



**CÁTIA MARISA
FRANÇA QUINTAL**

**SISTEMA DE RASTREABILIDADE APLICADO À
SECÇÃO DE EIXOS FINOS DA RENAULT CACIA**



**CÁTIA MARISA
FRANÇA QUINTAL**

**SISTEMA DE RASTREABILIDADE APLICADO À
SECÇÃO DE EIXOS FINOS DA RENAULT CACIA**

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

Dedico este trabalho aos meus pais e irmão, pelo amor, paciência, compreensão e apoio transmitidos.

o júri

presidente

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José António Soeiro Ferreira
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

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

agradecimentos

Quero agradecer...

...ao Professor Doutor Rui Borges, orientador deste projeto, por todo o acompanhamento e incentivo durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

...à empresa Renault CACIA pela oportunidade de realização do estágio nas suas instalações.

...à equipa do Atelier 2, em especial ao Cliff Richard, Augusto Silva e Rui Correia, por toda a ajuda e momentos divertidos que proporcionaram nestes 8 meses de estágio.

...a todos os operadores da secção de eixos finos, em particular ao Sr. Armindo e ao Rui Marques por todo o apoio, ajuda e partilha de conhecimentos.

...ao Rui Neto, pelos ensinamentos transmitidos, por toda a paciência e amizade incondicional.

...aos meus colegas estagiários, Valério Reis, Adriana Ferreira, Fernando Araújo, Nuno Correia e Tiago Gomes por todos os bons momentos de diversão e amizade.

E finalmente, quero deixar um agradecimento especial a todas as pessoas que contribuíram diretamente para o meu sucesso académico, pois sem cada um deles, estes 5 anos de trabalho e dedicação não teriam sido possíveis. Sendo eles...

...a minha "família" de Aveiro, em especial à Vânia Salgado, Margarida Neto e Miguel Jesus por todos os inúmeros conselhos, amizade incondicional, companheirismo e carinho.

...a família Salgado, por me terem acolhido e por tudo o que fizeram por mim.

...aos meus avós e tia, que mesmo longe, sempre me apoiaram e comemoraram comigo todas as minhas vitórias.

...o meu irmão, por nunca me ter deixado desamparada, e por toda a força e motivação transmitidas, principalmente nos momentos mais difíceis.

...aos meus pais, meus ídolos, meu maior orgulho, que com esforço e dedicação me permitiram hoje estar a concluir mais esta etapa da minha vida.

palavras-chave

Rastreabilidade, indústria automóvel, etiqueta, laser, DataMatrix.

resumo

O aumento da competitividade no mercado, contribui diretamente para a necessidade de as empresas evoluírem e potenciarem o seu constante desenvolvimento. No caso particular do setor automóvel, este sempre ocupou um papel de destaque na economia do país, sendo essencial manter a qualidade dos seus produtos e, ao mesmo tempo, assegurar um tempo de resposta mais rápido perante a ocorrência de anomalias.

Assim, o presente trabalho é resultado do projeto desenvolvido na Renault CACIA, no âmbito do Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial, que se relaciona com a implementação de um sistema de rastreabilidade na secção de eixos finos.

Desta forma, o presente trabalho destina-se à criação e definição de um modelo de rastreabilidade que possibilite a obtenção de todas as informações necessárias sobre o produto, no menor tempo possível. Para que se conseguisse atingir estes objetivos, a metodologia utilizada passou pelo diagnóstico do perímetro, estudo do processo produtivo e recolha de dados relativos a tempos de ciclo. Com isto, realizou-se a conceção de propostas baseadas na revisão da literatura e nas necessidades da empresa, e posterior escolha da melhor solução a implementar, dando ênfase à necessidade de incluir a lógica FIFO no processo de produção.

Assim, foi implementada uma das propostas utilizando folhas de registo e etiquetas, sendo esta considerada a mais apropriada, tendo em conta o processo produtivo, o custo e facilidade de aplicação. Esta solução veio dar resposta aos problemas inicialmente identificados, nomeadamente no que diz respeito à recolha de informação das peças dentro da secção.

Porém, foi também realizado um estudo da viabilidade de implementação de um sistema de rastreabilidade com utilização de tecnologia laser e codificação DataMatrix, tratando-se este de uma melhoria a implementar num futuro próximo, tendo sido identificadas inúmeras vantagens na possibilidade de integração desta solução na secção.

keywords

Traceability, automotive industry, label, laser, DataMatrix.

abstract

The increase in the market competitiveness, directly contributes in the need for companies to grow and to stimulate their constant development. The automotive industry has always had a prominent role in the economy of Portugal, therefore, it is essential to maintain the quality of its products and, at the same time, ensure a quicker response in case of any anomaly.

Consequently, the study hereby presented, is the result of a project developed at Renault CACIA, to obtain the Master Degree in Industrial Engineering and Management, and it relates to the implementation of a traceability system in the fine axle section.

In this way, the study aims to create and define a traceability model that allows obtaining all necessary information on the product, in the shortest time possible. In order to obtain this goal, the perimeter had to be diagnosed, the productive process had to be studied, and the data on the cycle times had to be collected. With this information, the conception of proposals was accomplished, based on the literature reviews and company needs, and subsequent choice of the best solution to be implemented, with great emphasis on the need to include the FIFO logic in the production process.

Accordingly, one of the proposals was implemented using registration sheets and labels, being this one considered the most appropriate, bearing in mind the production process, the cost and ease of its application. This solution solved the problems initially identified, particularly regarding the collection of information concerning the parts in the fine axle section.

However, a feasibility study was also carried out regarding the implementation of a traceability system with the use of laser technology and DataMatrix coding, being this an improvement that can be implemented in the near future, due to the fact that numerous advantages have been identified in case this solution is integrated in the section.

Índice

1. Introdução	1
1.1 Contextualização do problema	1
1.2 Objetivos do trabalho	1
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura do documento	2
2. Enquadramento teórico	5
2.1 Conceito de rastreabilidade	6
2.2 Rastreabilidade no setor automóvel	7
2.3 Tecnologias de informação na Rastreabilidade	8
2.4 Vantagens e desvantagens da Rastreabilidade	8
2.5 Tipos de codificação dos dados	10
2.5.1 Código de Barras	10
2.5.2 DataMatrix	10
2.6 Tecnologias de Rastreabilidade	12
2.6.1 Etiquetas	16
2.6.2 RFID	16
2.6.3 Riscagem	17
2.6.4 Micro percussão	17
2.6.5 Jato de tinta	18
2.6.6 Plasma	19
2.6.8 Laser	19
3. Apresentação da empresa	23
3.1 Grupo Renault	23
3.2 Renault CACIA	24
3.3 Organização da Empresa	26
3.4 Apresentação do Atelier 2	26
3.5 Caixas de velocidades	27
3.6 Componentes da caixa de velocidades	28
3.6.1 Cárites	28
3.6.2 Caixa diferencial	28
3.6.3 Eixos de marcha-atrás	28
3.6.4 Eixos finos	29
4. Projeto na Renault CACIA	31
4.1 Rastreabilidade na Renault	31

4.2	<i>Processo produtivo</i>	33
4.3	<i>Levantamento de dados</i>	37
4.4	<i>Soluções propostas</i>	42
4.4.1	Rastreabilidade através de folhas de registo e etiquetas	43
4.4.2	Rastreabilidade com etiquetas de código de barras e laser	47
4.4.3	Rastreabilidade com DataMatrix	51
4.5	<i>Comparação entre propostas e seleção</i>	61
4.6	<i>Implementação</i>	63
5.	Conclusão	69
5.1	<i>Conclusões gerais</i>	69
5.2	<i>Limitações</i>	70
5.3	<i>Desenvolvimentos Futuros</i>	70
	Referências Bibliográficas	73
	Anexos	79
	Anexo A – Dados de tempos de ciclo e cadência relativos às máquinas da UET	80
	Anexo B – Dados de sucata do ano 2016	81
	<i>Eixo 1^a/2^a</i>	81
	<i>Eixo 3^a/4^a</i>	82
	<i>Eixo 5^a</i>	83
	Anexo C – Ficha de rastreabilidade de brutos	85
	Anexo D – Ficha de Rastreabilidade (Eixos Finos)	86
	Anexo E – Lição Pontual relativa à ficha de rastreabilidade de brutos	88
	Anexo F – Jornal de bordo no posto da Máquina 3049 - Estarta	89
	Anexo G – Propostas para desenvolvimentos futuros na UET	90
	Anexo H – Propostas para o desenvolvimento de ligações entre processos	91
	Anexo I – Propostas para o sistema de transporte OP 140 - OP 150, na linha de 3^a/4^a e 5^a ...	92

