questões, existe o aspeto da qualidade que tem acompanhado todos estes desenvolvimentos de negócios, sendo, então, um conceito de elevada importância em qualquer empresa. Para além da qualidade dos produtos/serviços propriamente ditos, é, também, relevante ter um bom conhecimento da maneira como estes são produzidos, desde o início até ao fim do seu processo, pois existem sempre variáveis que podem ser melhoradas. É, também, neste campo, que se insere o conceito da diferenciação referido anteriormente, pela via do uso deste tipo de estratégias de mercado (Shah & Ward, 2003).

É neste contexto que, após a 2ª Guerra Mundial, surge o conceito *Lean*, implementado pelo Toyota Motors Corporation (TMC) com o principal objetivo de adaptar algumas práticas para os setores automóvel e têxtil, onde as palavras “eficiência” e “otimização” têm bastante relevância, focando sempre as necessidades do cliente. Esta filosofia surge num cenário pós-guerra, de maneira que os recursos eram escassos bem como a mão de obra e o capital. Para combater estas adversidades, a TMC decidiu desenvolver o Toyota Production System (TPS) que

consistia em aumentar a produtividade, reduzindo ao máximo os desperdícios e os custos, por intermédio de sistemas de produção mais eficientes e desenvolvidos.

2.1.1. Lean Thinking

De uma forma objetiva, *Lean* é uma abordagem sistemática centrada no cliente, que visa a identificação e conseqüente eliminação de desperdícios, com o objetivo da melhoria contínua (NIST, 2000). Os principais benefícios relacionados com a aplicação desta prática são o aumento da produtividade e qualidade do trabalho, associados à diminuição no *lead time* do cliente, nos tempos de ciclo e custos de produção (Schonberger, 1982; White et al., 1999). Esta ideia é definida por dois termos importantes como o “desperdício” (*muda* em japonês) e o “valor”, consistindo o primeiro em qualquer atividade que absorve e gasta recursos, contudo não cria valor a um produto/serviço, ou seja, uma atividade NVA (*non value adding*); e o segundo sendo uma capacidade fornecida a um cliente no momento certo e a um preço apropriado, sendo definido em cada situação pelo mesmo, isto é, uma atividade VA (*value adding*) (Womack and Jones, 1996). Complementando estes dois tipos existe ainda uma última, designada de atividade BVA, consistindo em todas as atividades que não acrescentam valor, contudo são necessárias e não se devem eliminar. Um exemplo são as inspeções de controlo de qualidade, auditorias, entre outras. Logo, uma das principais utopias de qualquer empresa é eliminar as atividades NVA justamente para que só existam atividades que acrescentem valor ao produto/serviço, de modo a aumentar seu o rendimento.

2.1.2. Princípios Lean

Desta maneira, o *Lean Thinking* baseia-se em 5 princípios, para que haja uma obtenção de um processo produtivo sem desperdícios (Figura 1):

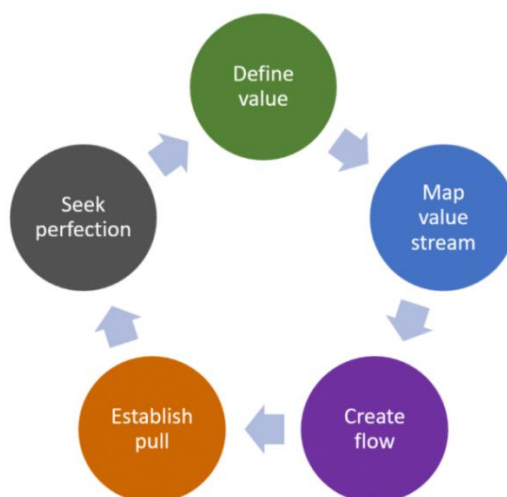


Figura 1- Princípios Lean

Definição do valor – o valor é um dos principais pilares em que o *Lean* se sustenta, sendo a sua obtenção um objetivo fulcral. Este é produzido pelo produtor/fabricante e é definido pelo consumidor final, sendo limitado às necessidades do último. A satisfação do cliente está no topo das prioridades, assim sendo, quanto maior o valor do produto/serviço mais satisfeito e fiel o consumidor fica (Womack, J. & Jones, 2008).

Cadeia de valor – consiste em identificar, definir e mapear todas as atividades necessárias até o produto/serviço ser entregue ao cliente final (Womack & Jones, 1997). Esta irá ajudar a encontrar mais rápida e facilmente o erro associado a qualquer problema dentro desta cadeia.

Fluxo de valor – induz a que um processo produtivo seja o mais fluido possível - “*think flow*” – de maneira que haja o mínimo de paragens possíveis no mesmo, tanto como erros ou não conformidades e desperdícios (Cornejo, Cervera Paz, Molina, & Pérez-Fernández, 2020).

Sistema pull – sistema criado via solicitação do consumidor final, de forma a que não haja custos adicionais de *stock* e excessos de produção, aplicando-se o conceito JIT (*just in time*). Só se produz estritamente o pedido pelo cliente (Womack & Jones, 1997).

Perfeição – a constante melhoria contínua vai implicar o encurtar da distância à perfeição, para que os processos sejam cada vez mais completos, eficazes e com o menor número de não conformidades (produtos NOK – não *ok*) (Womack, J. & Jones, 2008).

2.1.3. Os três M's

Existem três conceitos importantes na filosofia *Lean* que se correlacionam, sendo designados como *muda*, *mura* e *muri*. Segundo Krijnen (2007), estes termos referem-se a:

- ***Muda*** como toda a atividade que não acrescenta valor ao processo, ou seja, esta é associada aos oito desperdícios *Lean* que são de enorme influência no aumento de custos desnecessários, assim como no *lead time*.
- ***Mura*** consiste na inconstante carga de trabalho que tende a existir numa organização. Este termo remete à irregularidade e à falta de balanceamento dos recursos. Esta consequência provém da desorganização de processos internos, como faltas de material nas linhas de produção, o que conduz a tempos de ciclo demasiado variáveis, o que, automaticamente, leva a tempos “mortos” no ciclo de produção e, por conseguinte, seguidamente a tempos de excessivo esforço.
- ***Muri*** relaciona-se com a sobrecarga de pessoas ou equipamento, o que irá provocar defeitos nos produtos e, por consequência, diminuir a sua qualidade.

É de fácil perceção a interligação entre estes três conceitos, sendo que o *Mura* terá como resultado o *Muda*, pois, com a inexistência de uma regular carga de trabalho, esta levará, por exemplo, a um aumento do *lead time* (como já foi dito acima), sendo um desperdício (relativo ao termo *Muda*). Esta inconstância na carga de trabalho (*Mura*) irá resultar em tempos de produção sobrecarregados, o que irá remeter a um *overburning* de trabalhadores/equipamentos (*Muri*). Assim o *Lean* exige a eliminação de todas estas práticas ao nível de toda a organização.

2.1.4. Desperdícios Lean



Figura 2- Desperdícios Lean (Creative Safety Supply, 2007)

O pensamento Lean existe, concretamente, para eliminar tudo o que não acrescenta valor a um produto/serviço, daí que este se aplique em oito tipos diferentes de desperdícios (Figura 2):

1. Defeitos

Desperdícios relacionados com produtos não conformes ou erros nos serviços, por erros nas operações durante o processo. Materiais defeituosos seguem caminhos diferentes dos normais, podendo ser descartados ou compostos. Em qualquer uma das opções o material é consumido acima do normal, o trabalho realizado anteriormente já não é recuperado, um trabalhador tem que deixar o seu posto de trabalho para efetuar a “emenda” e, por fim, será necessário um funcionário para atender às reclamações dos clientes (Kilpatrick, 2003). Uma técnica que pode ser usada para prevenir este tipo de situações são métodos de controlo de qualidade, como o *poka-yoke*.

2. Espera

Neste desperdício constam as esperas pelo material, informação, equipamento, serviços, entre outras. Estas podem acontecer por vários motivos, como por exemplo, paragens de produção por defeito de material, manutenção, troca de material, entre outras. Para precaver estes atrasos poder-se-ia utilizar o sistema *kanban* (Stone, 2010).

3. Movimentação de recursos

O excesso de movimentação de recursos, como, pessoas, informação, material, é um desperdício significativo em muitas organizações. Este pode ser causado por má organização, métodos de trabalho pouco próprios ou até por fluxos de trabalho defeituosos. Uma ferramenta, fácil e eficaz, capaz de identificar este tipo de problemas é o *Value Stream Mapping* (VSM) (Kilpatrick, 2003).

4. Inventário

Este tipo de desperdício é relacionado com o armazenamento excessivo de componentes produzidos ou matéria prima, o que se traduz, de uma forma direta, em custos desnecessários por parte da empresa (Womack, J. & Jones, 2008). Em empresas JIT não existe este tipo de dilemas, devido à sua produção por pedido do consumidor final.

5. Sobreprodução

A sobreprodução consiste na produção de material ou serviços em excesso, não tendo sido exigida qualquer encomenda por parte de algum cliente. Esta irá ter como consequência o excesso de armazenamento (o que trará, como já foi dito anteriormente, custos associados) e reduzida qualidade e diferenciação de produtos/serviços. A implementação de sistemas *pull* ou *kanban* será o mais indicado para a resolução destas questões (Hines & Rich, 1997).

6. Processos desnecessários

Processos ou operações inadequadas que devem ser removidas, sem qualquer alteração no desempenho das atividades. Estes verificam-se em situações, como o uso de máquinas/equipamentos de elevado nível de complexidade o que tende a ser usado de maneira imprópria, tendo como resultado um mau rendimento, comparativamente ao planeado. Técnicas como o VSM podem ditar o fim destes problemas (Kilpatrick, 2003).

7. Transporte de material

Manipulações desnecessárias de materiais ou produtos revelam má organização e planeamento, fazendo com que os tempos de ciclo aumentem significativamente, o que pode fazer com que haja perda de informação nos mesmos, diminuindo assim o desempenho, a qualidade e a produtividade dos processos (Hines & Rich, 1997). Uma análise e reavaliação do *layout* com o suporte do VSM seria uma das soluções para esta dificuldade.

8. Conhecimento/Talento

A inclusão do conhecimento/talento do trabalhador foi o último desperdício a ser reconhecido como tal. Este consiste no não aproveitamento de todo o conhecimento, capacidades e habilidades dos recursos humanos ao seu máximo (Stone, 2010). Gera, naturalmente, desperdício não tangível em todo o processo produtivo, tanto para o empregador como para o empregado.

2.1.5. Ferramentas Lean

Todas as empresas garantem o seu sucesso, produzindo com qualidade e ao menor custo possível. A implementação *Lean* nas mesmas irá ajudar, significativamente, a alcançar esse mesmo objetivo, com o aumento da produtividade, redução ao máximo dos desperdícios durante os processos, aumento na qualidade dos produtos/serviços, assim como na diminuição dos custos de produção dos últimos. Para que tal aconteça, esta filosofia tem várias técnicas e ferramentas que, ao serem introduzidas no quotidiano das organizações, asseguram as melhorias acima referenciadas:

➤ *Just in time (JIT)*

Conhecido como um dos dois pilares indispensáveis do TPS, a metodologia JIT é definida como um sistema de controlo de produção que procura a minimização do armazenamento de matérias primas e WIP (*work in progress*), eliminação de produtos não conformes, estabilização da produção, simplificação contínua dos processos produtivos e a preservação de um trabalho flexível, diferenciado e qualificado (Fullerton & McWatters, 2001). O JIT foca-se, principalmente, na qualidade do produto, no seu *lead time* e custo (Isa & Keong, 2008). Estipulando o produto a ser fabricado, transportado ou comprado, no momento e montante delineado, esta filosofia garante um fluxo contínuo e eliminação da sobreprodução. Uma das grandes bases deste conceito é a crónica eliminação de todas as atividades NVA, assim como de todos os desperdícios emergentes durante todo processo (Fullerton & McWatters, 2002). Este assenta, também, na reutilização de todo o material que possa ser usado em qualquer fase do processo de produção, obtendo rendimento e valor a partir de um hipotético material que, geralmente, é desperdiçado e posto de lado sem que qualquer uso lhe seja administrado. A melhoria do *layout*, reduções de tempo do *setup* e a motivação dos colaboradores são identificadas com outras das vantagens da implementação da metodologia JIT, aplicando-se, sistematicamente e em quaisquer fases do processo, a melhoria contínua (Dange, Shende, Sethia, MTech, & Professor, 2016).

➤ ***Jidoka***

O termo japonês indica “automação inteligente” ou “automação autónoma” (Deuse, Dombrowski, Nö Hring, Rgen Mazarov, & Dix, 2020). Este conceito é um dos pilares mais importantes do TPS consistindo, então, na capacidade de paragem das linhas de produção, devido a problemas de trabalho ou material atrasado, ou até mesmo pela perceção de defeitos ou erros pelas próprias máquinas/funcionários. Esta ferramenta remete assim para uma autonomia de tal maneira significativa, que as próprias máquinas conseguem efetuar controlos predefinidos, tendo como objetivo principal precaver a produção de produtos NOK, recorrendo à paragem da linha; verificando-se a não conformidade, o produto é retirado da linha. Com estas habilidades adquiridas pelas próprias máquinas, deixa de ser necessário disponibilizar um colaborador para efetuar o controlo e monitorização da máquina (Uhlmann, Silva, De Oliveira, & Frazzon, 2020). O *jidoka* contribui, especialmente, para a diminuição gradual do número de paragens assim como para o aumento da qualidade e, conseqüente, redução do número de produtos defeituosos.

➤ ***Standard work***

Esta técnica consiste na formalização e execução de regras e procedimentos operacionais, com vista à facilitação do trabalho e autonomia dos trabalhadores (Figura 3). Tem como objetivo a eliminação da inconstância dos resultados, habilitando os funcionários a efetuar as atividades destinadas seguindo os procedimentos formalizados (Lu & Yang, 2014). Estes têm como objetivo alcançar o desempenho máximo retirado de cada atividade, sem qualquer espaço para improvisação. Existe uma standardização ou um padrão do trabalho que deve ser realizado, visando a redução de custos e da variabilidade, melhorando a qualidade e o envolvimento do trabalhador. Também aqui se aplica a melhoria contínua, de modo a que estes padrões sejam aperfeiçoados, funcionando mais rápida, simples e eficientemente (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017).