Índice de figuras

Figura 1 - Princípios de funcionamento da rastreabilidade (adaptado de Renault, 1995).....	5
Figura 2 - Aspectos importantes para a rastreabilidade (adaptado de Magalhães, 2007).....	6
Figura 3 - Constituintes do símbolo de DataMatrix (adaptado de Barcode Coder, 2017).....	11
Figura 4 - Criação e implementação de um sistema de rastreabilidade (adaptado de GS1 Portugal - CODIPOR, 2008).	13
Figura 5 - Exemplos de aplicabilidade de etiquetas e RFID.	14
Figura 6 - Exemplos dos diferentes tipos de tecnologias de DPM.	15
Figura 7 - Composição da tag RFID. (Adaptado de Puhlmann, 2015).	17
Figura 8 - Aplicação da tecnologia laser na indústria (adaptado de Lintech, 2011).	20
Figura 9 - Símbolo do grupo Renault.	23
Figura 10 - Símbolo da Aliança Renault-Nissan.	23
Figura 11 - Fábricas Renault pelo mundo (Groupe Renault, 2017).	24
Figura 12 - Vista aérea da Renault CACIA (Renault Internal, 2017).	25
Figura 13 - Destinos de exportação da Renault CACIA.	26
Figura 14 - Organograma da Renault CACIA.	27
Figura 15 - Caixa de velocidades JR, à esquerda, e ND, à direita.	28
Figura 16 - Layout da secção de eixos finos (Dimensões não estão à escala real).....	36
Figura 17 - Relação entre as causas de aparecimento de sucata na linha velha.	40
Figura 18 - Relação entre as causas de aparecimento de sucata na linha 3 ^a /4 ^a	41
Figura 19 - Relação entre as causas de aparecimento de sucata na linha 5 ^a	41
Figura 20 - Antigas etiquetas utilizadas para identificação das embalagens.	42
Figura 21 - Cabeçalho da Ficha de Rastreabilidade de Brutos.	43
Figura 22 - GALIA onde se destaca o número de etiqueta e quantidade.....	44
Figura 23 - Parte inicial da Ficha de Rastreabilidade.	45
Figura 24 - Exemplo de etiqueta a utilizar.....	46
Figura 25 - Esquema sucinto da rastreabilidade através de código de barras e laser.....	50
Figura 26 - Topos dos eixos 1 ^a /2 ^a (à esquerda) e 3 ^a /4 ^a e 5 ^a (à direita).	51
Figura 27 - Saída do processo de lavagem I da linha de 3 ^a /4 ^a e 5 ^a	52
Figura 28 - Saída do processo de lavagem I da linha velha.	52
Figura 29 - Laser de fibra F20, da Technifor (Coelho, 2017).....	53
Figura 30 - Sistema do Vision Manager (Technifor - Gravotech Marking, 2016).	54
Figura 31 - Leitor DataMan Série 8050 da marca Cognex (Coelho, 2017).	55
Figura 32 - Leitura do eixo com utilização do DataMan 5.6.3 SR2, antes da indução.	57
Figura 33 - Marcação nos eixos de 1 ^a /2 ^a após o processo de indução – primeiro teste.....	57
Figura 34 - Marcação nos eixos de 3 ^a /4 ^a – segundo teste.	59
Figura 35 - Esquema geral de implementação das máquinas de marcação e leitores.	60
Figura 36 - Cabeçalho da Ficha de Rastreabilidade de Brutos implementada.	64
Figura 37 - Etiquetas utilizadas antes (à esquerda) e após (à direita) a implementação.....	65

Figura 38 - Carrinho composto por um único lote já em processamento na operação 150.	66
Figura 39 - Jornal de Bordo no posto relativo à Máquina 3049 - Retificação II.	66
Figura C.1 - Ficha de rastreabilidade de Brutos.	85
Figura D.1 - Ficha de rastreabilidade.	86
Figura D.2 - Ficha de rastreabilidade (continuação).	87
Figura E.1 - Exemplo de lição pontual.	88
Figura F.1 - Exemplo de jornal de bordo no posto.	89
Figura G.1 - Esquema de propostas para desenvolvimentos futuros na UET.	90
Figura H.1 - Saída OP 120 e entrada OP 130 da linha de 3 ^a /4 ^a e 5 ^a	91
Figura H.2 - Saída OP 120 e entrada OP 130 da linha velha.	91
Figura I.1 - Exemplo de carro a utilizar para a Proposta 1.	93
Figura I.2 - Exemplo de tapete de rolos.	94
Figura I.3 - Carro com plataforma de rolos colocada.	94

Índice de tabelas

Tabela 1 - Pontos fortes e fracos na rastreabilidade unitária e por lote.	7
Tabela 2 - Comparação entre os vários tipos de marcação direta de peças.	15
Tabela 3 - Comparação entre os vários tipos de marcação direta de peças (continuação).	16
Tabela 4 - Perímetro, objetivo e identificação na rastreabilidade do grupo Renault (Renault, 1995).	32
Tabela 5 - Etapas na produção dos diferentes tipos de eixo.	34
Tabela 6 - Dados relativos aos tempos de ciclo padrão de cada máquina.	37
Tabela 7 - Dados relativos aos tempos de ciclo de cada máquina.	38
Tabela 8 - Dados relativos aos tempos de ciclo de cada máquina (continuação).	39
Tabela 9 - Explicação relativa às secções a preencher na ficha de rastreabilidade de brutos.	44
Tabela 10 - Relação entre os postos de trabalho e as cores das etiquetas.	47
Tabela 11 - TCy recolhido relativamente às máquinas de lavagem I.	53
Tabela 12 - Informações sobre a gama de soluções laser de fibra da Technifor (Technifor - Gravotech Marking, 2016).	54
Tabela 13 - Parâmetros utilizados para o primeiro teste e identificação do tempo de ciclo (Coelho, 2017).	56
Tabela 14 - Resultados referentes ao primeiro teste.	56
Tabela 15 - Parâmetros utilizados para o primeiro teste e identificação do tempo de ciclo (Coelho, 2017).	58
Tabela 16 - Tabela comparativa para tomada de decisão.	62
Tabela 17 - Tabela informativa da ficha de rastreabilidade de brutos implementada.	64
Tabela 18 - Relação entre os turnos de trabalho e cores de marcação nas etiquetas.	65
Tabela A.1 - Dados da bíblia (tempo medido em minutos).	80
Tabela B.1 - Dados de sucata dos eixos de 1 ^a /2 ^a	81
Tabela B.2 - Dados de sucata dos eixos de 1 ^a /2 ^a (continuação).	82
Tabela B.3 - Dados de sucata dos eixos de 3 ^a /4 ^a	82
Tabela B.4 - Dados de sucata dos eixos de 3 ^a /4 ^a (continuação).	83
Tabela B.5 - Dados de sucata dos eixos de 5 ^a	83
Tabela B.6 - Dados de sucata dos eixos de 5 ^a (continuação).	84
Tabela I.1 - Características e valores dos produtos Manutan para a Proposta 1.	92
Tabela I.2 - Quantidades de produto e valor estimado para a Proposta 1.	93
Tabela I.3 - Vantagens e inconvenientes da Proposta 1.	93
Tabela I.4 - Características e valores dos produtos Manutan para a Proposta 2.	94
Tabela I.5 - Quantidades de produto e valor estimado para a Proposta 2.	94

Tabela I.6 - Vantagens e inconvenientes da Proposta 2.	94
Tabela I.7 - Características e valores dos produtos Manutan para a Proposta 3.....	95
Tabela I.8 - Quantidades de produto e valor estimado para a Proposta 3.	96
Tabela I.9 - Vantagens e inconvenientes da Proposta 3.	96

Acrónimos

AFIA	Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
AT	Atelier
CA	Chefe de Atelier
CED	Cárter de Embraiagem
CM	Cárter de Mecanismo
CNC	Comando Numérico Computorizado
CUET	<i>Chef d'Unité Élémentaire de Travail</i>
DPM	<i>Direct Part Marking</i>
FIFO	<i>First In First Out</i>
GALIA	<i>Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISO/IEC	<i>International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission</i>
ISO/TS	<i>International Organization for Standardization / Technical Specification</i>
M1 / M2 / M3 / M4	Módulos 1 / 2 / 3 / 4
NVA	<i>No Value Added</i>
OP	Operação
PSFP	<i>Pilotage et Suivi des Fluxes Pièces</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
R.O.	Rendimento Operacional
SPR	<i>Système de Production Renault</i>
TCy	Tempo de ciclo
TIR	<i>Télécommande Infra Rouge</i>
UET	<i>Unité Élémentaire de Travail</i>

1. Introdução

Cada vez mais, o aumento da competitividade e da globalização têm vindo a ser pontos fundamentais para a constante necessidade de inovação das empresas. A sua subsistência nos mercados nacionais e internacionais passa pela necessidade de adoção de novas ferramentas e métodos que permitam que estas se destaquem perante a concorrência, tanto a nível operacional como estratégico. Estas novas metodologias a adotar podem ser, entre outros, de carácter tecnológico, ou de melhoria contínua, sendo estes fatores importantes para o desenvolvimento de qualquer empresa, nomeadamente no setor automóvel.

1.1 Contextualização do problema

O setor automóvel é considerado um fator crucial para a economia do nosso país, sendo composto por cerca de 200 empresas, responsáveis pela criação de 42 mil postos de trabalho. Segundo Tomás Moreira, presidente da Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel (AFIA), o fabrico de componentes para automóveis é considerado um dos setores mais significativos para a economia, tendo sido responsável, no ano 2015, pela exportação de 84% da sua produção (Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal, 2016). Este setor obteve ainda um volume de negócios que rondou os 8 mil milhões de euros, no ano anteriormente referido.

Uma das preocupações do setor automóvel diz respeito à qualidade requerida dos produtos, uma vez que qualquer componente automóvel está internamente ligado ao desempenho do veículo, e, por conseguinte, à segurança dos seus utilizadores. Assim, com a ajuda do conceito de rastreabilidade, as empresas têm vindo a assegurar um tempo de resposta mais rápido, aquando da existência de anomalias e assim contribuído para uma melhoria nos parâmetros de qualidade dos produtos.

Têm sido vários os casos de retirada de produtos de mercado devido à deteção de não conformidades, tanto na indústria automóvel, como na alimentar, farmacêutica, médica, aeronáutica. Desta forma, a rastreabilidade pretende dar a conhecer todo o percurso de qualquer produto, facilitando a identificação da localização deste quando se dá o aparecimento de peças não conformes. Este conceito vem assim possibilitar a atribuição de responsabilidades e contribuir para a redução dos custos associados, entre outras vantagens a si associadas.

1.2 Objetivos do trabalho

A presente tese tem como objetivo descrever todo o projeto desenvolvido na empresa Renault CACIA, no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro. A Renault CACIA trata-se de uma fábrica do Grupo Renault, cuja sua área de atuação é a produção de órgãos e componentes para a indústria automóvel.

Este projeto cujo foco é o estudo da secção de eixos finos da Renault CACIA, tem como objetivo, a determinação dum sistema de rastreabilidade viável, que disponibilize todas as informações necessárias relativas ao produto rastreado, em tempo real.

Os princípios, do grupo Renault, passam pela adoção de um método de rastreabilidade, de acordo com as características dos produtos e componentes que são produzidos pela marca, de modo a melhorar a capacidade de resposta e reduzir os custos associados à retirada de produtos não conformes, tanto do processo produtivo a nível interno, como do mercado. O intuito será, assegurar toda a pesquisa sobre informações do produto em questão, de forma precisa e no mínimo tempo possível.

Outra característica adicional ao projeto, será garantir a lógica do FIFO em todos os processos, evitando que, em casos de excesso de stock, o material fique parado mais tempo do que o necessário, correndo o risco de sofrer oxidação.

1.3 Metodologia

Para o desenvolvimento deste projeto, foi necessária a realização de um primeiro diagnóstico do perímetro, perceber todo o processo produtivo e familiarizar-se com a diversidade dos produtos. Posteriormente, realizou-se as medições de tempos de ciclo para o cálculo da cadência de produção por máquina.

Desta forma, foi possível determinar um conjunto de soluções que fossem de encontro ao objetivo pretendido. Assim, foi aceite uma destas propostas, tendo sido implementada, e na qual o sistema de rastreabilidade era realizado com o recurso a fichas de rastreabilidade, porém, foi ainda dado início ao estudo da viabilidade da implementação de código DataMatrix e tecnologia laser na secção.

1.4 Estrutura do documento

O presente documento encontra-se dividido em 5 capítulos principais que serão agora referidos de forma breve:

- Capítulo 1, sendo este composto por esta mesma secção, e por outras três. Este capítulo inicia-se com uma pequena introdução e a contextualização do problema, passando para os objetivos do trabalho e metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto.
- Capítulo 2, onde é realizado um enquadramento teórico, abordando o conceito do tema da rastreabilidade, de forma geral e em particular no setor automóvel, passando para as tecnologias de informação e vantagens e desvantagens a si associadas. Para concluir este capítulo, são apresentadas as possibilidades de codificação de dados considerados para o desenvolvimento do projeto e enunciadas as várias tecnologias existentes de marcação.

- Capítulo 3, no qual é feita uma breve apresentação do grupo e em particular da empresa onde foi realizado o projeto, a Renault CACIA, bem como a organização da empresa, passando pela apresentação da secção em causa e produtos produzidos na mesma.
- Capítulo 4, corresponde à apresentação e desenvolvimento de todo o projeto realizado na empresa. Começando pela exposição do ponto de vista da empresa para com o tema em questão, passando para a descrição de todo o processo produtivo dos eixos finos e levantamento dos dados necessários para o desenvolvimento do projeto. Posto isto, são apresentadas as possíveis soluções para o problema em questão, sendo elaborada uma tabela comparativa entre todas e, é ainda, apresentado o processo de seleção. Para finalizar o capítulo é então descrito todo o processo de implementação da proposta escolhida.
- Capítulo 5, é apresentada uma reflexão sobre o trabalho realizado, as limitações do trabalho e são dadas propostas para desenvolvimentos futuros.

2. Enquadramento teórico

Cada vez mais um bom controlo da produção e a garantia da qualidade dos produtos têm-se tornado fundamentais para o sucesso das empresas, uma vez que as preferências e a satisfação do consumidor são levadas em consideração (Conceição & Barros, 2006). Segundo a Cognex Corporation (2011), a economia global, a concorrência apertada e os mercados emergentes levam a uma revisão constante de metas de produção e adoção de estratégias de longo prazo.

O conceito de rastreabilidade tem assumido um papel cada vez mais importante, tendo sido considerado por Jansen-Vullers, Van Dorp e Beulens (2003) uma ferramenta indispensável para gerir informação de qualidade, com a finalidade de otimizar os processos de produção. Esta, permite um maior controlo de todo o processo de produção, desde a aquisição da matéria-prima até ao consumidor final, promovendo uma melhoria na relação com os fornecedores e clientes.

Segundo Moe (1998) a rastreabilidade dum produto baseia-se na identificação do mesmo de forma única. Os sistemas de rastreabilidade são utilizados para garantir um acompanhamento e localização dos produtos, através da identificação, registo e transmissão de informação, de forma que, aquando da deteção de qualquer problema, seja possível uma ação rápida promovendo uma minimização dos custos associados. Assim, é importante fazer referência aos termos de *tracing* (rastreabilidade ascendente) e *tracking* (rastreabilidade descendente). Segundo Galvão & Oetterer (2014), o *tracing* baseia-se na capacidade de seguir todos os processos de um produto acabado e regressar à sua origem, por outro lado o *tracking* refere-se ao registo de toda a informação relativa a procedimentos realizados ao longo da cadeia de produção e à capacidade para identificar, em tempo real, a localização do produto e os processos ao qual foi submetido. Na figura 1 é apresentado um esquema relativo aos conceitos anteriormente referidos.

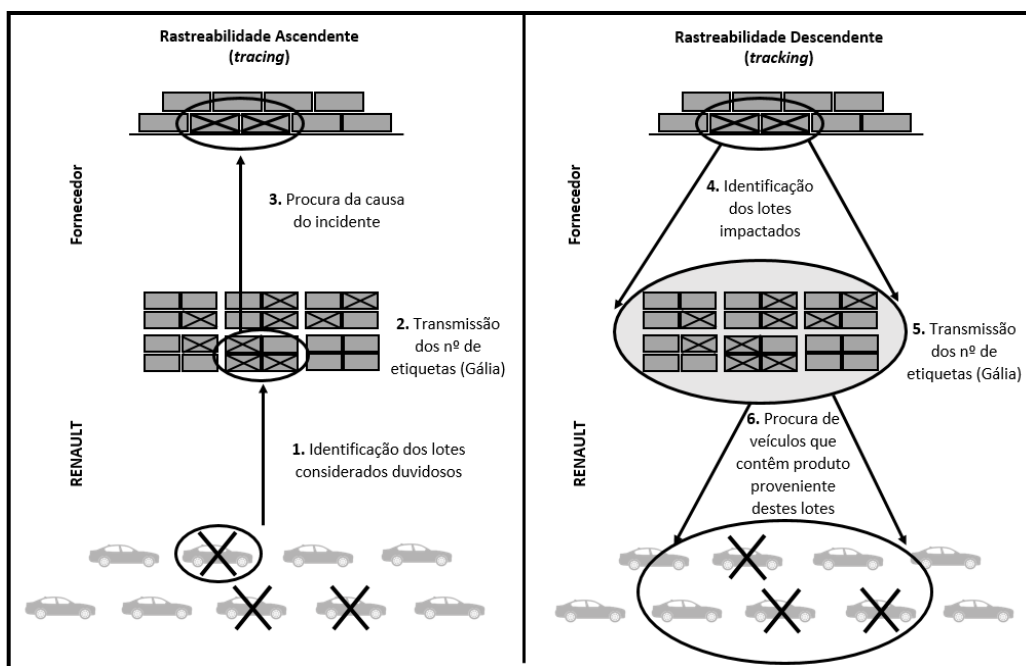


Figura 1 - Princípios de funcionamento da rastreabilidade (adaptado de Renault, 1995).

Analisando a figura 1 temos que o *tracing* diz respeito à capacidade de, a partir de um veículo defeituoso, identificar os lotes com todos os automóveis defeituosos e lotes com as peças não conformes, de forma a descobrir a causa do incidente. Por outro lado, o *tracking* consiste na capacidade de, a partir de uma peça ou componente defeituoso pertencente a um lote, identificar todos os lotes duvidosos e, se necessário, os automóveis com produtos provenientes destes.

2.1 Conceito de rastreabilidade

A rastreabilidade baseia-se num conjunto de ferramentas para a identificação dum produto, permitindo a monitorização de todo o seu percurso ao longo do processo de fabricação, através da disponibilização de informações essenciais sobre a aquisição da matéria-prima, maquinação, processamento, transporte e chegada do produto acabado ao consumidor final, para que desta forma seja possível identificar qualquer causa quando detetada uma não conformidade (Vinholis & Azevedo, 2002). Na figura 2 é possível verificar alguns aspetos fundamentais para o desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade.



Figura 2 - Aspetos importantes para a rastreabilidade (adaptado de Magalhães, 2007).

Na norma ISO 9000:2005 é possível encontrar uma definição generalizada do conceito de rastreabilidade, sendo este considerado como a capacidade de recuperar o histórico, a aplicação ou a localização daquilo que está a ser considerado. Com relação ao produto, a rastreabilidade encontra-se diretamente relacionada com a origem dos materiais, com o histórico de todo o processamento e ainda com a distribuição e a própria localização após a entrega (International Organisation for Standardization, 2005).

Assim, um sistema de rastreabilidade não é mais do que a própria identificação individual do produto, sendo considerado obrigatório o registo relativo a todas as operações que representem uma alteração à qualidade do mesmo.

Segundo Moe (1998), são conhecidos dois tipos de rastreabilidade: a da cadeia, que se baseia num processo mais complexo e robusto, cujo objetivo é acompanhar o lote do produto e o seu histórico desde a receção, armazenamento, transporte, produção, distribuição e comercialização do produto; e a interna, que é tido como um processo simples, que se baseia em realizar a rastreabilidade apenas numa parte da cadeia, geralmente no processo de produção.

Em qualquer um dos casos, o objetivo é fortalecer ou restabelecer a confiança dos clientes, através da possibilidade de localizar, em qualquer momento, informações sobre a fabricação e a qualidade do produto. Outras finalidades associadas são a de minimizar os desperdícios, evitando a troca de componentes no decorrer do processo de montagem, a possibilidade de evitar que produtos defeituosos cheguem a ser colocados no mercado e a redução dos custos associados à recolha destes.

2.2 Rastreabilidade no setor automóvel

A qualidade do produto é considerada um fator importante nas indústrias, nomeadamente no setor automóvel, como tal, a implementação de normas de qualidade, como a ISO/TS 16949, leva a que as empresas do ramo se vejam obrigadas a ser cada vez mais exigentes. Esta norma define os requisitos do sistema de qualidade para a cadeia de fornecedores da indústria automotiva, e tem como objetivo desenvolver uma melhoria contínua, realçando a prevenção dos defeitos e a redução da variação e desperdício na cadeia de fornecimento (Lloyd's Register LRQA, 2015). Posto isto, os fabricantes adotaram sistemas de rastreabilidade complexos, que permitem o acompanhamento dos produtos ao longo de todo o processo.

É possível considerar dois tipos de rastreabilidade, a unitária e por lote, sendo que fica ao critério de cada empresa qual a rastreabilidade a aplicar sobre um determinado produto, mediante a análise de custo/benefício. A rastreabilidade por lote é realizada quando um grupo de produtos detém um conjunto de características idênticas, representando o grupo como um todo. Por outro lado, a rastreabilidade unitária é utilizada para produtos com registos únicos, podendo ser localizado através duma referência única. Na tabela 1 é possível analisar alguns dos pontos fortes e fracos de ambos os tipos de rastreabilidade.

Tabela 1 - Pontos fortes e fracos na rastreabilidade unitária e por lote.