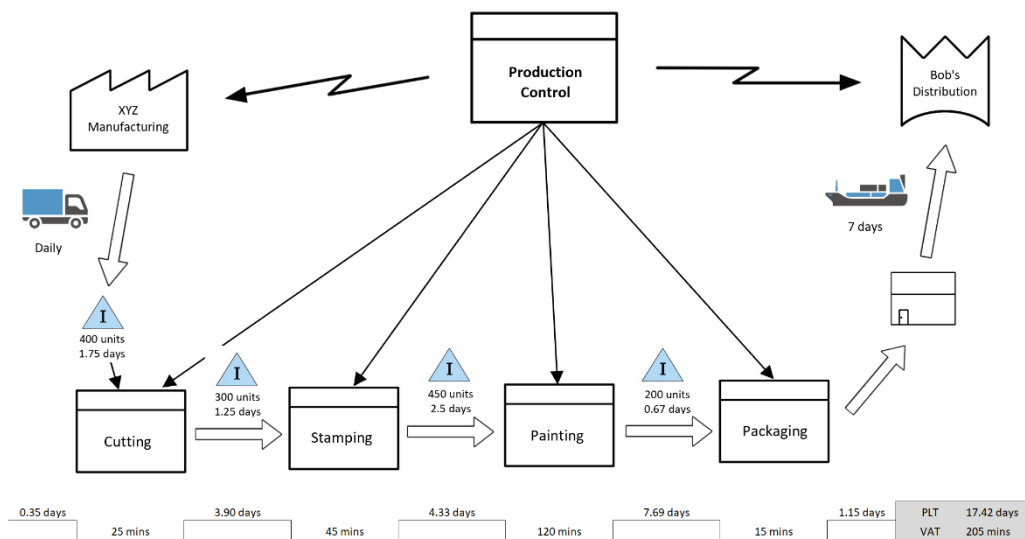


Figura 4 - Value stream mapping

➤ 5S

O 5S é ferramenta *Lean* cujo foco consiste na segurança, organização e eficiência no local de trabalho, com vista à diminuição do rácio de produtos defeituosos, melhorando assim a qualidade dos produtos/serviços (Harun, Habidin, & Latip, 2019). Esta técnica tem imensas vantagens no sentido em que, sendo de fácil e não dispendiosa aplicação, consegue bastantes benefícios ao ponto de conseguir pormenorizar o quotidiano de uma indústria, o que é de facto bastante importante (Omogbai & Salonitis, 2017). O 5S é suportado por cinco atividades que visam criar um local de trabalho apropriado, que verifique um bom domínio visual, e aplicação de práticas *Lean* (Figura 5) (Melton, 2005):



Figura 5 - 5S

1. *Seiri* – separar os utensílios necessários dos desnecessários e retirar os últimos;
2. *Seiton* – para facilitar o acesso, organizar adequadamente os equipamentos;
3. *Seiso* – manter o local de trabalho arrumado e asseado; de maneira a fluir todo o trabalho;
4. *Seiketsu* – manter, sistematicamente, o *setup* que foi organizado primeiramente, efetuando os passos acima referidos (standardização);
5. *Shitsuke* – preservar o local de trabalho e disciplina na sua organização e limpeza, tendo como hábitos os quatro passos enunciados anteriormente.

➤ **5-Why**

É um dos procedimentos mais conhecidos e utilizados na prática da identificação da origem de problemas. Consiste no consequente método de questionar “porquê?” com o principal objetivo de reconhecer a origem dos problemas encontrados, aliando uma solução a cada “porquê” (Al-Zwainy, Reem, Mezher, Faiq, & Al-Zwainy, 2018). É uma técnica bastante utilizada em processos *brainstorm*.

➤ **Gestão Visual**

Esta ferramenta consiste na disponibilização de conteúdos visuais em local de trabalho, de modo a contribuir para a melhoria do desempenho processual. Estes dados são expostos de maneira simples, de fácil e rápida perceção, com o principal objetivo de aumentar as condições de produção, alertar para problemas existentes e otimizar os fluxos de tarefas (Ferreira et al., 2019). A aplicação da gestão visual é de elevada importância dado que oferece autonomia aos trabalhadores, de maneira a que estes consigam identificar problemas, analisá-los e corrigi-los, controlando, então, as suas próprias atividades de forma menos restrita (Teixeira, Schoenardie, Garcia, Merino, & Paladini, 2012). Implica o uso de quadros informativos (Figura 6), delimitações de espaços, instruções de trabalho, entre outras (Oliveira et al., 2017).



Figura 6 - Quadro informativo

➤ **Kanban**

O termo japonês *kanban* traduz-se de forma linear para cartão ou sinal, sendo um controlo visual bastante importante utilizado em sistemas *pull*. Este conceito surgiu a partir da contínua sobreprodução que existe em muitas organizações, tendo surgido exatamente para contrariar esse mesmo acontecimento. É um sistema que domina na eliminação deste tipo de desperdício, de modo a que só entrega os componentes necessários quando estes, efetivamente, o são (característica JIT) (Oliveira et al., 2017). Esta técnica consiste, então, no contido abastecimento de materiais dos variados locais de trabalho, o qual só acontece quando é realmente pedido pelos respetivos colaboradores. O pedido é feito sob a forma de *kanbans* (cartões) (Figura 7) que contêm toda a informação necessária da encomenda em causa (Muthukumaran, Hariram, & Padmanabhan, 2019). Este sistema contribui, significativamente, para: o *workflow* da organização, a diminuição de tempos de ciclo e custos de inventário; o aumento da produtividade e da eficiência.

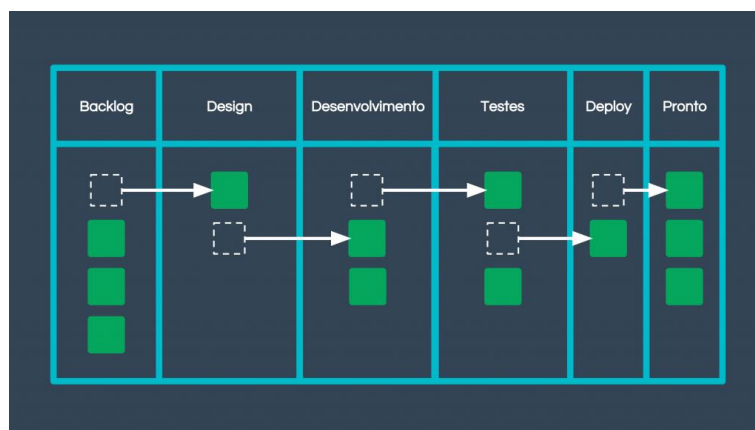


Figura 7 - Sistema *kanban*

➤ **Total Productive Maintenance (TPM)**

Esta ferramenta consiste na utilização e desempenho máximo de um equipamento a partir de abordagens robustas que visam efetuar manutenções tanto preventivas como proactivas, havendo, por consequência, mais tempo útil do seu funcionamento (Muthukumaran et al., 2019). A sua aplicação vai contribuir para a diminuição dos índices de avarias e, conseqüentemente, diminuição de paragens por falhas de equipamentos, fazendo com que haja menos reclamações do consumidor final (visto que os produtos/serviços são entregues de acordo com o estipulado). Naturalmente que, ao se alterarem estas vertentes haverá outros fatores a variar, como a produtividade que irá aumentar, os *stocks* irão ser mais reduzidos e, também por isso, os custos reduzir-se-ão (Herrera et al., 2019).

➤ **Kaizen**

Derivado do japonês cujo significado é “mudança para melhor”, *kaizen* é uma das ferramentas chave da filosofia *Lean*, remetendo para uma melhoria contínua com o intuito sempre de tentar atingir a perfeição (Stone, 2010). É neste contexto que tem como principais objetivos a melhoria da produtividade e a diminuição de custos. Esta técnica baseia-se no *gemba*, cuja interpretação é feita como “local de trabalho”, visando que o verdadeiro valor é aí criado. Para que a melhoria contínua seja permanente, a criação de equipas nas empresas é essencial, tendo estas como objetivo assegurar este mesmo ponto. Para isso, devem ter uma visão clara e transparente, para que possam identificar, analisar e implementar processos cada vez mais *Lean* (Ferreira et al., 2019). Adquirida esta autonomia, as frequentes reuniões das referidas equipas serão um prático *brainstorm* dos problemas possíveis de identificar, havendo uma análise profunda destes e uma ação para os contrariar.

Para ajudar no desempenho das organizações e na contínua melhoria dos processos, existe um fator cada vez mais preponderante a ter em conta, designado como gestão da qualidade. Esta é uma peça importantíssima para que haja um aumento da qualidade (nos processos, no produto e na própria qualidade de trabalho do trabalhador) nas empresas. Uma das técnicas de melhoria da qualidade mais importante e mais usada pelas equipas *kaizen* é o ciclo PDCA (Figura 8) (*Plan-Do-Check-Act*) (Stone, 2010).



Figura 8 - Ciclo PDCA

Inicialmente, segundo Nguyen, Nguyen, Schumacher, & Tran, (2020) o ciclo PDCA começa com uma fase de planeamento o que inclui uma análise profunda e avaliação do caso em questão. A prioridade desta é a identificação da origem dos problemas seguida de uma procura de soluções que vão ao encontro destes. O fim do planeamento verifica-se quando é realizada uma proposta de melhoria. Seguidamente, a etapa *do* demonstra, praticamente e em pequena escala, as mudanças efetuadas e os resultados obtidos com as mesmas. Posto isto, na etapa *check* analisam-se e

estudam-se os resultados adquiridos, para depois se realizar uma comparação do antes e do depois das alterações efetuadas. Finalmente, após ter sido feita uma revisão e sido aprovadas as melhorias propostas, prossegue-se para o *act*, cujo objetivo é a sua adoção e implementação numa escala geral. Este processo pode ser realizado várias vezes, pois não se ultrapassando umas das etapas para a resolução do problema, ele pode ser concluído e ser, novamente, usado, tendo em vista a melhoria contínua.

2.2. Logística Industrial

Segundo Magee (1968), o termo “logística” consiste no sistema que gere todo o fluxo de material, desde a aquisição de componentes e matérias-primas, até à entrega do produto acabado ao consumidor final (Figura 9).

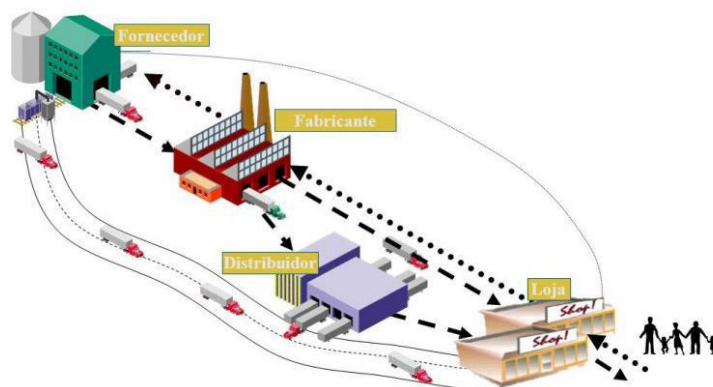


Figura 9 - Cadeia de abastecimento (KCDEL PEREIRA, RTDEC BASTOS, 2019)

Focalizando em registo fabril, a logística industrial consiste na totalidade de processos e atividades que admitem *inputs* e *outputs* de mercadorias e/ou serviços relacionados, associando a organização ao mercado externo (incluindo o pós e o pré produção) (Barros, 1997). Inserido nesta vertente, encontra-se o planeamento de toda a cadeia de abastecimento como, gestão de transportes, controlo de armazenamento e inventário, controlo de pedidos e até a pesquisa de fornecedores e clientes (Stank, & Esper, 2008).

A implementação da filosofia *Lean*, no contexto generalizado da cadeia de abastecimento, irá garantir a criação de valor e, conseqüente, remoção dos desperdícios, sendo a aplicação da melhoria contínua um dos motivos mais importantes para que tal aconteça, melhorando assim a eficiência processual.

Com a inserção de metodologias como a Indústria 4.0, o meio logístico foi desenvolvendo capacidades que, anteriormente, eram praticamente impossíveis de

demonstrar, colocando os níveis de produtividade e eficiência em patamares elevadíssimos.

2.2.1. Travelling Salesman Problem (TSP)

O TSP, cuja tradução remete para “Problema do Caixeiro Viajante”, é um modelo de otimização combinatória cujo objetivo é determinar o caminho mais curto e com menor custos associados, para completar certas tarefas, numa rede de pontos ou nodos, visitando cada um destes somente uma vez, acabando no ponto de origem (Vásquez, Angulo, & Klapp, 2020). Esta metodologia é utilizada por organizações que visam adquirir uma maior eficiência na gestão de fluxos, eliminando desperdícios, como movimentações desnecessárias, que resultam num acréscimo de valor ao nível dos processos integrados.

Visando, então, a solução destes problemas, existem dois métodos a seguir (Carvalho, 2010):

1. Métodos exatos – Otimizam as soluções, através da análise de todas as alternativas combinatórias possíveis;
2. Métodos Heurísticos – Não encontram soluções ótimas, contudo encontram boas soluções aproximadas.

A resolução deste problema não só procura todo o rendimento possível na pesquisa de caminhos mais curtos e eficientes, como também na melhoria da estratégia de distribuição de entrega dos produtos ao consumidor final.

2.3. Indústria 4.0

2.3.1. Origem da Indústria 4.0

Quando se pensa em industrialização normalmente associa-se à Revolução Industrial ocorrida no século XVIII, contudo ocorreram mais três fenómenos destes, cada um com o seu devido impacto (Figura 10). Começando, então, pela mais falada, denominada como Primeira Revolução Industrial. Este acontecimento levou ao crescimento e desenvolvimento de áreas urbanas gigantes próximas às indústrias, havendo então bastantes locais, que, hoje em dia, são cidades bastante evoluídas graças ao setor industrial. Esta primeira revolução foi, principalmente, conhecida, devido à introdução de produção mecânica suportada por água e motores a vapor, aumentando, significativamente, a produtividade e revolucionando não só a economia, mas também o dia a dia das pessoas. Seguidamente, nos finais do século XIX, instalou-se a Segunda Revolução Industrial, possibilitando uma produção em massa pelo

auxílio da eletricidade e da indústria petrolífera. O célebre Fordismo, pensado por Henry Ford, implementado nesta época no setor automóvel, tinha como objetivo a produção em massa a partir da divisão de trabalhos, reduzindo o custo e o tempo de produção. Em 1970, segue-se a Terceira Revolução Industrial, a qual combina, por memória, as tecnologias de informação com os aparelhos eletrônicos, o que deu origem à automatização de processos. A energia nuclear foi outro recurso que teve início neste mesmo período, tendo tido, também, uma elevada importância para o desenvolvimento e evolução industrial (Santos & Alberto, 2018). Por fim, a Quarta Revolução Industrial, a qual conectou as empresas de produção com a “internet das coisas”, sensores, interconectividade e análise de grandes dados, para possibilitar um poder de mudança, transformar produtos consoante o pedido do consumidor, integrar cadeias de valor no negócio entre clientes e fornecedores e melhorar, ainda mais, a eficácia da empresa, proporcionando um poder industrial superior ao dos competidores.