	Rastreabilidade unitária	Rastreabilidade por lote
Pontos fortes	- Controlo elevado - Possibilidade de rastrear até ao cliente final	- Baixo custo - Fácil implementação
Pontos fracos	- Investimento inicial elevado - Difícil integração no sistema existente	- Menor controlo

Existem vários métodos de identificação dos componentes, estando a sua escolha dependente de um plano de rastreabilidade que adapta o método ao tipo de componente, em função das características físicas de marcação, sendo que existem materiais nos quais não é tão fácil realizar uma marcação, e em função do número de peças por embalagem.

Deste modo, há que ter em consideração que uma peça bem identificada pode ser rastreada em todo o seu percurso, desde o fabricante até ao cliente final. Este é um parâmetro que contribui para

um aumento da fiabilidade no fabricante e permite a internacionalização dos produtos, o que origina um aumento da competitividade, oferecendo uma qualidade de fabricação comprovada.

2.3 Tecnologias de informação na Rastreabilidade

Cada vez mais as empresas tendem a apostar na inovação, de forma a combater a concorrência e se manterem competitivas no mercado global. Assim, há a necessidade de criar e promover as boas relações entre as empresas, os clientes e os fornecedores. Com o aparecimento das novas tecnologias, e a possibilidade de disponibilizar toda a informação necessária num único sítio, de forma rápida e eficaz, as empresas tendem a apostar em investimento tecnológico. Assim, as novas tecnologias têm vindo a se tornar cada vez mais indispensáveis às empresas, proporcionando toda a informação necessária que deve ser armazenada. Esta deverá ser de compreensão fácil, precisa, atual e segura, para assim ser considerada realmente útil e fiável.

A rastreabilidade pode ser uma forma de recolher todos os dados necessários, no entanto, o nível de pormenor, segundo Khabbazi (2010, citado em Tataru, 2013, p.9), pode variar em três pontos, no tamanho do produto e da encomenda, na importância quanto à segurança e no orçamento disponível.

No que concerne ao ramo automóvel, há sempre a necessidade de registar e armazenar informações sobre cada operação efetuada sobre a peça em questão, uma vez que se trata de um setor onde a qualidade do produto é crucial para a segurança do consumidor. Esta informação, por norma, baseia-se no registo do fabricante da matéria-prima, da instalação onde é realizado o processo produtivo, tempo e data de produção, número de lote, número de peça, número de série (Cognex Corporation, 2011). Esta ferramenta irá ainda contribuir para a rápida identificação de qualquer anomalia, contribuindo para um tempo de resposta muito reduzido.

2.4 Vantagens e desvantagens da Rastreabilidade

Para Lindvall & Sandahl (1996), as principais vantagens da rastreabilidade são a existência de documentação mais clara, desenvolvimento mais focado e uma melhor compreensão do sistema. Posteriormente, para Moe (1998) que possui uma visão diferente da rastreabilidade, na qual diferencia a rastreabilidade da cadeia e a interna, existem benefícios diferentes relativos a ambas as abordagens. Quando este autor fala em rastreabilidade da cadeia, esta consiste na capacidade de retornar um lote de um produto e toda a sua história através de toda, ou parte, da cadeia produtiva, sendo que esta estabelece a base para procedimentos eficientes que potenciam a minimização de perdas e disponibiliza todas as informações que podem ser utilizadas para um melhor controlo, tanto ao nível da qualidade como do processo. Relativamente à rastreabilidade interna, mais precisamente aquando do processo de produção, Moe (1998) defende que nesta abordagem existe a possibilidade de melhoria ao nível do controlo do processo, rapidez na identificação das causas relativas à não conformidade dum produto relativamente aos *standards*,

possibilidade de associar rapidamente os dados do produto com as características da matéria-prima, e potencia a recuperação de informações para auditorias de qualidade.

Resumidamente, as vantagens associadas à rastreabilidade na indústria têm vindo a aumentar, sendo algumas delas:

- Identificação dos produtos ao longo de todo o processo produtivo;
- Melhoria na gestão de stocks;
- Aumento da produtividade;
- Maior controlo de eficiência dos processos;
- Melhoria na qualidade e certificação dos produtos;
- Menores atrasos ao nível de transporte (distribuição) contribuindo para uma maior eficiência da organização;
- Recuperação mais rápida e eficaz de informação importante;
- Intervenção mais fácil e rápida aquando da deteção de falhas, relativamente à localização, imobilização ou mesmo retirada de produtos do mercado;
- Garante a proteção do bem-estar dos consumidores;
- Potencia uma diminuição dos custos de produção;
- Promove a competitividade.

Desta forma, para Vinholis & Azevedo (2002) o objetivo fundamental da rastreabilidade visa assegurar que todos os materiais e componentes utilizados possuem a qualidade requerida, facilitando a localização das falhas e anomalias, e por conseguinte, permite que os produtos sejam retirados do mercado facilmente sempre que necessário, e ainda a atribuição de responsabilidades aos operadores no caso da falha identificada ser de causa humana.

No caso particular do ramo automóvel, cada peça necessita de ser identificada com um número de série, de forma a conhecer todo o seu percurso, seja ele apenas na secção onde está a ser maquinada, como numa linha de montagem ou até mesmo após a sua instalação no veículo. Assim, o objetivo será, no caso de ser detetada alguma não conformidade, conseguir identificar a peça, e todas as que terão sido produzidas na mesma altura e, por conseguinte, facilitar a recolha de todos os veículos que as possuam.

No entanto, Bento (2009) e Tataru (2013) defendem que os sistemas de rastreabilidade também possuem algumas desvantagens, tais como: o custo elevado em formação, para que os colaboradores adquiram competências para o bom funcionamento do novo sistema de rastreabilidade implementado, e ainda, o investimento inicial elevado, quando necessário, embora, todo este investimento seja compensado a seu tempo. No entanto, em muitas empresas, este facto ainda é considerado um entrave.

2.5 Tipos de codificação dos dados

As empresas possuem a responsabilidade de definirem o tipo e qualidade da informação que querem ver conservada, sendo que esta pode variar para os diversos tipos de produtos, não sendo apropriado aplicar apenas um único sistema de rastreabilidade em toda a empresa, uma vez que a informação necessária a armazenar varia consoante o tipo de produto.

Para a codificação da informação, podem ser utilizados códigos lineares ou unidimensionais (1D) e bidimensionais (2D). O primeiro caso consiste na representação de informação numa única direção (normalmente na horizontal). Como tal, a capacidade de armazenamento ronda os 30 caracteres, que pode incluir letras ou números. Um exemplo de código unidimensional extremamente utilizado na indústria é o código de barras. No caso de códigos 2D, estes são considerados como uma forma mais prática de armazenar dados, sendo que estes contêm mais informação em menos espaço, podendo também ser aplicados através de vários métodos de marcação. Como exemplo de código 2D, temos o código DataMatrix.

2.5.1 Código de Barras

Com mais de 40 anos de existência, o código de barras continua a ser o método de identificação mais utilizado na indústria. Este, contém informações do produto, podendo ser aplicado no processo de produção.

O código de barras é uma forma de representação gráfica de dígitos numéricos ou caracteres alfanuméricos, constituído por barras verticais e cuja combinação destas compõem uma determinada informação do produto. Este código pode ser impresso em etiquetas e colocado nas embalagens de transporte, ou ser marcado diretamente na peça, dependendo da tecnologia de rastreabilidade a adotar.

Os códigos de barras são lidos por dispositivos de leitura e possuem simultaneamente barras pretas, cujo raio de luz é absorvido, e barras brancas, nas quais a luz é refletida para o leitor, possibilitando a captura dos dados. De seguida, estes dados são interpretados por um computador, transmitindo toda a informação relativa aos produtos para uma base de dados. Desta forma, o código de barras possui uma vasta quantidade de informação sobre o produto, tornando acessível a qualquer pessoa, nomeadamente fornecedores e clientes, encontrar com grande facilidade todos os dados necessários sobre o produto em causa (Piatek, 2007).

2.5.2 DataMatrix

Em 1989, Dennis Priddy, quando presidente da *International DataMatrix, Inc.*, desenvolveu a tecnologia DataMatrix, propondo que esta simbologia fosse padronizada, de forma a torná-la mais atraente e com características necessárias à sua aplicação no mercado (Barcode - Test LLC, 2014).

O DataMatrix consiste num código bidimensional, utilizado para a identificação individual dos produtos. Trata-se de uma impressão rápida, num espaço reduzido, no qual pode ser armazenada uma elevada quantidade de informação (Bento, Tambosi, & Rocha, 2011).

Este código consiste numa matriz formada por vários quadrados, com uma borda perimetral denominada por padrão de localização, utilizado para determinar a forma do símbolo, o tamanho, a orientação e a estrutura. É, também, utilizado pelo scanner, para localizar os dados codificados (GS1 Brasil, 2009), e recriar uma imagem virtual da matriz quando lida. Este scanner deverá ser do tipo de câmara de imagem de forma a realizar uma leitura inteira da imagem, em ambos os eixos x e y.

O padrão de localização do código DataMatrix (figura 3), é constituído por:

- Uma borda sólida, que consiste numa linha contínua escura, localizada à esquerda e abaixo do símbolo, fazendo com que este seja reconhecido pelo scanner durante a leitura;
- Uma borda quebrada, situada acima e à direita do símbolo, constituída por pontos alternados pretos e brancos, utilizada para determinar as linhas e colunas do símbolo.

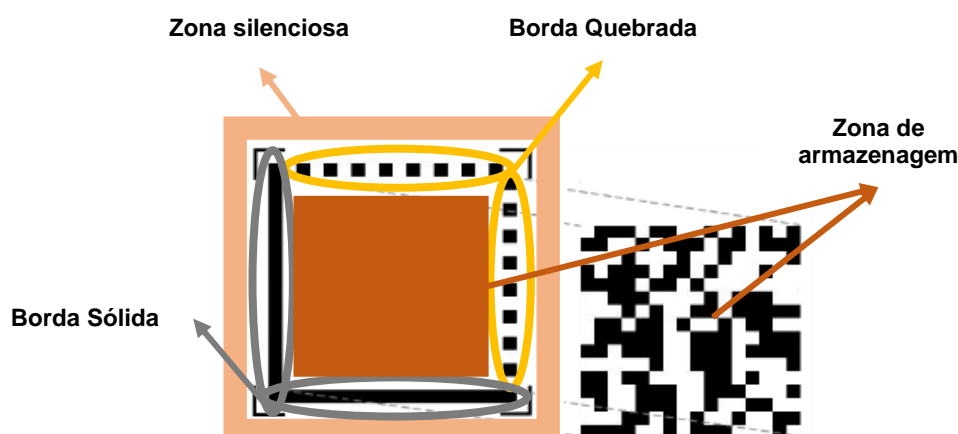


Figura 3 - Constituintes do símbolo de DataMatrix (adaptado de Barcode Coder, 2017).

Dentro do padrão de localização, como podemos ver na figura 3, existe a zona de armazenamento de dados que contém os dados que correspondem à tradução binária, em DataMatrix, dos caracteres. Existe, ainda, uma zona clara, ou zona silenciosa, que consiste na área branca, obrigatória em volta do símbolo, na qual não pode existir qualquer elemento gráfico que possa afetar a leitura do código.

O código DataMatrix é abrangido pela norma ISO/IEC 16022, na qual são definidos os principais requisitos para esta simbologia, tais como: as características, os possíveis símbolos e formatos, as dimensões e requisitos de qualidade, as regras de correção e algoritmos de descodificação (Bento et al., 2011).

O tamanho físico do código é conhecido como a Dimensão-X, podendo variar entre os 0,645 mm² e os 9032 mm² (James F. Fales, 1993), podendo adotar uma forma quadrada ou retangular. Os quadrados, que fazem parte da zona de armazenagem, representam *bits*, podendo ser de cor

preta ou branca. Em determinadas situações, os quadrados brancos representam o valor 1, e os pretos o valor 0, ou vice-versa. A capacidade de armazenamento do código DataMatrix varia consoante o formato utilizado, isto é, um código com formato quadrangular pode ser constituído por um máximo de 2335 caracteres alfanuméricos ou por 3116 números, e um código com formato retangular, pode ser constituído por 71 caracteres alfanuméricos ou 96 numéricos (GS1 - The Global Language of Business, 2017).

Segundo Liang et al. (2012), o código DataMatrix possui as regras de correção de erros no próprio símbolo, de forma a melhorar a precisão da leitura em situações em que o código se encontra parcialmente danificado.

Logo após a impressão do código no produto, é necessário proceder a uma verificação dos dados codificados, através de um dispositivo de leitura, sendo este o primeiro passo para a tradução das informações codificadas.

2.6 Tecnologias de Rastreabilidade

Perante a competitividade que as empresas enfrentam, é necessário se diferenciar, assim, a aposta na rastreabilidade passa a ser uma mais-valia, no entanto, existem inúmeros maneiras de a implementar. A figura 4 resume todo o processo da criação e implementação dum sistema de rastreabilidade.

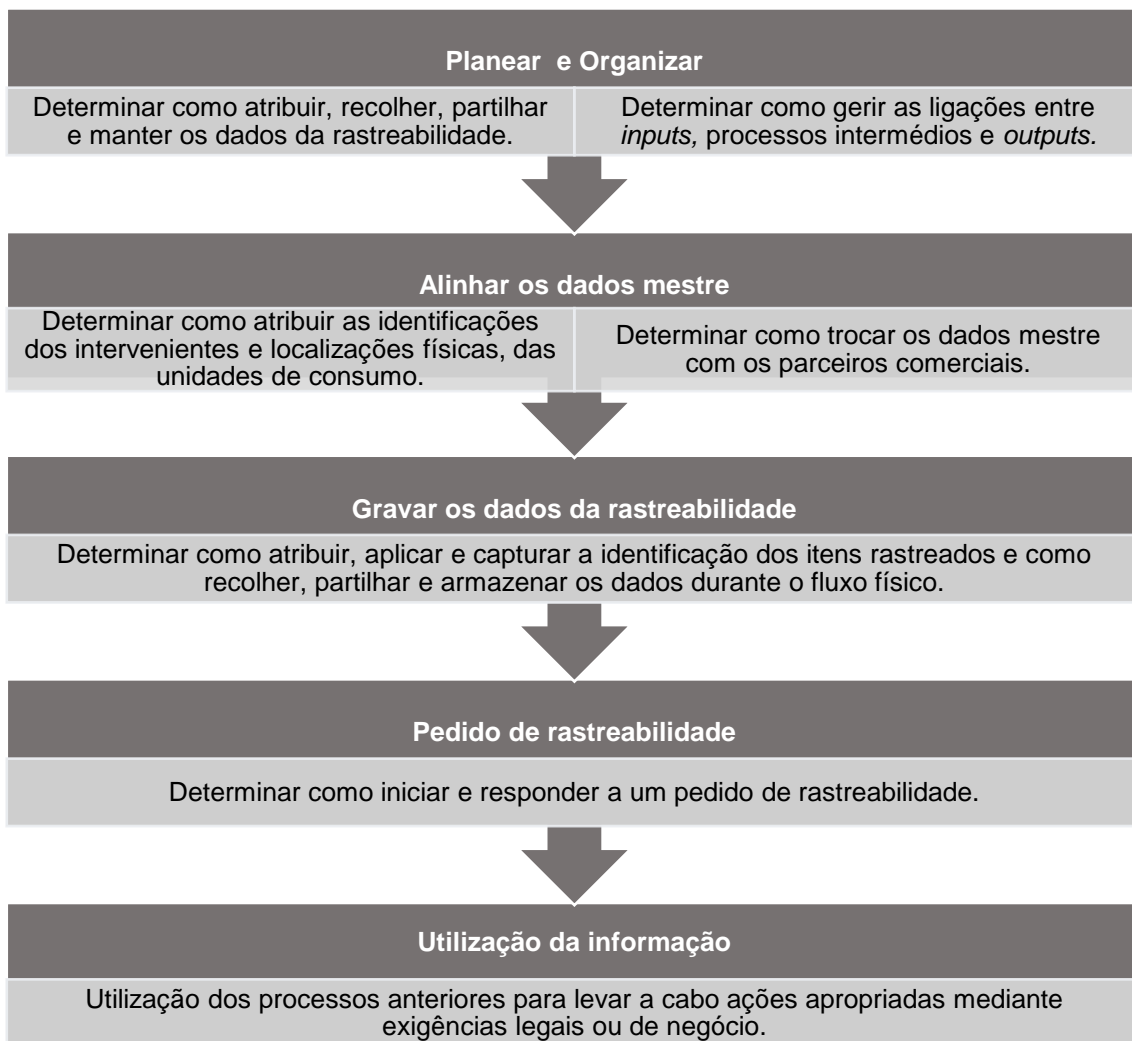


Figura 4 - Criação e implementação de um sistema de rastreabilidade (adaptado de GS1 Portugal - CODIPOR, 2008).

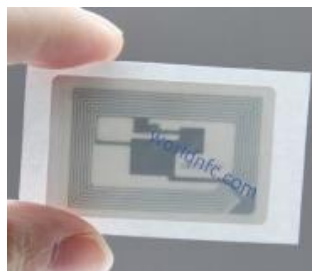
São vários os sistemas de rastreabilidade conhecidos, desde o método mais básico e convencional, aos mais complexos e sofisticados, podendo assim realizar a identificação de um único produto, ou de um lote de produtos, da melhor maneira possível.

Dentre as tecnologias de rastreabilidade temos o mais conhecido e utilizado na indústria, as etiquetas. Porém, outra tecnologia, que consiste numa evolução da anteriormente referida, é a *radio frequency identification* (RFID), conhecida como a etiqueta inteligente, cujo princípio de funcionamento se baseia na leitura da etiqueta através de rádio frequência à distância e com a peça em movimento, e posterior armazenamento da informação em sistemas informáticos.

Na figura 5 é possível ver exemplos de ambas as tecnologias de rastreabilidade anteriormente referidas.



Etiquetas (Secco Etiquetas, 2017)



RFID (Shenzhen Card Cube Smart Technology, 2017)

Figura 5 - Exemplos de aplicabilidade de etiquetas e RFID.

Posteriormente, o aparecimento de métodos que possibilitavam a identificação unitária, denominada por marcação direta de peças, ou em inglês *direct part marking* (DPM), levou a que muitas empresas adotassem esta nova realidade. Alguns dos métodos de marcação mais utilizados são: a riscagem, que permite a marcação de caracteres através de uma ponta feita de diamante ou de carboneto (composto inorgânico constituído por carbono), que penetra na superfície pelo efeito de pressão pneumática; a marcação por micro percussão, que se baseia na deformação do material através de uma ferramenta vibratória, podendo ser do tipo pneumática ou eletromagnética, e finalmente o laser, o qual proporciona uma gravação permanente diretamente na peça, sendo o processo realizado a alta velocidade sem que seja exercido nenhum contacto direto com o material. No entanto, existem também métodos de marcação direta na peça que não são tão conhecidos como a marcação a jato de tinta, a plasma e por gravação eletroquímica.

Para qualquer tecnologia associada à DPM, existem 3 elementos fundamentais que têm de ser levados em consideração, sendo eles a codificação, a marcação e a verificação. Em primeiro temos a codificação que consiste na idealização de uma cadeia de dados que irá originar um padrão, o qual representa os dados, o preenchimento e os bytes de correção de erro para serem posteriormente utilizados pelo dispositivo de marcação (Videojet, 2014). De seguida temos a marcação, que é a própria inscrição do padrão de células nas peças com o método de marcação escolhido, ponderado perante as características físicas e composição do material em questão. E por fim, temos a verificação que acontece logo após a marcação, e que se baseia na confirmação da precisão e qualidade dos códigos marcados.

A DPM pode ser utilizada em vários tipos de materiais, no entanto, há que ponderar a decisão atendendo à rugosidade, capacidade de resistir a tensões térmicas, ou mesmo a própria fragilidade da peça que será marcada.

Posto isto, na figura 6 é possível ver alguns exemplos dos diferentes tipos de marcação direta na peça anteriormente referidos.



Riscagem (Technifor - Gravotech Marking, 2017a)



Micro percussão (Technifor - Gravotech Marking, 2017b)



Jato de tinta (EBS Ink Jet Systeme GmbH, 2017)



Plasma (Hypertherm, 2017)



Gravação eletroquímica (Mecalux logismarket, 2017)



Laser (Trotec Laser GmbH, 2017b)

Figura 6 - Exemplos dos diferentes tipos de tecnologias de DPM.