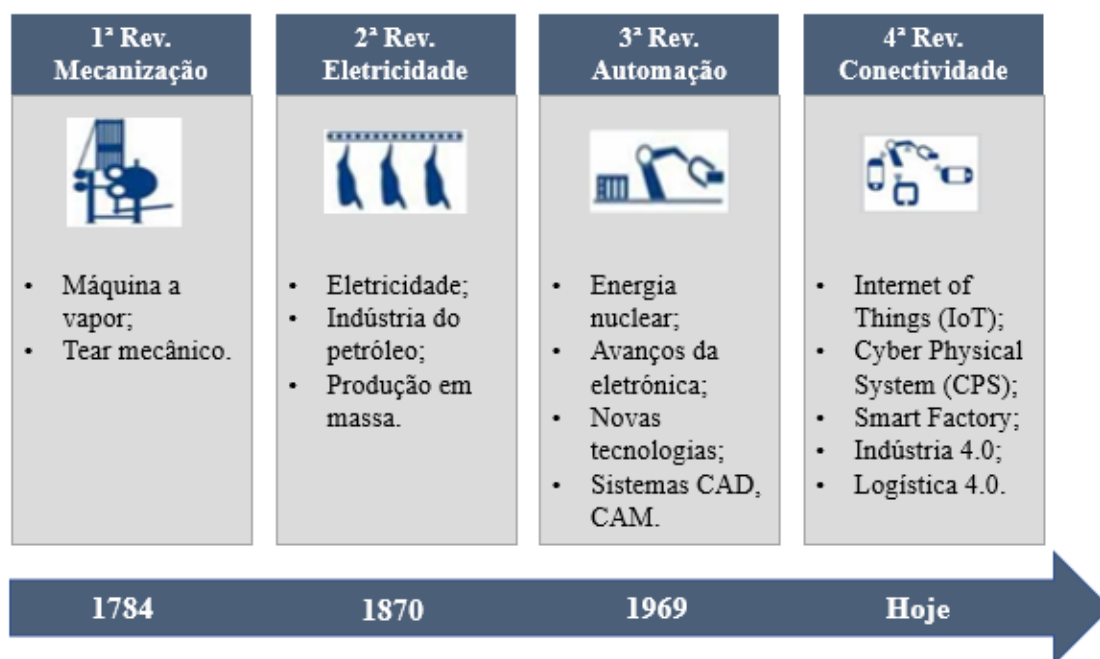


Figura 10 - Revoluções Industriais (Santos & Alberto, 2018)

2.3.2. Análise conceitual - Indústria 4.0

Ao longo da última década, assistiu-se a uma mudança de paradigma a nível logístico no contexto industrial, surgindo, então, a Quarta Revolução Industrial. Sendo definido o termo Indústria 4.0 como “um sistema complexo que não conecta apenas as máquinas, mas cria um *network* de máquinas, propriedades, ativos, sistemas de informações em toda a cadeia de valor e por todo o ciclo de vida do produto” é “uma

evolução nos conceitos fabris que nos ajudam a atingir os objetivos de desempenho...” (Menna, Cardoso, Adriana, & Fraga, 2016); logo é o termo aplicado às rápidas transformações na produção, no design e no serviço prestado pelos sistemas de produção e pelo produto, ou seja, tudo em volta da operação de produção está ligado digitalmente, contribuindo para uma cadeia de valor altamente integrada. Este fenómeno permite a criação de uma rede inteligente de máquinas, produtos, componentes, propriedades e indivíduos em toda a cadeia de valor com o objetivo das indústrias beneficiarem de uma fábrica inteligente. Como pilar a esta mudança, surge o conceito Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT). Esta consiste numa rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e sistemas computacionais com tecnologia embarcada, que permite a comunicação e a interação com ambientes internos e externos. Esta conceção traduz-se de forma mais simplificada na previsão da mudança da produção industrial, combinando os conceitos da indústria, internet e tecnologia (Barreto, Amaral, & Pereira, 2017).

A razão subjacente a esta transformação industrial é caracterizada por três dimensões: integração vertical (dentro da *Smart Factory*, onde a ligação de pessoas, objetos e sistemas nas fábricas “inteligentes” leva à criação de redes de valor dinâmicas), integração horizontal (através das redes de valor, vai utilizar as novas tecnologias para trocar e gerir informações entre os intervenientes do processo, permitindo uma colaboração mais próxima entre clientes, fornecedores e outros *stakeholders*) e, por fim, a integração digital de ponta a ponta (recolha de informações do produto ao longo de todo seu ciclo de vida, agregando, então, valor desde a conceção até a logística de saída) sendo um complemento dos conceitos anteriormente referidos (Santos & Alberto, 2018).

No contexto desta nova ideia, emergem, naturalmente, novos desafios logísticos de forma a serem capazes de responder a esta conceção que pode exigir algo como: alta necessidade de transparência (visibilidade da cadeia de abastecimento); controlo de integridade (produtos certos, no momento certo, local, quantidade, condição e pelo custo certo) da cadeia de abastecimento; dinâmica de nova configurabilidade das redes de abastecimento, especialmente ao reexaminar acordos de nível de serviço com fornecedores contratados sob demanda; projeto de rede de abastecimento, visando alcançar cadeias de abastecimento ágeis, resilientes e sustentáveis.

2.4. Automated Guided Vehicle (AGV)

Um AGV (Figura 11) consiste num veículo que é guiado de forma autónoma transportando quaisquer materiais, com vista na sua carga ou descarga, percorrendo

para tal uma trajetória predeterminada através de um computador (Zou, Pan, Meng, Gao, & Wang, 2020). Cada um realiza o seu itinerário, começando na etapa de depósito e voltando ea sta, somente após efetuar a sua descarga e concluir a entrega dos materiais que transporta. Em cada tarefa, este deve finalizá-la, de acordo com o prazo estabelecido.



Figura 11 - Automated Guided Vehicle (AGV)

A aplicação de sistemas AGV é uma significativa contribuição para ambientes de produção flexíveis possibilitando uma agilização dos processos de transporte, tanto de matérias-primas como produtos acabados, ou até mesmo produtos em fase de produção (Berman, Schechtman, & Edan, 2009). A criação de fluxos de transporte e consequentes zonas de carga e descarga padronizadas, permite aos trabalhadores a execução de atividades que acrescentem mais valor aos processos. A implementação deste género de tecnologias irá contribuir para a automatização de operações, diminuindo o número de manipulações realizadas pelos colaboradores, melhorando ergonomicamente os postos de trabalho.

Segundo Lee, Uk-Jin, & Hong, (2016) conforme o aumento do domínio e sofisticação das aplicações dos sistemas AGV, a dificuldade de avaliar o seu desempenho é cada vez maior, acontecendo, então, devido ao aumento do número de AGVs, um resultado das grandes distâncias a serem percorridas por estes em meio fabril. O seu design pode ser identificado de acordo com as seguintes classes (Berman et al., 2009):

- Tipo de direcionamento:
 - Navegação Estática – Com a ajuda de sistemas de guia unidirecionais ou bidirecionais, a navegação é realizada através de caminhos pré-definidos;
 - Navegação Dinâmica – a navegação é efetuada de forma autónoma pelo próprio veículo.

- Capacidade do veículo:
 - Carregamento unitário;
 - Carregamento múltiplo.
- Tipo de dedicação:
 - Indiretos – descarregamento sequencial;
 - Diretos – Qualquer local passível de descarregamento pode ser visitado por qualquer veículo.

2.4.1. Tecnologias de suporte ao AGV

Existem diferentes ferramentas que contribuem para uma eficiente e segura circulação dos AGVs, tendo em conta alguns percalços que possam acontecer durante os seus itinerários, como pode ser o caso das zonas de viragem. Segundo Hazza et al. (2017), como suporte a este tipo de situações, uma das técnicas mais utilizadas é o uso de um sinalizador por radiofrequência, sendo que o sistema calcula a distância até ao sinalizador (posicionado na zona de rotação), referenciando a localização efetiva do ponto de rotação. Estes sinalizadores têm a característica de poderem enviar informações acerca da velocidade da rotação através de várias distâncias, permitindo ao AGV efetuar uma viagem controlada. Uma ferramenta convencional, desta feita mais dispendiosa e com um nível de flexibilidade menor, é a utilização de um sensor magnético que visa detetar fita magnética distribuída ao longo da trajetória a efetuar. Esta tecnologia funciona de forma eficaz, porém tem como debilidade a eventual sobreposição de fitas magnéticas anteriormente enterradas, podendo conduzir, assim, a um percurso não desejado. Uma alternativa menos custosa, a nível monetário, que se pode aplicar neste contexto tecnológico, é a aplicação de sensores óticos. Os AGVs, tendo estes sensores como equipamentos, seguem de forma exata uma guia tão simples como uma linha preta pintada no chão. Sendo uma tecnologia capaz de acompanhar a eficácia, verifica-se, também, um custo dos sensores óticos mais baratos que o dos sensores magnéticos, assim como a fita magnética é mais cara que uma banal pintura (Yuen, Yap, & Wei, 2020).

Por fim, uma tecnologia bastante utilizada nos AGVs é a RFID (*Radio Frequency Identification*). Esta consiste na instalação de um leitor RFID na parte de baixo do AGV e na colocação de *tags* no chão (Waldy, 2016). Estas *tags* permitem que informação de grande importância, como a velocidade desejada e verificação de aproximação a objetos ao efetuar uma curva, seja comunicada.

2.4.2. Criação de sistemas AGV:

Segundo Malmrong (1990), a conceção de um sistema AGV é realizada da seguinte forma:

1. *Layout* de Fluxo;
2. Controlo de tráfego: previsão e eliminação de colisões;
3. Localização e numeração dos locais de carga e descarga;
4. Características do veículo;
5. Descarregamento do veículo;
6. Rota do veículo;
7. Posicionamento dos veículos em espera;
8. Gestão de baterias;
9. Controlo das falhas.

2.4.3. Principais benefícios da implementação de AGVs

O custo de cada AGV pode ser elevado, contudo existem benefícios que corroboram a vantajosa implementação de sistemas AGV (Vis, 2006):

- Redução de movimentações, sendo que o número de cargas manuseadas por minuto é menor;
- Diminuição dos custos totais associados às movimentações;
- Minimização de tempos de espera para abastecimentos;
- Remoção de manipulações NVA aos colaboradores (melhoramento ergonómico).

Capítulo 3

3. Apresentação da empresa

Este capítulo consiste na apresentação da organização onde foi realizado o projeto, tendo em conta aspetos, não só como a história e a sua evolução, mas também informações relativas à mesma a nível atual. Primeiramente, é revelada a sua origem e alguns dados relevantes a esta, facilitando a sua introdução. Seguidamente, com o objetivo de focalizar, especialmente, a Renault Cacia, é efetuada uma exposição de algumas informações internas à empresa, como: a sua constituição e estrutura organizacional, alguns dados relativos aos seus produtos e uma breve explicação do sistema de gestão dos meios de movimentação.

3.1. Grupo Renault

O Grupo Renault, fundado a 25 de fevereiro 1899 pelo francês Louis Renault (com a ajuda dos seus irmão e amigos), é uma multinacional francesa pertencente ao ramo da produção de automóveis. Nesta organização verificam-se vendas anuais no valor de 3,8 milhões de veículos e com quase 180 000 colaboradores distribuídos por mais de 125 países em todo o globo. Detendo 40 indústrias de produção espalhadas por 17 países, o Grupo Renault constitui um dos grandes monopólios em todo o mundo com o importante objetivo da descentralização, mantendo toda a dedicação e qualidade, tanto nos seus produtos fabricados como nos seus serviços prestados. Os pilares como a qualidade, sustentabilidade e *performance* estão, eximamente, inseridos em todas as unidades do grupo, condizendo, então, com toda a sua reputação e respeito alcançados.

Em 1999, com o objetivo de garantir vantagens competitivas, solidificar a sua globalização e atender às mais recentes tecnologias, a Renault empenha-se em alterar a sua política, movendo-se para um rumo sustentável visando soluções inovadoras e modernas. É desta maneira que forma uma aliança com a Nissan, iniciando uma ligação com a AvtoVaz, Daimler e Mitsubishi, integrando também as suas três marcas: Renault, Dacia e Renault Samsung Motors.

Com os principais propósitos de elevar o nível de produtividade e obter um maior volume de exportações, realizou-se uma verdadeira fusão entre a Nissan e a Renault, partilhando e ajustando sistemas de produção de ambas as organizações. Esta fusão deu origem à *Alliance Production Way (APW)* que ao longo do tempo foi efetuando mais parcerias e investimentos em novos projetos, de modo que,

atualmente, esta aliança contém uma vasta lista de marcas como: Renault, Nissan, Mitsubishi, Renault Samsung, Infiniti, Venucia, Dacia, Datsun, Lada e Alpine (Figura 12).



Figura 12 - Alliance Production Way

3.2. Renault Cacia

A Renault Cacia, sediada na zona industrial do distrito de Aveiro, é uma das 40 fábricas do grupo, tendo sido construída em 1980, inaugurando assim as suas funções no ano seguinte (1981). Situa-se, propositadamente, numa zona de favorável acesso tanto a nível rodoviário como a nível ferroviário, o que faz com que seja um dos seus pontos fortes da sua cadeia de abastecimento. A nível de instalações, detém uma superfície total de 300 000 m², ocupando uma área coberta de cerca de 70 000 m², o que é definido como uma área bastante extensa, contribuindo, então, para uma metodologia de fluxos mais simples e uma distribuição mais organizada. Estão empregados nesta mesma indústria cerca de 1380 colaboradores, sendo estes os principais responsáveis pela produção de caixas de velocidade e variados componentes mecânicos para motores. Toda a produção é, exclusivamente, exportada para fábricas Renault e Nissan de montagem de veículos e de mecânica, com destinos como Espanha, França, Chile, África do Sul, entre muitos outros. Atualmente, os volumes de produção de caixas de velocidade estão na ordem das 700 000 caixas, sendo que, por exemplo é apresentado um valor de 1 600 000 bombas de óleo (valores anuais).

A maior fração do volume de negócios da Renault Cacia passa pelas caixas de velocidade, sendo produzidos dois tipos diferentes: JR (caixa que contém 5 velocidades) e ND (caixa que contém 6 velocidades). Recentemente, foi inserida no modelo de produção a caixa de velocidades JT4, sendo produzida, exclusivamente, nesta mesma indústria. Futuramente, este modelo novo de caixas prevê-se que irá abranger cerca de 70% do volume de negócios desta unidade fabril. Esta evolução, obrigatoriamente, irá desenvolver novas alterações a nível de *layout* e reorganização de fluxos, como será referido posteriormente.

3.3. Constituição e estrutura da Renault Cacia

Seguidamente irá ser apresentada a constituição da organização, em termos de infraestruturas (Figura 13):



Figura 13 - Renault Cacia

Legenda da Figura 13:

A - Zona de triagem: zona onde se efetua o controlo de qualidade da produção;

B - Armazém: zona de armazenamento dos produtos acabados ou componentes fornecidos; Receção administrativa: zona de expedição e receção de produtos ou componentes;

C - Oficina Central: zona de conceção e manutenção de equipamentos;

D - Departamento dos Componentes Mecânicos: área de produção dos componentes mecânicos;

E - Central de Fluidos: setor responsável pelo armazenamento e reciclagem de certos fluidos;

F - Área de Embalamento Caixas de Velocidade: espaço onde se embalam as variadas caixas de velocidade para seguirem para o armazém;

G - Tratamentos Térmicos (TTH): zona que permite aos produtos receberem novas propriedades importantes;

H - Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR): estação que visa o tratamento das águas residuais, com o objetivo da sua reutilização;

I - Garagem de manutenção: área que visa a manutenção dos meios de movimentação (*charlatte* e empilhadores);

J - Departamento de Recursos Humanos: setor que contém o setor administrativo e financeiro;

K – Departamento das Caixas de Velocidade: área de produção das caixas de velocidade e seus componentes.