Segundo Lazov, Deneva, & Narica (2015) aquando da seleção da tecnologia de marcação a utilizar, é necessário concentrar-se, além do tipo de material, na flexibilidade do processo, no custo financeiro, na velocidade necessária ao processo e na capacidade de automatizar o processo de marcação. Assim, nas tabelas 2 e 3, é possível analisar algumas das características a ter em atenção na tomada de decisão da tecnologia de marcação a implementar.

Tabela 2 - Comparação entre os vários tipos de marcação direta de peças.

	Riscagem	Micro Percussão	Jato de Tinta	Plasma	Gravação Eletroquímica	Laser
Tipo de método	Contacto	Contacto	Sem Contacto	Sem Contacto	Contacto	Sem Contacto
Facilidade de integração	Média	Média	Alta	Média	Alta	Baixa
Flexibilidade	Alta	Média	Média	Média	Média	Alta
Custo investimento inicial	Alto	Baixo	Médio	Médio	Baixo	Alto
Custo de manutenção	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Médio
Resistência da marca à abrasão	Alta	Alta	Baixa	Alta	Alta	Alta
Tensão química ou térmica	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim

Tabela 3 - Comparação entre os vários tipos de marcação direta de peças (continuação).

	Riscagem	Micro Percussão	Jato de Tinta	Plasma	Gravação Eletroquímica	Laser
Velocidade de processamento	Média	Média	Rápida	Rápida	Rápida	Rápida

Posto isto, de seguida serão apresentadas em detalhe todas as tecnologias de rastreabilidade anteriormente enunciadas.

2.6.1 Etiquetas

A etiqueta é o método de rastreabilidade mais básico utilizado na indústria, tendo sido primeiramente empregue nas cadeias de abastecimento e posteriormente implementado ao longo dos processos de produção. Porém, esta tecnologia tem vindo a ser associada maioritariamente à gestão de inventários, ao comércio de retalho, à distribuição, à área da saúde, entre outros, com os dados codificados em código de barras.

No caso do ramo automóvel, a utilização das etiquetas veio dar resposta às lacunas emergentes do mau controlo no que diz respeito ao processo de fabricação e à movimentação, em grande escala, dos produtos. No entanto, estas apresentam desvantagens que se tornam cruciais aquando da tomada de decisão de implementação deste sistema em determinadas empresas, sendo elas, a fraca resistência a ambientes mais agressivos, por exemplo quando expostas a óleo, humidade, ou através do manuseio das mesmas.

2.6.2 RFID

O RFID é extremamente importante na indústria automóvel para a marcação e identificação, uma vez que no que diz respeito a veículos, protótipos de veículos e peças, estas estão sujeitas a desenvolvimento contínuo, e assim, o RFID possibilita a fácil identificação das mesmas. (Kirch, Poenicke, & Richter, 2017).

Este sistema de identificação consiste na utilização de etiquetas inteligentes que proporcionam a leitura através de rádio frequência, à distância e com a peça em constante movimento. Para tal, é utilizada uma *tag* RFID, que consiste numa etiqueta que é colocada no objeto que pretendemos identificar e sobre o qual queremos armazenar informação. Esta *tag* é constituída por dois componentes: um chip que controla a comunicação com o leitor, e um elemento de acoplamento, neste caso, uma antena que tem como objetivo receber e transmitir o sinal, como podemos ver na figura 7.

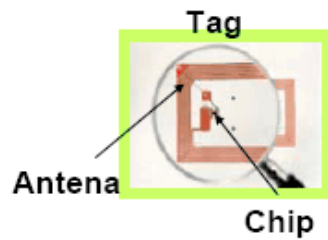


Figura 7 - Composição da tag RFID. (Adaptado de Puhmann, 2015).

Posto isto, os dados são captados por um leitor, fixo ou móvel, composto por um módulo de rádio frequência, que irá funcionar como recetor e transmissor. Posteriormente, o leitor irá armazenar toda a informação num outro sistema, que poderá ser um computador pessoal ou um autómato, através de uma ligação adicional (Finkenzeller, 2010).

Esta tecnologia permite a monitorização de todo o processo e identificação da localização do produto, em tempo real, e, além disso, contribui para a diminuição de custos, uma vez que o tempo e quantidade de trabalho por parte dos operadores é reduzido, pois, todo o processo é realizado de forma autónoma, sem necessidade de intervenção humana, minimizando assim a ocorrência de erros. Por outro lado, o custo de investimento inicial é por norma elevado, sendo encarado por algumas empresas como um obstáculo à sua implementação.

2.6.3 Riscagem

A riscagem, é considerada uma tecnologia duradoura, na qual a marcação é efetuada sobre qualquer tipo de material sólido, como o alumínio, o aço, plástico, aços inoxidáveis e ferro fundido. Este sistema é produzido com recurso a uma ponta de diamante ou de carboneto, que penetra na superfície do material, deslocando-se sobre os eixos X e Y, sob o efeito de pressão pneumática. A ponta é assim pressionada e puxada ao longo da superfície do material sem que haja produção de limalha.

Trata-se dum sistema considerado flexível no que diz respeito aos caracteres a gravar, podendo estes adquirir alturas, larguras e profundidades variadas e previamente definidas. Outra vantagem da marcação por riscagem prende-se com a possibilidade de gravação, tanto em peças ocas ou maciças, e em áreas inclinadas ou arqueadas (Borries Markier-Systeme, 2017).

2.6.4 Micro percussão

Tal como a marcação por riscagem, a micro percussão também é conhecida pela sua durabilidade em materiais sólidos, desde o alumínio, cobre, ferro, aço e sintéticos, e pela sua permanência nos mesmos, bem como pela resistência aos ambientes agressivos, tais como a alta temperatura e a humidade, entre outros, obtendo uma documentação fidedigna das informações que queremos marcar. Nesta tecnologia há, também, a possibilidade de marcação de peças ocas ou maciças, e de áreas inclinadas e arqueadas (Borries Markier-Systeme, 2017).

A marcação por micro percussão consiste na deformação do material através de uma ferramenta vibratória, constituída por uma agulha de metal dura que bate, com elevada frequência, na superfície da peça. Resumidamente, a marcação dos pontos é realizada através dum fluxo contínuo de ar comprimido que é levado até à agulha, projetando-a contra a peça. Posteriormente, o ar sai através de orifícios, fazendo com que uma mola desloque novamente a agulha para cima, evitando um sobreaquecimento dos materiais (Bento, 2009).

Uma mais-valia desta tecnologia é que não gera qualquer tipo de tensões de rutura independentemente da espessura da peça, e não existe remoção de material. É ideal para a marcação de linhas claras, pontos, contornos e letras.

Uma vez que as marcações são, por norma, capturadas por dispositivos óticos, ou, em alguns casos, para a realização da leitura a olho nu, é necessário que estas sejam legíveis. Assim, esta tecnologia permite o ajuste da dimensão dos pontos, de modo a que seja possível a capacidade de leitura dos dados.

2.6.5 Jato de tinta

A marcação por jato de tinta proporciona uma gravação rápida e silenciosa, sem qualquer contacto com o material. Basicamente, os caracteres a marcar na peça são planificados através de um programa que irá enviar a *string* para a cabeça de impressão, para que esta realize a marcação (Messer Cutting Systems, 2017). Esta impressão dá-se através de um fluxo de tinta que é projetado por meio da cabeça de impressão, a qual é composta por uma ponta que irá dividir o jato de tinta em pequenas gotas (Videojet, 2014).

Esta tecnologia é relativamente flexível uma vez que pode ser utilizada em vários tipos de materiais, desde o alumínio, cobre, aço, ferro, cerâmica e vidro, dependendo sempre do tipo de tinta selecionado e, além disso, é possível realizar a impressão em superfícies tanto suaves como irregulares, tanto convexas como côncavas, e inclusive em zonas difíceis de alcançar.

A adaptabilidade deste método é tida como uma vantagem, sendo que a marcação a jato de tinta imprime desde um código apenas com uma linha de texto, até mensagens de várias linhas, através de recursos automatizados (Videojet, 2014).

A capacidade de impressão a alta velocidade e a fácil integração desta tecnologia, são mais-valias que potenciam a decisão das empresas em optar por este tipo de marcação. No entanto, é necessário garantir que o produto a marcar está devidamente limpo para que a inscrição do código seja fácil e a sua leitura clara. Além disso, algumas tintas podem ser removidas através de solvente, o que pode ser tido como uma desvantagem. Este método poderá também ser ineficaz perante algumas condições adversas de temperatura e humidade, entre outras.

2.6.6 Plasma

A marcação por plasma consiste na combinação de gás ionizado com a eletricidade, dando origem à criação de uma linha permanente na superfície da peça (Messer Cutting Systems, 2017). A marcação é realizada com um nível de ruído relativamente baixo e a uma potência variável, que permitirá um controlo sobre as dimensões dos caracteres a registar.

Segundo a Hypertherm (2017), esta tecnologia pode ser aplicada a materiais como o aço, aço inoxidável ou alumínio, tendo ainda a vantagem de realizar a marcação em peças húmidas ou oleosas, sempre de forma confiável.

2.6.7 Gravação eletroquímica

A gravação eletroquímica consiste na remoção de camadas de material por meio de eletrólise e, para tal, é necessária a utilização de um estêncil, que se baseia numa matriz na qual a imagem a transferir encontra-se vazada. Esta transferência para a peça é feita por ação de um eletrólito e eletricidade, gravando somente as áreas pretendidas (MF FLues, 2012).

Desta forma, o processo inicia-se pela colocação da peça a marcar sobre uma placa de contacto e, posteriormente, o estêncil é colocado sobre esta. Depois a caneta de gravação é embebida num eletrólito adequado, sendo que este trata-se de toda a substância que, dissociada ou ionizada, através da adição de um solvente ou por aquecimento, origina iões positivos e negativos. Posto isto, o excesso de produto é retirado, sendo possível dar início à gravação, que consistirá na passagem da caneta de gravação no estêncil, por inúmeras vezes consoante a profundidade da marcação pretendida. Por fim, é retirado o estêncil e passado um líquido neutralizador no local da marcação.

É possível optar por dois tipos de gravação, clara ou escura, sendo que a primeira trata-se de uma marcação profunda, e permanente, com um tempo de gravação entre os 20 e os 40 segundos, por outro lado, a gravação escura, é mais rápida, sendo que dura cerca de 5 segundos.

Segundo a Videojet (2014), além de rápida e de utilização fácil, esta tecnologia fornece marcações de alta qualidade e extremamente precisas, é flexível, sendo possível utilizá-la em materiais metálicos ou condutivos, tendo como exemplo o aço, o aço inoxidável, o cobre, o latão e o bronze, e possui ainda um custo de investimento inferior relativamente aos outros métodos de marcação direta de peças.

2.6.8 Laser

Considerado uma das maiores invenções do século XX, o laser é utilizado nas mais variadas áreas, tendo sofrido uma enorme evolução desde a sua descoberta. O termo laser consiste na abreviatura de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, tratando-se de um dispositivo que produz uma radiação eletromagnética monocromática, coerente e colimada. Monocromática, pois possui uma única cor e, portanto, um comprimento de onda bem definido, coerente, uma vez que a luz

libertada é bem organizada, e ainda colimada pois a sua propagação é feita através de um feixe de ondas, praticamente paralelas.

Segundo o «Decreto-Lei nº163/2002» (2002), o termo Laser é definido por “qualquer dispositivo que produza ou amplifique radiação eletromagnética com comprimento de onda de 180 nanómetros a 1 milímetro, essencialmente com base no mecanismo de emissão estimulada de radiação”. Ainda, pelo «Decreto-Lei nº163/2002» (2002), a colocação no mercado de certos ponteiros laser de maior potência necessários para a utilização profissional e industrial, devem ser sujeitos a restrições e procedimentos específicos de forma a minimizar os riscos para os seus utilizadores. Assim, esta legislação pretende estipular medidas de segurança na utilização dos equipamentos com sistema de laser, uma vez que é necessária toda e qualquer atenção durante a sua utilização, de forma a não expor ao perigo, a saúde e segurança individual e pública tendo em conta que este tipo de material pode causar danos irreversíveis ao nível da visão.

No que diz respeito à aplicação do laser no meio industrial, são muitas as empresas que utilizam esta tecnologia de forma a elevar o nível de automatização no processo de produção, como é possível constatar na figura 8. Os lasers são utilizados, nomeadamente, nos processos de corte, de soldadura, de rastreabilidade, através da marcação ou gravação de códigos promocionais ou datas de validades, podendo assim marcar códigos lineares ou bidimensionais, caracteres óticos e mensagens alfanuméricas, entre outros (Videojet, 2014; Sobotova & Demec, 2015).

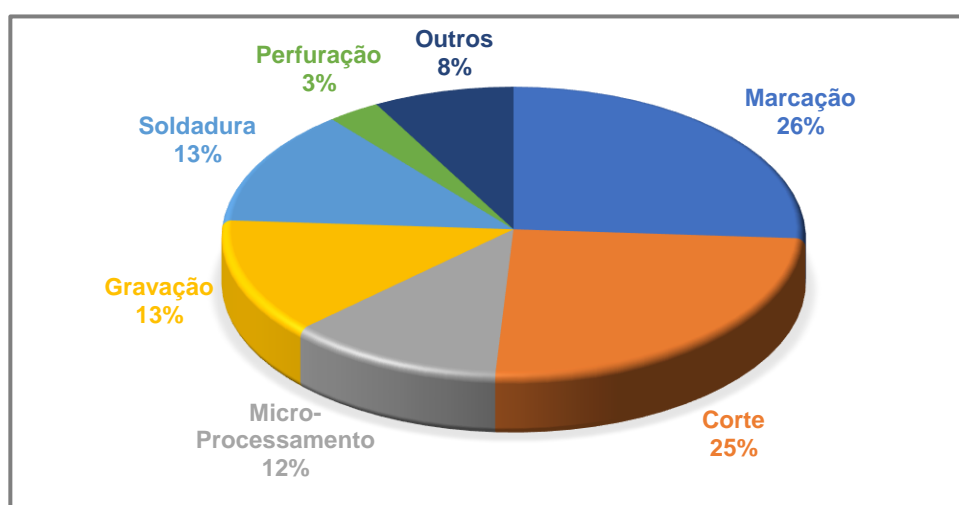


Figura 8 - Aplicação da tecnologia laser na indústria (adaptado de Lintech, 2011).

Esta tecnologia possui enumeras vantagens como (Han & Gubencu, 2008; Bento, 2009; Pajak, De Silva, Harrison, & McGeoug, 2005; Lazov, Deneva, & Narica, 2015):

- Identificação rápida e precisa;
- Fácil integração no processo de produção;
- Alta produtividade;
- Alto contraste;
- Marcação sem entrar em contacto com o material;

- Marcação em áreas extremamente pequenas;
- Alta flexibilidade;
- Boa acessibilidade;
- Utilização em quase todas as condições.

Trata-se, ainda, de uma marcação indelével, de alta qualidade e permanente, tendo a vantagem de esta ser resistente à abrasão, sendo que é necessário garantir a boa visibilidade da marca através da profundidade a que esta é realizada (Velotti et al., 2016). Relativamente à qualidade da peça, é necessário considerar que na marcação a laser a peça fica exposta à tensão térmica o que poderá pôr em causa a integridade da mesma.

Uma vantagem deste tipo de tecnologia é permitir que o cliente final, em qualquer sítio, em qualquer altura, tenha acesso direto a todos os dados do produto, desde que disponha de um dispositivo de leitura de códigos bidimensionais, o que possibilita um aumento da interação cliente/fornecedor. Além disso, trata-se de um processo extremamente fiável, pois são poucas as tarefas a serem executadas através da interação homem/máquina, sendo que, todos os dados são gerados e gravados automaticamente na peça, reduzindo assim a ocorrência de erros no processo e na propagação de informação para o exterior das instalações, até ao cliente final.

Embora esta tecnologia disponha das inúmeras vantagens anteriormente referidas, é necessário salientar, também, a sua principal desvantagem, que é considerada o principal entrave à implementação, o elevado custo inicial.

Para a escolha do tipo de laser a implementar, existem alguns aspetos a ter em consideração para a sua aplicação, sendo eles a densidade de potência, as próprias características do material, o comprimento de onda e tempo de impacto (Lazov et al., 2015; Sobotova & Demec, 2015).

Na indústria são vários os tipos de laser existentes, no entanto os mais utilizados são os de CO₂ e de fibra.

Laser de CO₂

O laser a gás ou CO₂ baseia-se numa mistura gasosa de dióxido de carbono, a qual é estimulada eletricamente.

Devido ao comprimento de onda de cerca de 10,6 micrómetros, em que o laser de CO₂ opera, a sua utilização é adequada em materiais não metálicos que sejam capazes de absorver os seus comprimentos de onda, como, por exemplo, em madeira, acrílico, papel, têxtil, plástico, vidro, chapas, couro e até mesmo em pedra (Lazov et al., 2015; Trotec Laser, 2017).

Outra característica é a eficiência do processo, que se apresenta com um valor de cerca de 8 %. Assim, segundo a Indústria Hoje (2013), durante o processo é gerado mais calor do que o expectável, o que leva à necessidade do uso de uma turbina de arrefecimento, a qual necessita de manutenção anual e substituição a cada 40 mil horas aproximadamente.

Laser de fibra

O laser de fibra consiste num feixe de luz no estado sólido, gerado pela excitação de cristais (Indústria Hoje, 2013). Devido ao seu comprimento de onda de 1,064 micrómetros, este tipo de laser produz um diâmetro focal extremamente pequeno e pode ser utilizado em vários materiais, nomeadamente, no alumínio, no aço, no cobre, no magnésio, no ferro, na cerâmica e ainda nos materiais sintéticos.

As principais vantagens deste tipo de laser são a baixa emissão de carbono e a sua durabilidade, tendo uma vida útil de cerca de 25000 horas de trabalho (Trotec Laser GmbH, 2017a). Além destes fatores, o laser de fibra possui uma eficiência de cerca de 30 %, o que faz com que não haja grande necessidade de refrigeração, pois há pouca perda de energia, fazendo com que os custos de operação e manutenção sejam menores.

Aquando da tomada de decisão para a implementação do laser de fibra numa empresa, por vezes é dada relevância ao elevado investimento inicial, no entanto, a não existência de consumíveis e os custos de operação e de manutenção relativamente baixos, perante outras tecnologias, são particularidades a considerar de forma a equilibrar os custos da sua utilização.

Esta tecnologia é considerada extremamente completa, devido ao alto contraste da marcação, que excede as expectativas, mesmo nos materiais mais duros através da velocidade e energia (Videojet, 2016), proporcionando melhores contrastes em velocidades mais rápidas.

3. Apresentação da empresa

Nesta secção será apresentada a empresa onde foi desenvolvido todo o projeto que deu origem a este documento.

3.1 Grupo Renault

Fundada na França, a 25 de fevereiro de 1899, por Louis Renault e seus irmãos, a Renault é uma empresa reconhecida como fabricante de veículos ligeiros e comerciais, tendo, durante a sua cronologia, sido nacionalizada, ficando conhecida, no seu país de origem, como *Régie Nationale des Usines Renault*. Na figura 9 está representado o símbolo atual do grupo Renault.



Figura 9 - Símbolo do grupo Renault.

Tendo sido desde o início da sua criação, um dos principais líderes de mercado na França, o grupo passou por alguns acontecimentos marcantes para o seu desenvolvimento, tal como a aquisição de 64,4% do capital da empresa japonesa, Nissan, em 1999, originando a atualmente conhecida Aliança Renault-Nissan (símbolo representado na figura 10), cuja relação prevê-se que seja de longa duração, e onde a excelência pelo desempenho é o fator crucial.



Figura 10 - Símbolo da Aliança Renault-Nissan.

Outros acontecimentos fundamentais à sua evolução, foram a aquisição da marca romena, Dacia, e a criação de sociedade com a marca sul-coreana, Samsung Motors.

Atualmente, a Renault marca presença em 128 países e possui cerca de 120.136 colaboradores, distribuídos por 33 fábricas (figura 11), nos 5 continentes, que diariamente contribuem para o desenvolvimento da empresa.

Um facto a salientar é que, desde o ano 2000, todas as fábricas Renault adotaram um sistema *standard* de produção, de forma a padronizar os processos de fabrico e garantir os mesmos níveis de exigência, tanto em relação à qualidade, como ao desempenho e ao próprio desenvolvimento sustentável.



Figura 11 - Fábricas Renault pelo mundo (Groupe Renault, 2017).