3.4. Estrutura Organizacional

Atualmente, a empresa, empregando cerca de 1380 colaboradores, efetua uma distribuição por seis turnos diferentes, sendo que durante a semana estão repartidos em turnos de 8 horas de duração cada (6h-14h; 14h-22h; 22h-6h; 8h-17h); de outro modo estão formados os turnos dos fins de semana, funcionando, então, com dois turnos de 12 horas cada. Todos os colaboradores, que ingressam nesta organização, são sujeitos a uma formação contínua cuja média de horas por cada trabalhador é cerca de 43 horas anuais.

A estrutura organizacional da empresa é constituída por nove departamentos: técnico, logística, qualidade, APW/*monozukuri*, fabricação, financeiro/compras, recursos humanos, engenharia e informática (Figura 14). Cada um destes possui um único responsável pelo seu desenvolvimento.

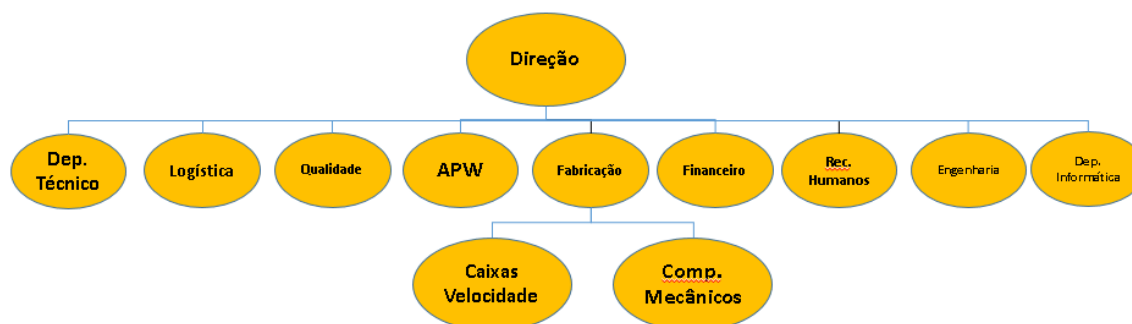


Figura 14 - Organograma da Renault Cacia

Focando somente na área de fabricação, esta é subdividida em dois sectores destinados ao fabrico de caixas de velocidade e componentes mecânicos. Estes sectores, por si mesmo, são compostos por um conjunto de *ateliers* (AT's) (Figura 15), que são subdivididos por Unidades Elementares de Trabalho (UET's). Cada AT detém um Chefe de *Atelier* e cada UET, por sua vez, possui um Chefe da Unidade Elementar de Trabalho (CUET).

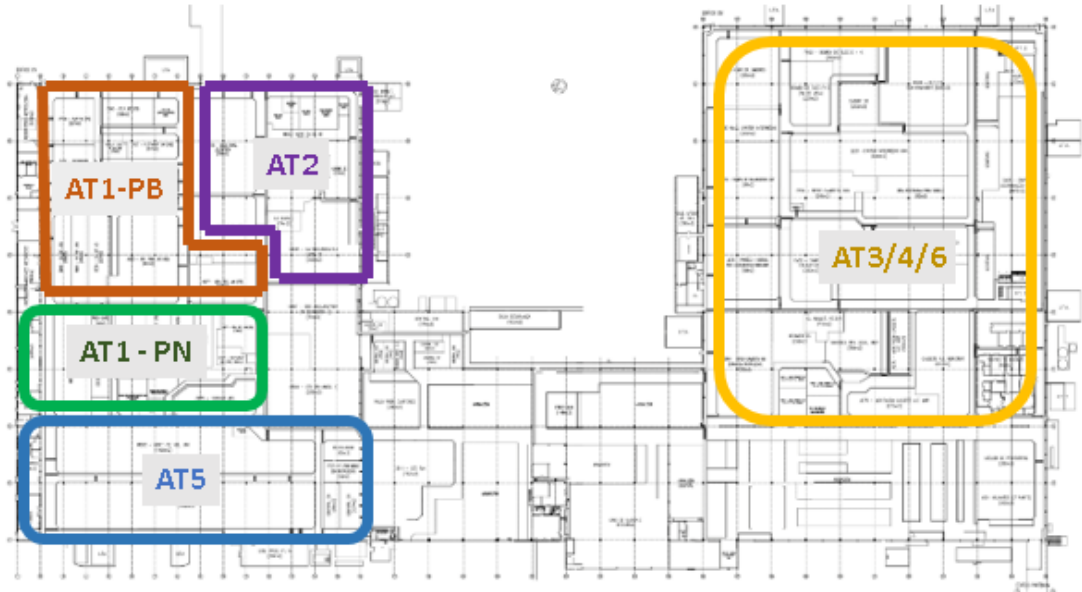


Figura 15 - Distribuição da fabricação por ateliers

A zona cuja coloração é amarela, representando os AT's 3,4 e 6, refere-se à área de produção dos componentes mecânicos. O AT3 designa-se pelo setor onde são fabricadas as bombas de óleo, apoios da cambota, cárteres intermédios e de distribuição e tampas da culassa. Os AT 4 e AT 6 (recentemente criado) são definidos como as áreas onde são fabricados os tambores, cones *crabot*, rampas, árvores de equilíbrio e eixos de balanceiros.

O setor cujas colorações são variadas, apresentando os AT's 1 PB (Peça Branca) e PN (Peça Negra), 2 e 5, remete ao departamento de fabrico das caixas de velocidade. O AT1 refere-se à produção de pinhões, árvores primárias e secundárias. De seguida, o AT2 remete para o fabrico de forquilhas e eixos de sincronização, sendo que, são também aqui maquinados os cárteres, tanto de embraiagem com o de mecanismo. Finalmente, a zona do AT5 é definida como o setor onde se realiza a montagem final das caixas de velocidade.

É de elevada importância salientar o valor que os TTH adicionam a todos os produtos, incutindo propriedades fulcrais para todo o desenvolvimento e ciclo de vida de cada um. Muitos dos produtos fabricados na Renault Cacia são alvo de 2 etapas indispensáveis durante o seu tempo de produção. Numa primeira etapa, estes são classificados por Peça Branca (PB), visto que estão ainda num estado de maquinação. Seguidamente, e, alcançando a segunda fase, são reencaminhados para os TTH com o principal objetivo de lhes serem concedidos propriedades mecânicas que vão resultar num elevar de resistência, rigidez e qualidade de desempenho. Os produtos, aquando da chegada a esta etapa, são designados por Peça Negra (PN). Estes

atributos são indispensáveis não só para o aumento do seu ciclo de vida, como já foi enunciado anteriormente, mas também para garantir uma maior eficiência durante o seu processo de utilização por parte do cliente.

3.5. Produtos

Como já foi referido anteriormente, existem duas áreas de produção facilmente identificáveis e divididas, sendo uma delas o setor das caixas de velocidade (identificada como letra K na Figura 13) e a outra identificada como setor dos componentes mecânicos (reconhecida com a letra D na Figura 13). Na tabela seguinte serão enunciados os produtos produzidos na Renault Cacia por área de produção:

Tabela 1 - Produtos produzidos na Renault Cacia por departamento

Departamento das Caixas de Velocidade	Caixas de Velocidade JR, ND e JT4
	Árvores primárias JR
	Árvores secundárias JR
	Pinhões JR e PK
	Cárteres de embraiagem
	Cárteres de mecanismo
	Caixa do diferencial
	Eixo finos
	Coroas JR e JH
Departamento dos Componentes Mecânicos	Bombas de óleo VDOP Hxx/M9/R9
	Bombas de óleo COP F/M9/K9/K4
	Caixas multifunções dos modelos K e F
	Coroas do diferencial
	Árvores de equilibragem
	Balanceros e eixos de balanceros D4
	Apoio de cambota H4 e H5
	Cárter de distribuição H4 e H5
	Cárter intermédio H5
	Coletores K4, F4 e D4F
	Tampa da culassa H5
	Cones Crabot

	Pinhões PK
--	------------

Todos os produtos acima referidos são exportados para fábricas de montagem de veículos e de mecânica referentes ao Grupo Renault, localizando-se em inúmeras regiões do globo como: Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, África do Sul, Irão e Índia.

3.6. Departamento de Logística Industrial

O projeto foi realizado no departamento de logística industrial (DLI), mais propriamente no setor da gestão de fluxos, com o objetivo da melhoria da gestão dos meios de movimentação. Este departamento tem como objetivo planejar e organizar a totalidade dos fluxos internos e externos à empresa, assim como o aprovisionamento das peças, orientar os programas da produção e realizar a gestão das expedições da organização, visando, assim, a maior satisfação possível dos seus clientes, com o menor custo possível.

Em termos estruturais, o DLI é supervisionado por um diretor logístico, podendo ser dividido por quatro setores distintos:

- **Receção administrativa/transportes** – setor responsável pela gestão do transporte dos produtos de origem externa à fábrica (POE's), a partir do fornecedor, distribuição dos elementos recebidos pelos armazéns e expedição dos produtos acabados;
- **Gestão de produção e inventários** – área onde se efetua a programação e planeamento da produção ao longo de todo o fluxo, controlando as cadências de cada linha de produção, onde se realizam e programam as encomendas de todos os produtos externos, gerindo, também, o inventário interno;
- **Gestão de fluxos** – trabalhando juntamente com o setor da gestão de produção, este subdepartamento é responsável pela gestão dos fluxos, mais especificamente, do transporte de materiais e produtos intra-empresa, tendo também influência a nível do inventário interno;
- **Armazéns/projetos e progresso contínuo** – realizam abastecimento das zonas de produção e montagem, sendo o órgão mais responsável pela gestão dos armazéns logísticos e pela área dos projetos e melhoria continua.

3.7. Sistema de Gestão do Meios de Movimentação

Com o objetivo principal de assegurar um fluxo contínuo dos materiais nas zonas de produção, é imperativa uma realização pormenorizada de uma planificação

tanto de armazenamento como do seu transporte, desde o instante em que qualquer material entra na fábrica através do camião onde é transportado, até à sua expedição. Desta maneira, é fundamental que haja uma gestão e organização de armazém bem conseguida, uma equipa totalmente focada pelos meios de movimentação dos materiais, a fim de que os planos e horários sejam bem definidos para que o fluxo dos materiais internos à fábrica seja contínuo e bem-sucedido. Esta agilização metódica e regrada de todos estes processos irá resultar nas seguintes consequências:

- ✓ Preservação da qualidade dos materiais, assegurando as suas características e propriedade;
- ✓ Uma bem-sucedida gestão total sobre o montante de materiais em armazém;
- ✓ Diminuição dos custos logísticos;
- ✓ Otimização da movimentação dos materiais;
- ✓ Aumento do aproveitamento de todos os recursos humanos e materiais;
- ✓ Melhoria do aproveitamento de espaços físicos.

3.7.1. Meios de Movimentação na Renault Cacia

Com o principal objetivo de executar os habituais abastecimentos às linhas de montagem e produção, a Renault Cacia possui vários meios de movimentação para o transporte de materiais e produtos. Estes meios de transporte dividem-se em empilhadores, *charlattes* ou tratores logísticos e AGV's. A Figura 16 demonstra esses mesmo veículos que são usados na unidade fabril em questão.



Figura 16 - Meios de movimentação Renault Cacia

O empilhador (Figura 16 ao meio) é responsável pelo transporte e carregamento de mercadorias de peso significativo, oferecendo uma elevação e descarga de lotes de produtos ou materiais, sem qualquer utilização de esforço físico por parte do colaborador. Este tipo de meio de movimentação é mais usado na carga e

descarga de camiões, organização do *stock* em armazém, transporte dos produtos acabados e certos trabalhos pontuais.

O *charlatte* (Figura 16 à esquerda) é o meio de movimentação mais utilizado na fábrica. Consiste num veículo elétrico usado para o transporte de bases rolantes e estantes móveis (Figura 17). A criação de um comboio logístico de diversos abastecimentos e recolha de grandes acondicionamentos é um dos fatores que mais viabiliza o uso deste meio, flexibilizando desta forma o transporte de qualquer mercadoria neste tipo de suporte rolante. O *charlatte* é utilizado, também, para a organização do *stock*, abastecimento de linhas de produção e transporte de produto acabado.



Figura 17 - Bases rolantes e estantes móveis

Atualmente, existem 25 empilhadores e *charlattes* alugados à empresa Linde, que possuem características distintas, dependendo do modelo para uma certa função específica, diferindo também no preço do seu aluguer. Todos estes veículos são elétricos, contudo existem ainda, a laborar em meio fabril, 7 empilhadores a gás e 6 a diesel que são propriedade da Renault Cacia. Este tipo de veículos, comparativamente, aos elétricos, poluem o ambiente de uma maneira mais significativa, realizando, também, com uma menor segurança toda a circulação definida a efetuar em chão de fábrica. Por estes motivos, está em processo um projeto de eliminar todos os veículos deste tipo. Um objetivo a longo prazo que a Renault Cacia quer garantir consiste na eliminação de todos os empilhadores e *charlattes* em zonas de fabricação, realizando uma acentuada redução de custos associados aos mesmos (manutenção, aluguer, entre outros) e aumentando o nível de segurança.

Os AGV's (Figura 16 à direita) são umas das implementações associadas à Indústria 4.0, constituindo-se o futuro do transporte de material na fábrica. Este beneficia de rotas pré-programadas em *software Vsystems*, no caso da empresa em

Melhoria de fluxos nos sistemas de gestão dos meios de movimentação na indústria automóvel

questão, e com a utilização da técnica de leitura ótica com o objetivo de orientar o AGV em chão de fábrica. Este contribui não só para a defesa do meio ambiente pelo facto de ser um veículo mais sustentável que os acima referenciados, mas também para a saúde financeira da empresa, devido à sua vertente mais económica em relação aos demais, tendo em conta os seus custos associados. Atualmente, existem cerca de 60 AGV's alugados à empresa Cmajor, com características e preços distintos, também, dependendo do modelo a usar (Figura 18). Este número tem vindo a elevar-se, tornando-se um dos objetivos, do projeto e da empresa, tentar melhorar também estes números, beneficiando da diminuição de custos relacionados com este meio de movimentação.



Figura 18 - Tipos de AGV's na Renault Cacia

Capítulo 4

4. Desenvolvimento do projeto

Neste capítulo vai ser efetuada uma exposição e análise do estado inicial da organização e, por via das implementações efetuadas com o desenvolvimento do projeto, as suas consequentes alterações. Irão ser apresentados cada um dos trabalhos aplicados em meio fabril, descrevendo os motivos pelos quais foram propostos para desenvolvimento, como foram implantados no chão de fábrica e que vantagens e desvantagens trarão à empresa com a sua aplicação.

Na secção 4.1., irá ser apresentada a alteração do local de carregamento das baterias dos empilhadores e *charlattes* elétricos, o que marca o começo do projeto desenvolvido.

De seguida, no ponto 4.2, será descrita a criação do novo carro de transporte de material com origem na “Peça Branca” e destinado aos Tratamentos Térmicos.

Posteriormente será realizada, na secção 4.3., uma apresentação da análise de uma anomalia nos AGV's na linha de montagem das caixas de velocidade e, conseqüentemente, uma proposta de solução que visa a sua resolução.

Por fim, no ponto 4.4. será efetuada uma análise geral do uso dos empilhadores da empresa com o principal objetivo de reduzir a sua quantidade e, naturalmente, os custos associados.

4.1. Melhoria do fluxo de substituição de baterias dos empilhadores e *charlattes* elétricos

A gestão de fluxos de uma empresa é um ponto fulcral para o seu funcionamento bem-sucedido, logo a sua constante melhoria é um desenvolvimento indispensável para a sua evolução. Quando se menciona o termo “fluxo” em meio industrial surgem, em contextos de maior importância, os abastecimentos de linhas de produção, automatização de fluxos, entre outros aspetos. Porém, é também de salientar a forma como estes garantem o seu bom funcionamento e a sua manutenção, mais especificamente falando, os meios de movimentação.

A maioria dos meios de movimentação utilizados na Renault Cacia são elétricos, daí cada um necessitar de uma bateria para que possam realizar as suas funções. Focalizando nos empilhadores e *charlattes* elétricos, estes exigem que haja uma localização fixa e em plenas condições, afim de efetuarem as trocas de baterias que, diariamente, precisam de ser carregadas (com uma duração de uso média de 8

horas). Estas baterias em comparação às dos AGV's, por exemplo, são de uma escala bastante maior, daí ser fundamental existir um local definido para o seu carregamento (Figura 19).



Figura 19 - Bateria de Empilhador/*Charlatte* elétrico

4.1.1. Definição do estado inicial

Inicialmente, todas as baterias se localizavam na Garagem de Manutenção (Figura 13 - I; Figura 20). Neste local realizavam-se alguns trabalhos não só de manutenção e substituição das baterias de empilhadores e *charlattes*, como também trabalhos no âmbito da manutenção, a nível mecânico, destes mesmos meios de movimentação. Qualquer anomalia nestes equipamentos, reportada por um colaborador, e era, de imediato, deslocado o veículo a esta garagem com a finalidade de ser reparado.



Figura 20 - Garagem de Manutenção

Realizando uma análise e avaliação das condições presentes neste local, concluiu-se que não tinha os requisitos suficientes, em termos de segurança e contexto técnico, para que, no mesmo, se continuassem a desenvolver as funções de substituição e manutenção das baterias dos meios de movimentação acima referidos. As irregularidades verificadas são as seguintes:

- Constante derramamento de óleos no piso, devido à manutenção mecânica dos veículos (Figura 21 à direita);
- Limitada área para se realizarem as manobras, tanto dos veículos como para a manipulação das baterias no processo de substituição (Figura 21 à direita);
- As bases que suportavam as próprias baterias eram de reduzida resistência, havendo risco de queda das mesmas (Figura 21 à esquerda);
- Impossibilidade de linhas com a função de delimitar os espaços de movimentação, tanto dos colaboradores como para as próprias máquinas;
- Tempo de deslocação à Garagem de Manutenção elevado, devido aos variados obstáculos, como camiões de expedição e esperas por deslocações de AGV's (Figura 22);
- Fraco nível de ventilação e arejamento.



Figura 21 - Condições físicas da Garagem de Manutenção

Desta maneira, entendeu-se que seria obrigatório alterar o local de carregamento das baterias para uma localização prática e que preencha todos os requisitos técnicos e de segurança.

4.1.2. Estudo da nova localização

Após um *brainstorm* e um estudo acerca das melhores possibilidades a colocar em prática para a solução deste problema, concluiu-se que o melhor local para a colocação das baterias dos empilhadores e *charlattes* seria na GR1 (Gare 1) junto à RA (Figura 22 – Círculo S). Este iria ser designado como “Sala de carregamento das baterias”.

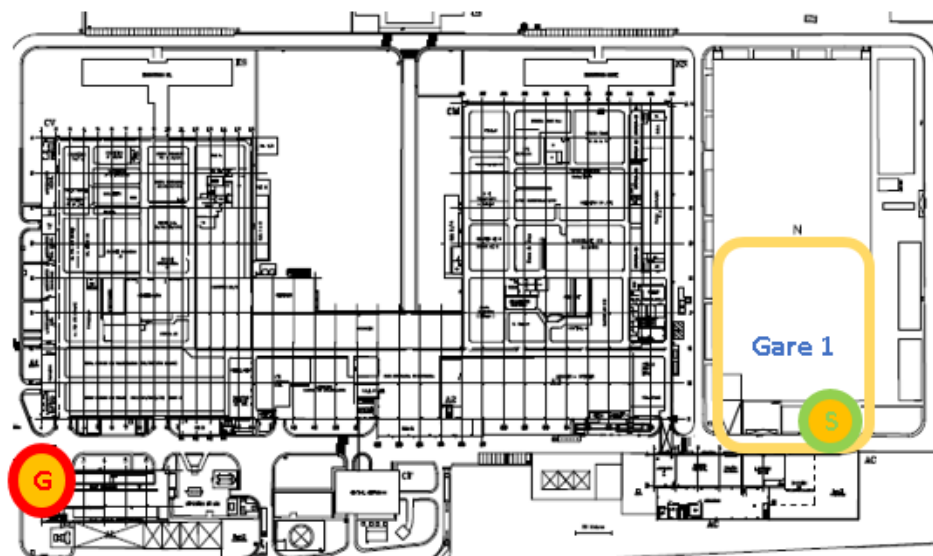


Figura 22 - Localização da Garagem de Manutenção e da possível nova Sala de Carregamentos de baterias

Esta sala, ao situar-se na GR1, iria ser adjacente à fabricação, isto é, para que os empilhadores/*charlattes* pudessem substituir as suas baterias, simplesmente, teriam que se deslocar ao armazém logístico (local de trabalho da quase totalidade dos empilhadores), sem sequer efetuar deslocações para o exterior da fábrica (como era o caso da Garagem de Manutenção), evitando assim constrangimentos como o tráfego de camiões de expedição e as esperas excessivas pelos deslocamentos dos AGV's. Outros dos requisitos que conseguia preencher, eram os da não existência de óleos derramados pelo piso, devido a ser uma sala, exclusivamente, dedicada às baterias; a forte ventilação e arejamento da localização, apesar de ser coberta, existe bastante circulação de ar. Por fim, uma das principais exigências era deter uma boa área para realização de manobras tanto dos veículos como para a organização das baterias.

4.1.3. Concretização da Sala de Carregamento de Baterias

Garantindo, então, todas as condições reunidas para a aplicação desta proposta de melhoria, começou a colocar-se o plano em prática. Desta forma, reuniram-se os responsáveis da logística e armazém com os especialistas responsáveis pelo

ambiente e segurança no trabalho com o objetivo de viabilizar e confirmar esta implementação. Tendo em conta a ferramenta *Lean 5S*, foi realizada uma lista de prioridades com tudo o que é necessário para a alteração legal do espaço, para que esta fosse efetuada dentro de todos os parâmetros ambientais e de segurança e com uma organização adequada. Esta lista era constituída pelos seguintes pontos:

- Sinalização própria dos extintores (Figura 23);



Figura 23 - Sinalização dos extintores

- Grades de segurança à entrada da sala e sinalização apropriada, para evitar quaisquer acidentes entre colaboradores e veículos (Figura 24);

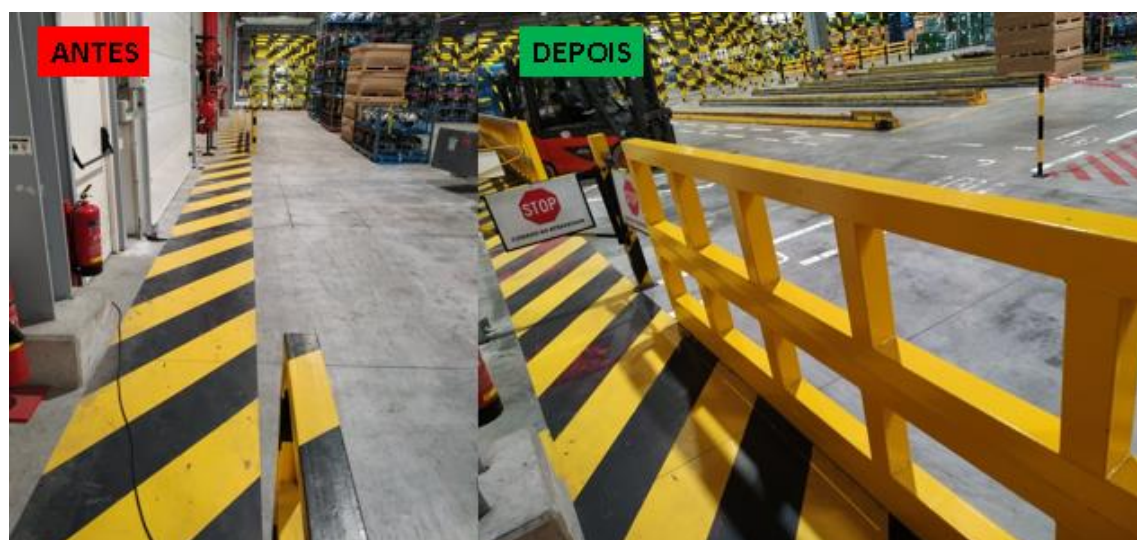


Figura 24 - Grades de segurança e sinalização própria

- Grades de segurança para proteger os tubos da água (Figura 25);



Figura 25 - Grades de proteção dos tubos de água

- Colocação do manípulo da porta de emergência, para precaver alguma urgência (Figura 26);



Figura 26 - Aplicação do manípulo da porta de emergência

- Linhas delimitadoras de espaços próprios (Figura 27);

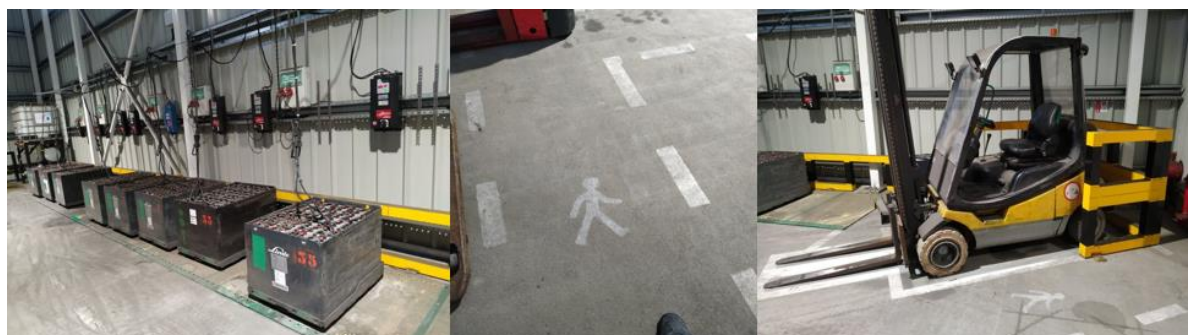


Figura 27 - Linhas delimitadoras

- Introdução de *kits* para uso regular (viseira, luvas de proteção) e de *kits* de urgência (lava olhos) (Figura 28).



Figura 28 - Kits de uso regular e de urgência

Com a aplicação de todos estes fatores a Sala de Carregamento de Baterias começou a trabalhar na sua totalidade com uma eficiência mais elevada e, até ao presente momento, não há registo de quaisquer acidentes ou anomalias, sendo este o objetivo pretendido.

4.1.4. Padronização do fluxo de substituição de baterias

Houve, então, a necessidade de introduzir uma padronização no procedimento de troca de baterias por parte dos colaboradores, com o objetivo da inexistência de falhas ou erros por parte dos mesmos, precavendo assim a sua segurança, e também assegurando a eficácia do processo. Através da aplicação de uma das técnicas *Lean* designada por *Standard Work*, foi possível garantir uma autonomia aos colaboradores, rapidez na execução do fluxo em questão e uma maior linearidade de aproveitamento.

Inicialmente, para tal acontecer, foi fundamental haver uma formação para todos os colaboradores que iam interagir neste tipo de situações, demonstrando o processo *step-by-step* até ao final, visando a certificação de que todos iriam realizar o mesmo procedimento, de modo a não haver quaisquer futuras falhas. Por fim, foi exposto o manual de procedimentos (fornecido pela Linde), com o objetivo de resolver qualquer tipo de dúvida acerca do referido processo (Figura 29).



Figura 29 - Padronização do processo de substituição de baterias

4.1.5. Melhoria do fluxo entre a zona da Peça Branca e os Tratamentos Térmicos

Atualmente, na Renault Cacia são produzidos componentes, tanto para as caixas de velocidade JR, como para a nova caixa designada de JT4, tendo esta sido introduzida recentemente. O processo de produção de muitas das peças fabricadas nesta indústria local (como pinhões, coroas, entre outras) é bastante idêntico, tendo em conta o seu contexto geral (Figura 30). Principia-se, então, com a peça no seu estado bruto pronto a ser maquinado. Inicialmente, são reencaminhadas para a zona da Peça Branca com o objetivo de ser realizado o processo para o estado de maquinação, passando, efetivamente, a Peça branca, ou seja, peça maquinada. Seguidamente, por meio de AGV, os materiais são redirecionados para a zona dos Tratamentos Térmicos, em carros atrelados a este, para que lhes possam ser aplicadas propriedades mecânicas, verificando uma maior resistência, rigidez e qualidade no seu desempenho, aumentando assim o seu ciclo de vida. Após o término deste processo, segue-se o procedimento da sua fosfatação, que visa aumentar a proteção química da peça em questão. Finalmente, são reencaminhados por

charlattes para a zona do *kitting*, onde se efetuam a preparação dos *kits* para a respetiva linha de montagem.

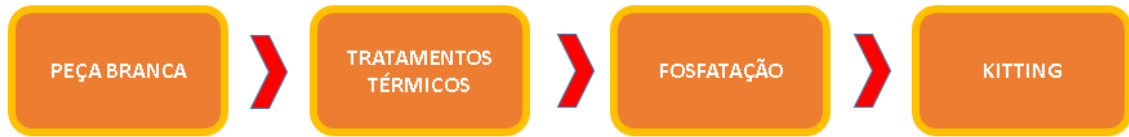


Figura 30 - Processo de produção dos pinhões

Focando somente no fluxo entre a zona de Peça Branca e os Tratamentos Térmicos (Figura 31 – retângulo verde), com a introdução deste novo projeto da caixa de velocidades JT4 houve algumas alterações na logística deste processo, sendo que os pratos refratários usados nos carros (atrelados dos AGV's onde se colocam as peças maquinadas para transporte), para colocar as peças de montagem deste tipo de caixa, possuem dimensões maiores do que os normais (pratos refratários JR). Deste modo, um carro consegue transportar três pratos refratários JR, contudo se tiver que transportar peças JT4, só consegue incluir um prato no seu transporte (Figura 32).

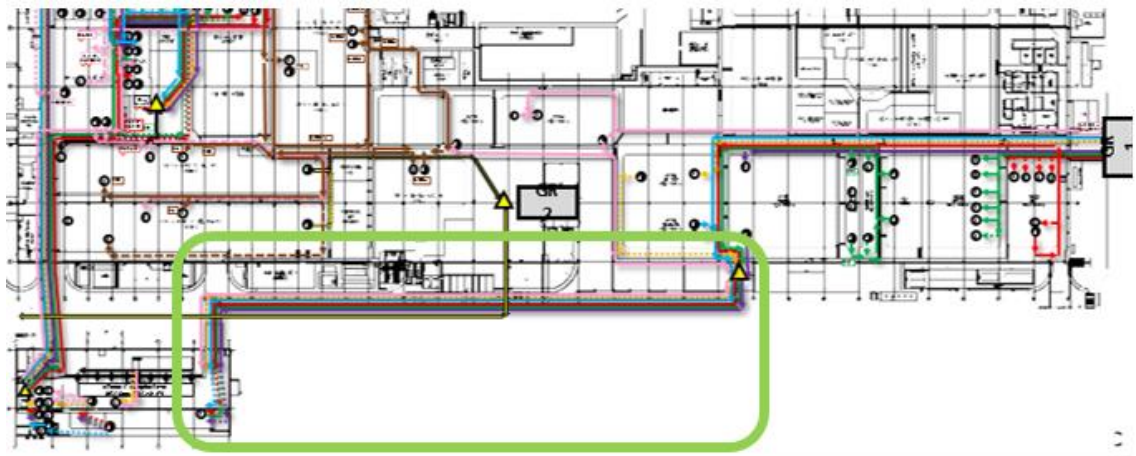


Figura 31 - Fluxo entre a PB e os TTh

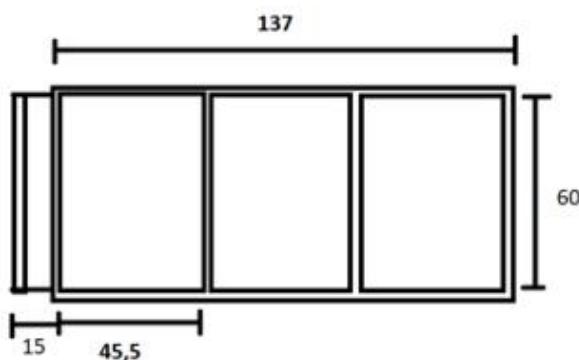


Figura 32 – Carro de transporte e suas dimensões (com 3 pratos refratários)

Desta maneira, houve várias anomalias reportadas em termos de falta de carros na primeira zona enunciada, daí que houve uma atenção especial em relação a esta situação, bastante recorrente. Estes tipos de irregularidades causavam alguns

problemas em termos de aumento de tempos de espera no seu processo de transporte entre estas duas zonas, o que, automaticamente, elevava o tempo do seu processo produtivo de forma significativa, atrasando, assim, as entregas dos produtos acabados aos clientes.

4.1.6. Definição do estado inicial e reconhecimento do problema

Após análise das irregularidades comunicadas pelos colaboradores, começou a seguir-se o fluxo em questão, presencialmente, identificando-se a origem para os erros acima verificados. Desta maneira, o motivo pelo qual havia falta de carros na zona da PB para transporte, cujo destino eram os TTH, era a realização do próprio transporte em condições incorretas. Esta situação ocorria, pois estes não eram preenchidos de forma completa, verificando-se a sua acumulação, em espera à entrada e saída dos processos. O principal motivo para o não preenchimento total dos carros devia-se à tipologia de pedidos FIFO (*first in first out*), na medida em que não era permitido enviar peças JR e JT4 no mesmo carro, devido às dimensões dos dois tipos distintos de pratos refratários (JR e JT4).

4.1.7. Proposta de Melhoria

Após o estudo do problema, foi proposta uma solução que consistia na compra de carros estritamente usados com destino à caixa de velocidades JT4, sendo que os carros até agora usados ficariam para uso exclusivo das peças destinadas ao outro tipo de caixa. Desta forma, foi implementado um plano de criação de um novo carro com novas dimensões e características incutidas. Primeiramente, procedeu-se à obtenção das dimensões dos pratos refratários referentes à nova caixa, realizando de seguida um esboço do novo carro a ser usado, com as dimensões e acessórios necessários para o transporte de um ou dois pratos (Figura 33).

	<u>Comprimento (mm)</u>	<u>Largura (mm)</u>	<u>Altura (mm)</u>
<u>Pratos refratários</u> <u>Carros internos</u> <u>TTH2 pratos</u> <u>(cada)</u>	760	380	85

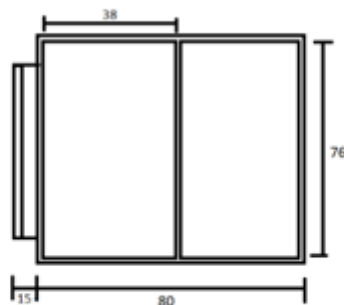


Figura 2 - Dimensões pratos refratários (sem 2 pratos)

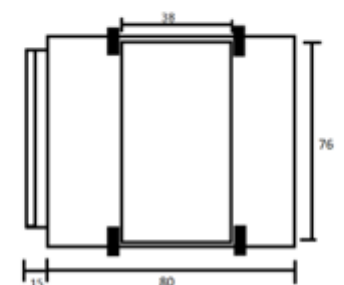


Figura 3 - Dimensões da presença de um só prato refratário (sem 2 pratos)

Figura 33 - Esboço e dimensões do carro JT4

Este novo carro iria permitir o transporte de um ou dois pratos refratários JT4 simultaneamente, o que permitia garantir uma flexibilização dos materiais a transportar, consoante os pedidos efetuados, tanto da zona da PB como dos TTH. Da mesma forma, iria aumentar o número de carros disponíveis para a função acima mencionada, evitando, assim, a possibilidade da situação de falta de carros disponíveis na zona de saída da Peça Branca.

4.1.3. Aplicação da solução de melhoria

Após exposição e apresentação da proposta de melhoria ao CUET da equipa de Gestão de Fluxos, esta foi aprovada e seguiu-se a realização de um caderno de encargos com o objetivo da encomenda de carros com as especificações enunciadas na Figura 31. Depois do envio e, conseqüente, aceitação do caso em questão ao setor das Compras, foram construídos e enviados os carros JT4 (Figura 34) por parte de um dos fornecedores da Renault Cacia.

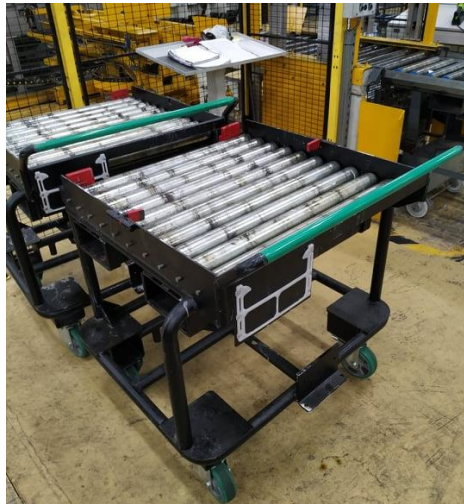


Figura 34 - Novo carro JT4

4.2. Solução de melhoria nas linhas de montagem das caixas de velocidade

4.2.1. Definição do estado inicial do problema e identificação da sua origem

Primeiramente, nas linhas de montagem das caixas de velocidade, eram reportadas pelos colaboradores algumas faltas de abastecimento de material (tanto da linha 2 como da linha 3) (Figura 35), contudo, nada de significativo não sendo tomada uma especial atenção a essa situação. Com o decorrer do tempo, este problema foi-se acentuando de maneira mais grave, ao ponto de haver paragens de linha para esperar pelo abastecimento de certos materiais, o que não poderia continuar a acontecer.

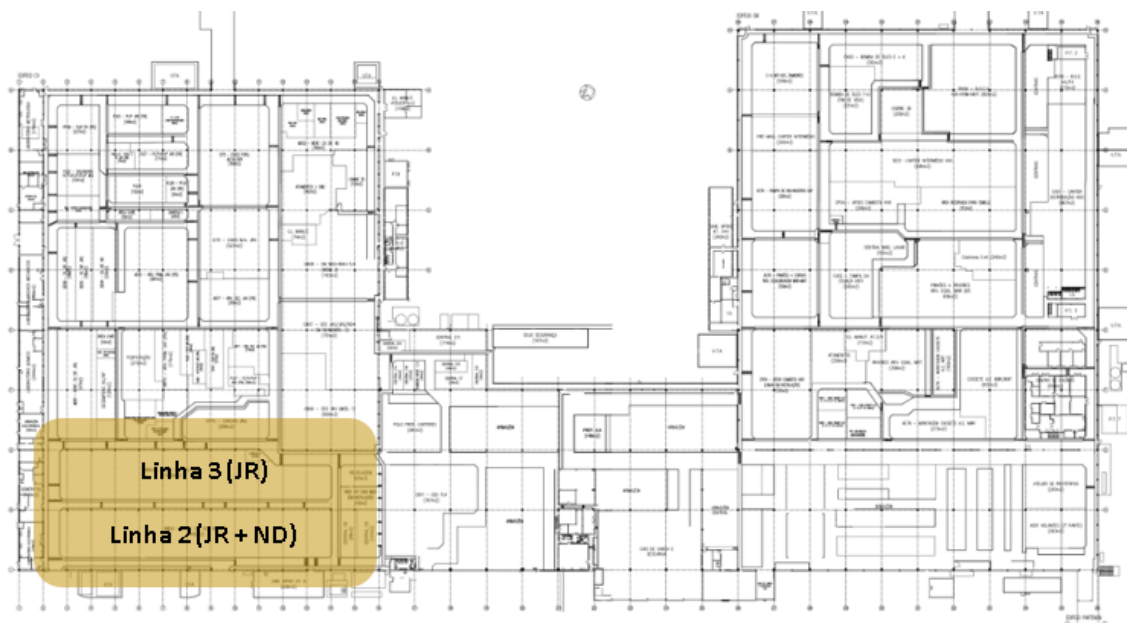


Figura 35 - Localização das linhas 2 e 3 na Renault Cacia

Com o objetivo de solucionar o problema acima referido, foi realizada uma observação e análise geral de ambas as linhas que visava localizar a origem dos problemas. Colocando em prática uma das ferramentas *Lean* denominada de “5-Why”, foi de rápido e eficaz modo que se encontrou a origem do problema (Figura 36).

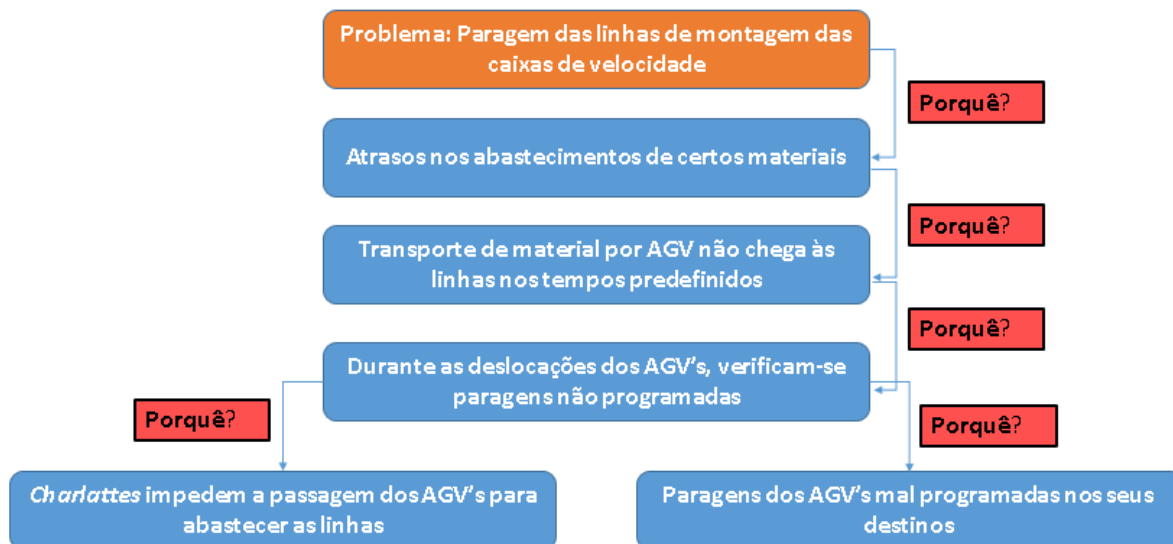


Figura 36 - 5-Why: Origem do problema

Como se verifica então, na Figura 36, existe uma anomalia inicial que, naturalmente, terá a sua origem numa vasta lista de subproblemas. Começando então pela identificação do problema central, sendo este a paragem das linhas de montagem do setor em questão. Logo de seguida, ao efetuar a questão “Porquê?”, consegue-se identificar a irregularidade já acima referida que expõe os atrasos nos abastecimentos de alguns constituintes das caixas de velocidade. Continuou-se, então, a questionar da mesma maneira identificando uma anomalia, sendo esta explicada pelos anormais tempos de transporte dos materiais por AGV, visto que são mais elevados que o normal. Prosseguiu-se então o processo de identificação da origem do problema, verificando-se paragens não programadas informaticamente, durante as rotas definidas aos AGV's. Finalmente, mantendo-se o padrão do método em uso, identificaram-se dois problemas reconhecidos que estavam na origem de algumas paragens de produção nas linhas de montagem das caixas de velocidade. Nomeadamente, os *charlattes*, aquando das suas paragens para abastecimento de linhas, realizam as mesmas de forma a que sejam um obstáculo inultrapassável para os AGV's continuarem as suas deslocações predefinidas (Figura 37); o outro problema identificado consiste nas paragens mal programadas de certos AGV's, nos seus destinos, que servem, também, como barreiras para a passagem dos ditos AGV's atrasados (Figura 38).



Figura 37 - Paragem NOK de charlattes



Figura 38 - Paragens mal programadas dos AGV's

De seguida procedeu-se ao mapeamento dos processos chave, com o objetivo de se realizar uma mais eficaz e rápida análise aos problemas verificados. Este processo demonstra todos os sentidos de circulação (Figura 39 - setas verdes) em volta de toda a área em questão, tanto de AGV's como de empilhadores/charlattes. Existe, também, uma exposição de todos os locais de abastecimento efetuados por *charlattes* (Figura 39 – círculos azuis) e, da mesma maneira, são reveladas todas as paragens para abastecimento por parte dos AGV's (Figura 39 – triângulos amarelos).

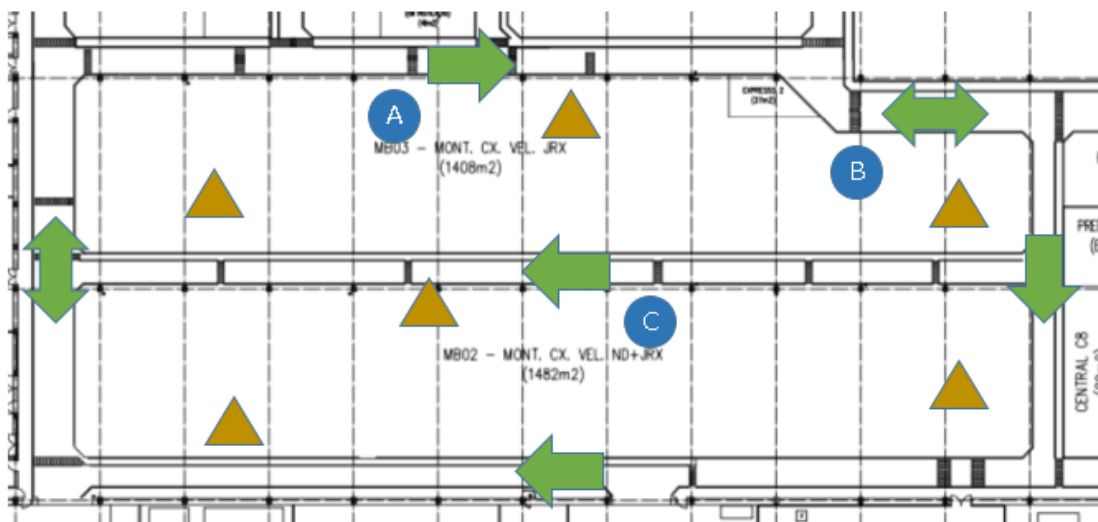


Figura 39 - Sentidos de circulação e locais de abastecimento de AGV's e *charlattes*

4.2.2. Proposta de melhoria

Após identificação e análise de todos os problemas associados ao presente caso, foi realizada uma lista de soluções com vista à sua resolução. Depois de uma focada troca de opiniões com os CUET's de ambas as linhas, foi efetuada uma apresentação das ideias que, realmente, continham potencial para solucionar as anomalias referidas anteriormente.

O processo que iria determinar a resolução do problema, relacionado com as paragens NOK dos *charlattes*, consistia em paragens formalizadas e delimitadas para os veículos, de forma a abastecerem todos os postos o mais rapidamente possível, permitindo, assim, a livre circulação dos AGV's por este setor para efetuarem as suas trajetórias de abastecimento (Figura 40).

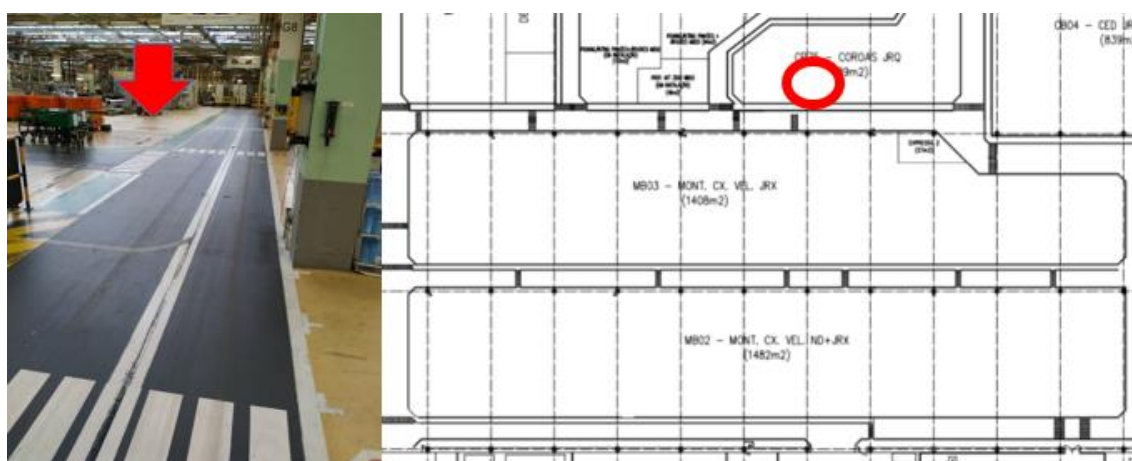


Figura 40 - Proposta de melhoria para paragem de *charlotte*

A Figura 40 mostra o local exato onde deveria ser formalizada a paragem de *charlotte* para as situações de abastecimento A e B (Figura 39 – círculos azuis). Após a sua aplicação e delimitação iria ser um sítio estratégico eficaz para que

fosse possível o abastecimento rápido por parte do colaborador. Tendo em conta o *layout* de ambas as linhas, será de elevada dificuldade a resolução da situação de abastecimento C (Figura 39 – círculos azuis). Uma possível, mas bastante complexa solução seria a alteração do próprio *layout* com o fim de permitir a delimitação de uma zona formal de paragem para o *charlatte* abastecer.

Finalmente, para solucionar o último problema identificado relativo às paragens inequívocas dos AGV's, por parte de paragens mal programadas de outros meios de movimentação da mesma espécie, foi elaborada também uma solução que visa a sua fluidez de abastecimento, tendo em conta as suas rotas, fornecidas pelo software *Vsystems*. Visto que esta má definição de paragens foi executada somente em AGV's de abastecimento do fim de linha de montagem, serão demonstradas apenas, as rotas referentes a este fluxo (Figura 41).

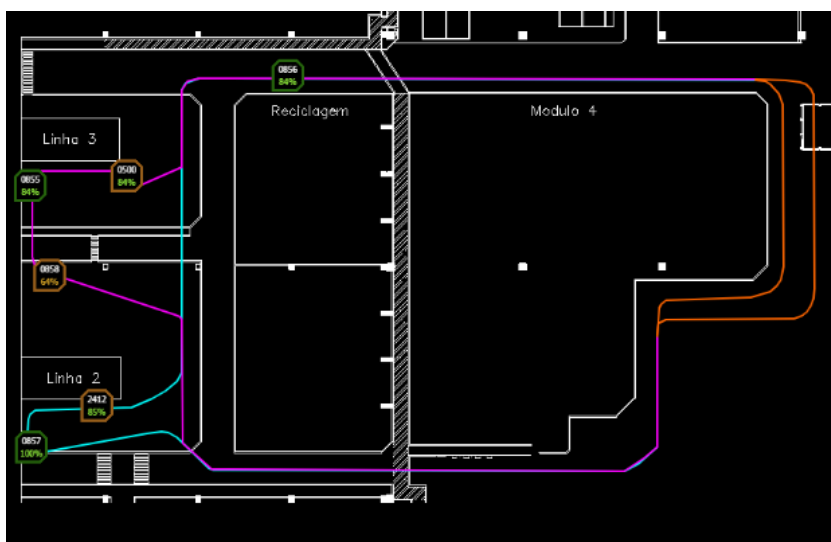


Figura 41 - Rota dos AGV's do fim de linha das caixas de velocidade

Como podemos verificar na Figura 41, os AGV's saem da zona de embalagem das caixas de velocidade (traço laranja) dirigindo-se para as áreas de final de linha de cada uma (traço inferior a roxo) com o objetivo de serem abastecidos com caixas de velocidade montadas na sua totalidade. Dependendo do pedido ser da linha 2 ou da linha 3, através de um *tablet* fixado nas mesmas, os AGV's serão encaminhados para a linha em questão, efetuando um tempo de espera para que sejam totalmente carregados. O problema, por vezes, está no número de AGV's que se solicitam. Se forem requeridos mais que um AGV para a linha 2, por exemplo, irá acontecer o que é demonstrado na situação da Figura 41 (à esquerda). E igual acontecerá, se o executarem da mesma maneira para a linha 3 (Figura 41 à direita). Por fim, a rota termina com a deslocação dos AGV's, aquando da sua totalidade de abastecimento, novamente para a zona de embalagem.

Para que tal desorganização não aconteça, recomendou-se a colocação de uma zona de espera (Figura 42) para o AGV (que é solicitado para o final de linha) que visa não prosseguir a partir dessa mesma área, enquanto o AGV, que está em abastecimento no final da linha pedida, não for completamente preenchido. Esta zona pode ser criada a partir do uso da tecnologia RFID, usando uma *tag*, com a sua ordem de paragem, que vai ser lida pelo leitor do AGV aquando da sua passagem. A partir do momento em que o colaborador dá a ordem para o AGV seguir com as caixas de velocidade para o embalamento, o AGV, que ainda estará na zona de espera recomeça o seu trajeto para a linha que requereu o seu serviço. Desta forma, não irá existir qualquer engarrafamento que sirva de obstáculo a todos os AGV's que funcionam neste meio. Deverá ser realizada uma formação aos colaboradores que operam na zona de embalamento com o objetivo de tomar as melhores decisões em relação à logística de pedidos.

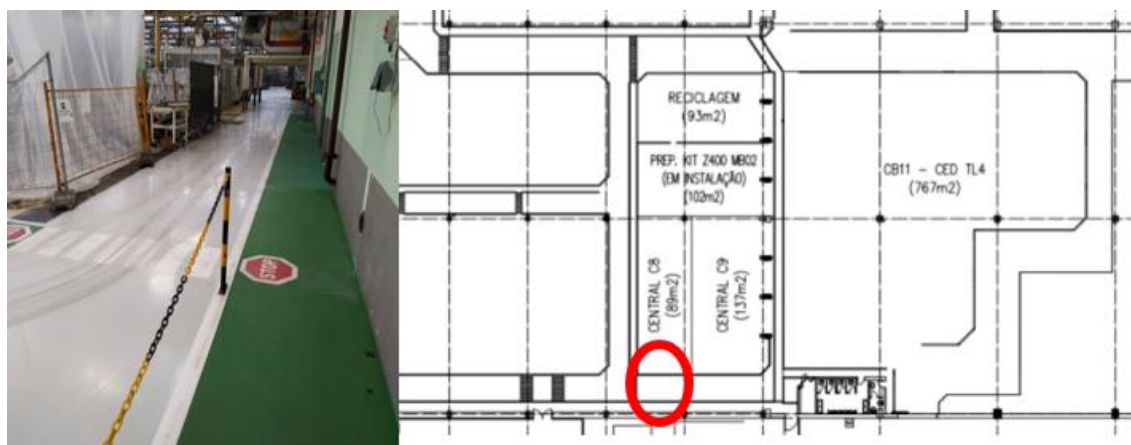


Figura 42 - Zona de espera do AGV requerido

Desta forma, irão ser resolvidos os problemas encontrados que dificultavam o bom funcionamento da empresa, otimizando os fluxos das linhas 2 e 3 da linha de montagem das caixas de velocidade, afim de se obter um maior aproveitamento dos mesmos, devido ao acrescento de atividades VA, através de uma maior fluidez de processos.

4.3. Análise geral dos empilhadores e *charlattes* da empresa

Com o principal objetivo de reduzir os custos da fábrica, a Renault Cacia está inserida num projeto designado “Zero Empilhadores”, como já foi mencionado anteriormente. A partir da diminuição do número de veículos, tanto empilhadores como *charlattes*, irá ser possível realizar uma significativa redução de custos associados aos mesmos. Desta forma, a empresa está empenhada, não só nos custos, mas também na segurança e sustentabilidade adicional que este esforço poderá oferecer ao meio fabril, em geral.

Primeiramente, a organização está focada em eliminar todos os meios que não são elétricos, neste caso veículos a diesel e a GPL. Comparativamente aos primeiros, estes veículos são bastante poluentes e perigosos, devido ao combustível que utilizam e à fraca tecnologia associada aos mesmos, apresentando um risco para todos os colaboradores. Desta forma, o projeto implica, inicialmente, eliminar os veículos mais poluentes e perigosos e, de seguida, ir reduzindo todos os meios até ficar tudo automatizado. Este é o principal objetivo, a automatização total da fábrica seguindo, com rigor, os princípios ambientais e de segurança fabris.

4.3.1. Obtenção de dados de todos os veículos em questão

De início era necessário saber quantos empilhadores e *charlattes* existiam em toda a fábrica, para, de seguida, se conseguirem obter informações acerca do posto em que estão introduzidos, e conseguir elaborar uma tabela com variadas informações. Nestas incluem-se dados como: a referência Renault, o tipo de veículo, o número de horas anual de utilização, a sua afetação e, por fim, o seu custo mensal de aluguer. Para tal aquisição de informação, parte do trabalho foi fornecido pela própria tecnologia dos veículos alugados à empresa Linde, visto que estes obtinham, automaticamente, o fornecimento de horas devido ao seu software avançado. Contudo, nem todas as máquinas pertenciam à Linde, sendo que 25 veículos eram da sua propriedade e o resto eram da responsabilidade da Renault Cacia. Os últimos, sendo de fraca tecnologia, a única informação que conseguiam fornecer era a da quantidade de horas que tinham de trabalho, desde a última inspeção, tendo que ser registadas por via presencial.

Seguidamente a uma longa pesquisa e exploração com vista à aquisição das informações acima enunciadas, foram retirados alguns dados do software acima referido, onde se conseguiu obter o número de horas de utilização semanais por cada veículo, no ano de 2019. Através deste ponto de partida, efetuou-se a procura dos postos de trabalho de cada um, o tipo de fonte de energia que utilizava (GPL, diesel ou eletricidade) e, por fim, o custo mensal de aluguer de cada um, nesse mesmo ano. Na tabela apresentada no Anexo A, estão expostas todas as informações mencionadas anteriormente.

Depois de agrupar todas as informações referentes às máquinas Linde, é necessário efetuar o mesmo processo para as máquinas pertencentes à empresa em questão. Contudo esta tarefa irá ser demonstrada de modo incompleto, pois não se conseguiu efetuar a recolha do número de horas a tempo, devido à situação pandémica que, atualmente, se regista. De seguida, irão ser apresentadas as

características destes veículos como a fonte de energia e o posto de trabalho (Figura 43).

Maquinas da Renault Cacia		
Nº máquina	Fonte de energia	Posto
2	GPL	Armazém
3	GPL	Parado
5	GPL	Armazém
6	GPL	Parado
8	GPL	PHF
9	GPL	Parado
10	GPL	Parado
12	Elétrico	Armazém Quím.
14	Elétrico	MFR
17	Elétrico	Garagem
18	Diesel	Mov. Máquinas
19	Diesel	Parado
20	Diesel	Mov. Máquinas
21	Diesel	Parado
22	Diesel	Garagem (Baterias)
42	Elétrico	Armazém

Figura 43- Veículos pertencentes à Renault Cacia

4.3.2. Análise das informações adquiridas

Após reunião de todos os dados acerca dos veículos Linde, foi efetuado um gráfico que visa analisar o somatório do número de horas de trabalho destas máquinas, para efeitos de comparação. Este gráfico encontra-se no Anexo B. O anexo em questão, reporta maioritariamente uma quantidade de veículos pertencentes ao Armazém, havendo, também, uma pequena percentagem, que contribui para o bom funcionamento da Receção Administrativa e um par de máquinas que trabalham na lavagem dos Termo formados. Em termos de fonte de energia, sendo a sua totalidade empilhadora e *charlattes* elétricos, estão num nível razoável de segurança e sustentabilidade. A nível de custos de aluguer, estes vão depender do modelo alugado, tendo em conta certas especificações, como por exemplo o peso máximo suportado. Como base de análise e observação do número de horas de utilização, o Anexo B serve como demonstração, para comparar estes parâmetros.

Não foi efetuada nenhuma proposta de melhoria ao CUET responsável pelos meios de movimentação, devido ao cancelamento do estágio em período de pandemia. Porém, no Anexo B, consegue observar-se que as máquinas R133, R056 e R154 poderiam ser mais eficientemente utilizadas, efetuando a redução de um desses veículos, ou até mesmo, realizando uma automatização de fluxo, substituindo um dos

charlattes por um AGV. Estas possíveis propostas teriam, efetivamente, o objetivo de aumentar a taxa de utilização da generalidade dos meios de movimentação.

Prosseguindo para os veículos pertencentes à Renault Cacia, como é de fácil perceção na Figura 43, existem ainda 5 veículos cuja fonte de energia é o Diesel. Apesar de dois deles estarem parados, isto é, em processo de sucatação, sobram mais três que aumentam o risco de acidentes e ampliam a pegada ecológica da organização. Da mesma maneira, também estão presentes 7 máquinas movidas a gás, sendo que 4 delas estão, identicamente, no mesmo processo que as acima referidas. Todas as máquinas não elétricas necessitam, incondicionalmente, de ser excluídas da lista o mais rapidamente possível e, se praticável, serem automatizados os seus fluxos.

Estas situações mencionadas acima, têm como principal objetivo aplicar o projeto “Zero Empilhadores” de maneira a automatizar toda a fabricação da indústria, para que haja um mais eficiente e menos dispendioso transporte de materiais, com a máxima segurança possível e sem afetar, com tanto impacto, o meio ambiente.

Capítulo 5

5. Conclusões

Este capítulo vai expor uma análise crítica acerca de todas as situações descritas nas secções pertencentes ao capítulo 4. Nomeadamente, no segmento 5.1. vão ser apresentadas várias considerações finais e limitações encontradas ligadas ao projeto em causa. Seguidamente, na secção 5.2. serão mencionados possíveis trabalhos futuros a realizar relacionados com os temas relatados anteriormente.

5.1. Crítica sobre os resultados obtidos

Atualmente, devido aos importantes estudos e pesquisas sobre melhorias de processos em todo o tipo de mercados de trabalho, obriga-se as empresas a estar, continuamente, em processo de melhoria e progressão a nível de desenvolvimento de todos os setores que as constituem. Esta evolução é indispensável para o sucesso de qualquer organização, contudo para tal é necessário estudar as situações, analisá-las da melhor forma possível e, uma das mais importantes etapas, saber realizar a devida implementação e aplicação na sua situação perante o mercado.

É exatamente por esse caminho que a Renault Cacia está a enveredar, o da maturidade do setor, mas, simultaneamente, inserindo-se, de forma sistemática, em novos processos com o principal objetivo de evoluir como uma das mais importantes fábricas do Grupo Renault. É desta maneira que, focalizando os seus fluxos, estes são cada vez mais complexos e eficazes, o que prova a seriedade de novas aplicações de risco, porém bem executadas, o que demonstra os resultados desta organização.

Este relatório foi realizado no projeto da otimização de fluxos nos sistemas de gestão dos meios de movimentação, na área da gestão de fluxos remetendo para todo o setor de fabricação. Visando a maior eliminação possível de desperdícios, a empresa coloca como pilares metodológicos a qualidade, serviço, segurança e, também, a sustentabilidade. A partir destes, diariamente, a organização trabalha com esforço e dedicação para ser cada vez mais bem constituída, seguindo boas ideias e colocando a competitividade em patamares de alto nível.

Relativamente ao projeto, este surgiu a partir do estudo e análise de alguns procedimentos que foram caracterizados com uma maior urgência de resolução, sendo que, inicialmente, foram os primeiros a serem destacados no trabalho desenvolvido. Após várias situações anómalas terem ocorrido, foram identificados os problemas em questão com o objetivo de encontrar, precisamente, as suas soluções. Primeiramente,

foi tratado a mudança de localização das baterias para que houvesse uma maior eficiência no fluxo de substituição. Após alguma investigação no terreno, surgiu, então, a solução de alterar esse local para a GR1, o que foi visto de bom grado pelos responsáveis logísticos, procedendo-se de imediato à sua implementação. O uso de algumas ferramentas *Lean* nesta situação foi de elevada importância, sendo que o fluxo foi, efetivamente, melhorado, não só em termos de eficiência, como também, se seguiu, imperativamente, os parâmetros de segurança impostos.

Ao nível do novo carro criado, para que houvesse uma melhor fluidez no processo de transporte das peças constituintes, JR e JT4, desde a zona de Peça Branca até aos Tratamentos Térmicos, foi realizada uma análise da situação em causa, tendo-se concluído que a criação de um carro, exclusivo para uso de peças JT4, seria a melhor solução possível para que não houvesse mais estrangimentos com faltas de carros para o seu transporte. Deste modo, este tipo de fluxo foi melhorado, deixando, assim, de haver quaisquer anomalias neste processo, no contexto dos meios de movimentação.

Seguidamente, procedeu-se à investigação dos motivos pelos quais haviam paragens na produção na linha de montagem das caixas de velocidade. Concluiu-se que os AGV's de abastecimento do fim de linha estavam a ser, regularmente, parados imprevistamente seja por *charlattes* ou pelos próprios meios de movimentação que realizavam paragens mal programadas. Desta forma, atuou-se para que estes fluxos fossem executados de um modo mais fluído, desaparecendo de vez os problemas dos abastecimentos de linha.

Por fim, foi efetuada uma pesquisa acerca dos empilhadores e *charlattes* com o principal objetivo de reduzir a sua quantidade, aplicando, assim, o projeto “zero empilhadores” que visa a automatização total dos fluxos dentro da zona de fabricação da empresa. Para tal foi, incompletamente, realizada a busca de informação dos mesmos, não havendo uma conclusão prática, por motivos pandémicos.

De um modo geral, os objetivos propostos foram maioritariamente alcançados, tendo sido desenvolvidos fluxos de material internos, externos e de abastecimento; a produtividade, por consequência, foi aumentada, devido à eliminação de desperdícios, como paragens NVA de produção ou de meios de movimentação; a utilização da ferramenta 5S levou a uma maior organização e limpeza do meio fabril, destacando-se a alteração de fluxo de substituição das baterias, levando a uma utilização intensiva da mesma. Contudo, o objetivo de reduzir os meios de movimentação não foi atingido, por razões enunciadas anteriormente.

5.2. Sugestões de trabalhos futuros

O projeto teve como base a melhoria dos sistemas de gestão de movimentação, porém, neste contexto, poder-se-ia requerer um maior foco em assuntos tais como a otimização de rotas, não só a nível dos AGV's, como também dos empilhadores e *charlattes*.

Devido à situação pandémica, o estágio não pôde ter sido concluído na sua totalidade, tendo sido impossibilitada a continuação do estágio, para que se pudessem atingir as restantes fases do projeto.

Desta maneira, como trabalho a poder desenvolver, sugeria-se um estudo mais focalizado ao nível dos veículos empilhadores e *charlattes*, finalizando a pesquisa já realizada neste projeto. Este iria suportar e continuar o progresso da metodologia “zero empilhadores”, com vista em algumas melhorias para automatização de fluxos.

Outro trabalho a realizar seria a otimização de rotas, tanto de AGV's como do resto dos meios de movimentação, com o principal objetivo de aumentar a sua eficácia.

Bibliografia

- Al-Zwainy, F. M. S., Reem, , Mezher, A., Faiq, B., & Al-Zwainy, M. S. (2018). Diagnose the Causes of Cost Deviation in Highway Construction Projects by Using Root Cause Analysis Techniques Abbreviations RCA Root causes analysis ARCTM Accident root causes tracing model. *Arab J Sci Eng*, 43, 2001–2012. <https://doi.org/10.1007/s13369-017-2850-2>
- Barreto, L., Amaral, A., & Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, 1245–1252. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.045>
- Barros, L. (1997). A global view of industrial logistics. *Gestão & Produção*, 4(2), 150–158. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x1997000200004>
- Berman, S., Schechtman, E., & Edan, Y. (2009). Evaluation of automatic guided vehicle systems. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25(3), 522–528. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2008.02.009>
- Calvasina, R.V., Calvasina, E.J., Calvasina, G.E., 1989. Beware the new accounting myths. *Management Accounting* 12, 41–45.
- Carvalho, J. C. de. (2010). Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento
- Cornejo, V. R., Cervera Paz, Á., Molina, L. L., & Pérez-Fernández, V. (2020). *Lean Thinking to Foster the Transition from Traditional Logistics to the Physical Internet*. <https://doi.org/10.3390/su12156053>
- Creative Safety Supply. (2007) Retrieved December 9, 2020, from <https://www.creativesafetysupply.com/the-8-wastes-of-lean-poster-white/>
- Dange, S. S., Shende, P. N., Sethia, C. S., MTech, S., & Professor, A. (2016). A Systematic Review on Just in Time (JIT). *International Journal of Scientific Development and Research*, 1(3), 77–81. Retrieved from www.ijdsr.org
- Deuse, J., Dombrowski, U., Nö Hring, F., Rgen Mazarov, J., & Dix, Y. (2020). *Systematic combination of Lean Management with digitalization to improve production systems on the example of Jidoka 4.0*. <https://doi.org/10.1177/1847979020951351>
- Ferreira, C., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Lopes, M. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2019). ILeanDMAIC - A methodology for implementing the lean tools. *Procedia Manufacturing*, 41, 1095–1102. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>
- Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2001). Production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19(1), 81–96. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00051-6)
- Fullerton, R. R., & McWatters, C. S. (2002). The role of performance measures and

- incentive systems in relation to the degree of JIT implementation. *Accounting, Organizations and Society*, 27(8), 711–735. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(02\)00012-0](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(02)00012-0)
- Harun, M. F., Habidin, N. F., & Latip, N. A. M. (2019). 5S lean tool, value stream mapping and warehouse performance: Conceptual framework. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(3), 605–608.
- Herrera, M. K. I. F., Portillo, M. T. E., López, R. R., & Gómez, J. A. H. (2019). Lean manufacturing tools that influence an organization's productivity: Conceptual model proposed. *Revista Lasallista de Investigacion*, 16(1), 115–133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64.
- Isa, C. R., & Keong, T. Y. (2008). Just-in-time manufacturing and purchasing practices and business performance: an exploratory study. *Asia-Pacific Management Accounting Journal*, 3(1), 67–85.
- Kanda, J., Carvalho, A., Hruschka, E., & Soares, C. (2016). Selection of algorithms to solve traveling salesman problems using meta-learning¹. *International Journal of Hybrid Intelligent Systems*, 8(3), 117–128. <https://doi.org/10.3233/his-2011-0133>
- Kilpatrick, J. (2003). Lean Principles. *Transportation*, 2003, 1–5.
- KCDEL PEREIRA, RTDEC BASTOS, M. D. B. (2019). Logística Lean Como Uma Ferramenta De Sustentabilidade Para a Indústria 4.0, 2019.
- Krijnen, A. (2007). The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. In *Action Learning: Research and Practice* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1080/14767330701234002>
- Lee, J. H., Uk-Jin, J., & Hong, Y. S. (2016). Indoor navigation for an automatic guided vehicle with beacon based relative distance estimation. *International Conference on Ubiquitous and Future Networks, ICUFN, 2016-August*, 424–429. <https://doi.org/10.1109/ICUFN.2016.7537063>
- Lu, J.-C., & Yang, T. (2014). International Journal of Production Research Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Magee, J. F. (1967). *Industrial logistics; analysis and management of physical supply and distribution systems*. New York: McGraw-Hill.

- Malmrorg, C. J. (1990). A model for the design of zone control automated guided vehicle system. *International Journal of Production Research*, 28(10), 1741–1758. <https://doi.org/10.1080/00207549008942830>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mentzer, J. T., Stank, T. P., & Esper, T. L. (2008). Supply Chain Management and its Relationship to Logistics, Marketing, Production, and Operations Management. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 31–46. <https://doi.org/10.1002/j.2158-592.2008.tb00067.x>
- Menna, M., Cardoso, B., Adriana, M., & Fraga, D. F. (2016). *Em Uma Empresa De Tecnologia Para O Mercado*. 237–262.
- Muthukumar, V., Hariram, V. R., & Padmanabhan, K. K. (2019). A research on implementation of lean tools across verticals in manufacturing. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(6 Special issue), 585–588. <https://doi.org/10.35940/ijeat.F11119.0886S19>
- Nguyen, V., Nguyen, N., Schumacher, B., & Tran, T. (2020). Practical Application of Plan-Do-Check-Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging: A Case Study. *Appl. Sci*, 6332. <https://doi.org/10.3390/app10186332>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Santos, B. P., & Alberto, A. (2018). *Indústria 4.0: desafios e oportunidades*. 111–124.
- Stone, K. B. (2010). Kaizen teams: Integrated hrd practices for successful team building. *Advances in Developing Human Resources*, 12(1), 61–77. <https://doi.org/10.1177/1523422310365333>
- Teixeira, J. M., Schoenardie, R. P., Garcia, L. J. E., Merino, A. D., & Paladini, E. P. (2012). Gestão Visual: Uma Proposta de Modelo para Facilitar o Processo de Desenvolvimento de Produtos. *Conferência Internacional de Design, Engenharia e Gestão Para Inovação - IDEMi*, 21–23.
- Uhlmann, I. R., Silva, C. A. de S., De Oliveira, D. L., & Frazzon, E. M. (2020). Aplicação do Jidoka em um processo SMT: estudo de caso. *Exacta*, 18(3), 459–474. <https://doi.org/10.5585/exactaep.v18n3.8473>
- Vásquez, S. A., Angulo, G., & Klapp, M. A. (2020). An Exact Solution Method for the

- TSP with Drone Based on Decomposition. *Computers & Operations Research*, 127, 105127. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.105127>
- Vis, I. F. A. (2006). Survey of research in the design and control of automated guided vehicle systems. *European Journal of Operational Research*, 170(3), 677–709. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.09.020>
- Waldy. (2016). *Automated Guided Vehicle (AGV) Navigation and Localization using Fuzzy System and RFID*. 2(1), 15–21.
- Womack, J. & Jones, D. (2008). *Notes on Continuous Process Improvement - Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. (April), 1–8.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Yuen, D. N., Yap, A., & Wei, C. (2020). *IoT Enabled Automated Guided Vehicle (AGV) with Linear Manipulator*. 29(03), 7481–7488.
- Zou, W. Q., Pan, Q. K., Meng, T., Gao, L., & Wang, Y. L. (2020). An effective discrete artificial bee colony algorithm for multi-AGVs dispatching problem in a matrix manufacturing workshop. *Expert Systems with Applications*, 161, 113675. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113675>

Anexos

Anexo A – Informações dos veículos Linde

Máquinas Linde	Fonte de energia	Posto	Custo aluguel	Horas 2015
E596	Elétrico	Lavagem	829.09	4469
E941	Elétrico	Armazém	666.91	4137
E693	Elétrico	Armazém	661.90	4651
E891	Elétrico	Armazém	837.22	2475
E095	Elétrico	Armazém	837.22	1060
E499	Elétrico	RA	837.22	2225
E502	Elétrico	Lavagem	829.09	2278
E913	Elétrico	Armazém	837.22	3083
E682	Elétrico	RA	837.22	2229
E413	Elétrico	RA	837.22	1894
E653	Elétrico	RA	837.22	2043
R133	Elétrico	Armazém	777.97	410
R135	Elétrico	Armazém	777.97	719
R145	Elétrico	Armazém	777.97	947
R152	Elétrico	Armazém	777.97	724
R154	Elétrico	Armazém	777.97	355
R162	Elétrico	Armazém	777.97	1341
R163	Elétrico	Armazém	777.97	1194
R277	Elétrico	Armazém	777.97	691
ER033	Elétrico	Armazém	777.95	886
ER059	Elétrico	Armazém	777.95	747
ER068	Elétrico	RA	777.97	1340
E833	Elétrico	Armazém	837.22	1511
R056	Elétrico	Armazém	777.97	132
E424	Elétrico	RA	837.22	305

Anexo B – Somatório das horas de cada máquina Linde em 2019