Em 2016, o grupo atingiu um novo recorde de vendas com 3,18 milhões de automóveis matriculados e com um volume de negócios de 51 243 milhões de euros, representando assim um aumento de 13,1% relativamente ao ano de 2015 (Automonitor, 2017b).

Em relação a Portugal, no ano de 2016, a Renault teve um crescimento de 24,5% face a 2015, dados esses lançados pela Agência Lusa (2017) no jornal Observador.

3.2 Renault CACIA

Construída em 1980, pelo grupo Renault e com início de produção em setembro de 1981, a fábrica fica sediada na freguesia de Cacia, na cidade de Aveiro, tendo, em 1999, ficado ao encargo da sociedade C.A.C.I.A., Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel, e só em 2012 foi mudada a sua denominação para Renault CACIA, tendo permanecido assim até a atualidade.

Com a participação diária de meios humanos e técnicos habilitados, cuja formação é um ponto fundamental, a Renault CACIA dispõe de um *know-how* que é traduzido pelo investimento constante, tanto ao nível da formação, da disponibilização de centros de maquinaria inovadores e flexíveis e pela aquisição de máquinas CNC que são o principal elemento para o excelente desempenho da empresa (Sobral, 2003).

A Renault CACIA é reconhecida pela aposta contínua na investigação e desenvolvimento, destacando-se pelo uso de sofisticados meios de controlo de qualidade.

Segundo dados disponibilizados pela empresa, à data, esta fábrica do grupo Renault conta com um total de 1018 colaboradores, os quais contribuem diretamente para a produção de elementos para a indústria automóvel, nomeadamente, caixas de velocidades e componentes para motores.

Na figura 12 está representada a vista aérea da empresa, Renault CACIA.



- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Receção | 7. Central de fluídos |
| 2. Direção | 8. Tratamentos térmicos |
| 3. Caixa de Velocidades | 9. ETAR |
| 4. Armazéns | 10. Posto Médico e Restaurante |
| 5. Componentes mecânicos | 11. Campus CCD |
| 6. Oficina Central | |

Figura 12 - Vista aérea da Renault CACIA (Renault Internal, 2017).

Em 2016, o volume de negócios da Renault CACIA rondou os 313 milhões de euros, dos quais 70% dizem respeito à produção de caixas de velocidades (Automonitor, 2017a). Desta forma, a empresa possui 3 tipos de produtos que são tidos como estratégicos por várias razões, como é o caso, precisamente, da caixa de velocidades que é responsável pela maior parte do volume de negócios, as árvores de equilibragem, sendo o seu fabrico exclusivo da CACIA, e ainda, as bombas de óleo que representam 80% da produção total do grupo.

Todos os produtos fabricados pela Renault CACIA são para exportação, e destinam-se a fábricas de montagem de veículos e de mecânica da Renault e Nissan (figura 13) situados em países, tais como: Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, África do Sul, Irão, Índia, Rússia, Indonésia, Tailândia e Reino Unido (Lopes, 2015).

A título de curiosidade, a maior fábrica fornecida pela CACIA fica na cidade de Togliatti, na Rússia, a AvtoVAZ, que se trata de uma gigantesca fábrica que emprega cerca de 53 mil trabalhadores.



Figura 13 - Destinos de exportação da Renault CACIA.

No que a distinções diz respeito, em 2016, a Renault CACIA foi considerada, pelo segundo ano consecutivo, a melhor fábrica na produção de caixas de velocidades, tanto pelo Grupo Renault como pela Aliança Renault-Nissan, a qual anualmente estabelece um *ranking* entre todas as suas unidades industriais, para avaliar, tanto a qualidade, como os prazos de produção e a *performance* global (Renault, 2016).

3.3 Organização da Empresa

A Renault CACIA é composta por nove departamentos, em que cada departamento possui um chefe que responde diretamente à direção geral da fábrica. No caso do departamento de fabricação, este é constituído pelos serviços técnicos, que servem de apoio ao processo de fabrico, e 5 ateliers (figura 14), sendo que cada um deles possui um chefe de atelier (CA).

Relativamente ao projeto desenvolvido, este foi desenvolvido no Atelier 2, que é responsável pelo fabrico de componentes que fazem parte da caixa de velocidades.

3.4 Apresentação do Atelier 2

O AT2 é constituído por 7 *Unité Élémentaire de Travail* (UET), sendo elas: a caixa diferencial do tipo ND e JR, eixos finos, eixos de marcha-atrás, Módulos 1 e 4, responsáveis pela produção de cárteres de embraiagem, e Módulos 2 e 3, responsáveis pela produção de cárteres de mecanismo.

No AT2 podemos ainda encontrar três serviços de suporte ao bom funcionamento do mesmo, sendo eles: qualidade, produto processo e manutenção.

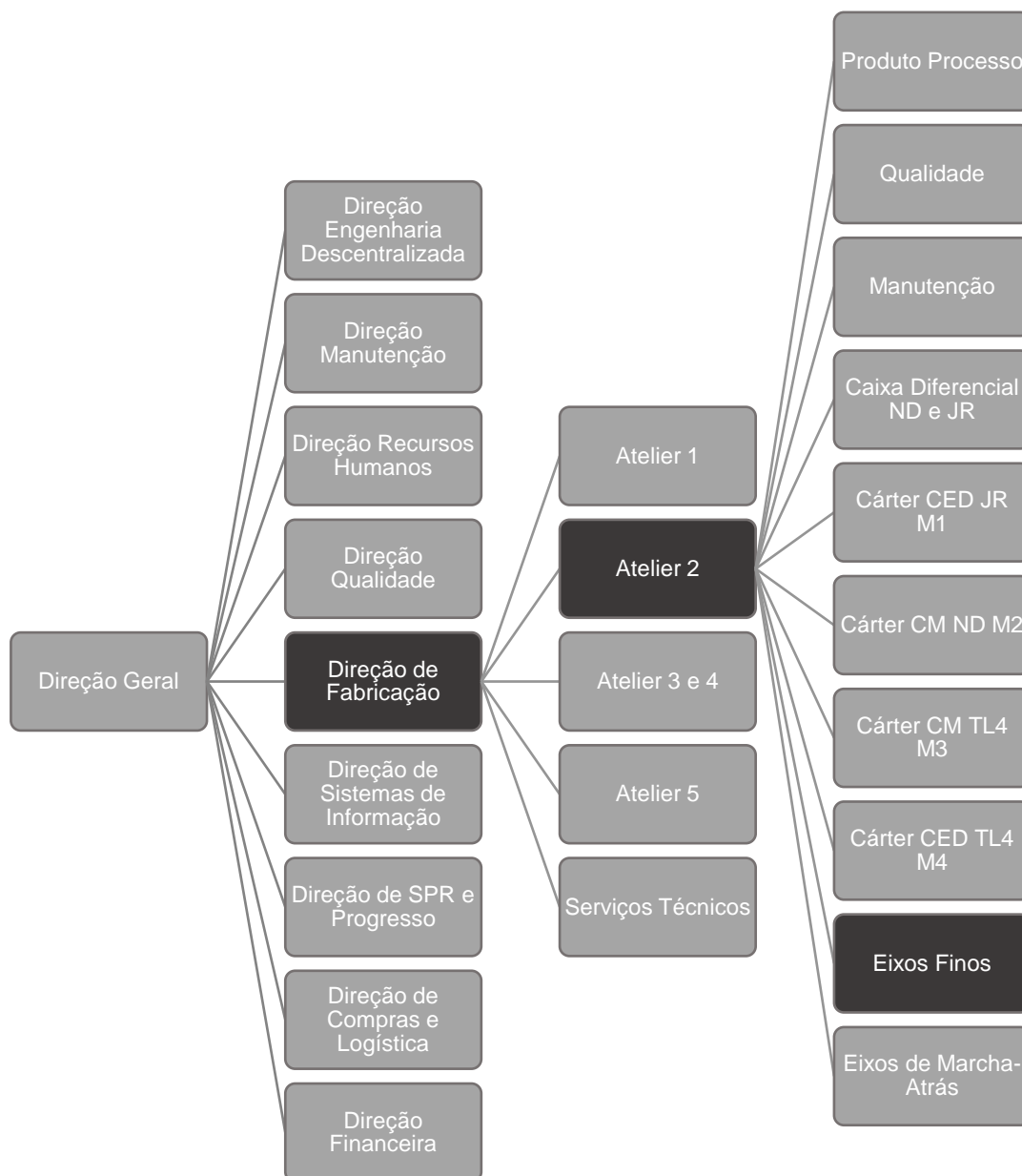


Figura 14 - Organograma da Renault CACIA.

Na figura 14 é possível verificar a estrutura organizacional presente na empresa, e tomar conhecimento dos níveis de decisão, desde o patamar mais baixo, os postos de trabalho, até à gestão de topo.

3.5 Caixas de velocidades

Atualmente a Renault CACIA produz várias versões de caixas de velocidades, nomeadamente a JR e ND (figura 15).

Segundo dados da empresa, em 2016, foram produzidas 635 mil caixas de velocidades, provando que este produto é, sem dúvida, responsável pela maior parte do volume de negócios da Renault CACIA.



Figura 15 - Caixa de velocidades JR, à esquerda, e ND, à direita.

Todos os componentes das caixas de velocidades são produzidos na CACIA, sendo o processo de produção composto, muito resumidamente, pela receção das peças em bruto vindas de fornecedores externos, a maquinação, onde as peças adquirem a sua forma definitiva, e, em alguns casos, tratamento térmico, utilizado para melhorar características necessárias à peça, enriquecendo a camada superficial da peça com azoto e carbono, sendo depois a peça temperada para obter a dureza necessária. Após todos estes processos, os componentes podem ser expedidos diretamente para outras fábricas, ou transportados para as linhas, onde é realizada a montagem, e posterior expedição.

Para o ano 2017, está programado um investimento de 100 milhões de euros na Renault CACIA, de forma a potenciar a criação de novos postos de trabalho e dar início à produção de novas caixas de velocidades, para uma nova geração de automóveis que a Aliança Renault-Nissan pretende lançar entre 2018 e 2019.

3.6 Componentes da caixa de velocidades

3.6.1 Cárteres

Existem dois tipos de cárteres, ambos de alumínio, os cárteres de embraiagem, que acopla todos os componentes da embraiagem, e os cárteres de mecanismo, que contém todos os componentes referentes à caixa de velocidades. É, precisamente, a junção de ambos os tipos de cárteres que forma o revestimento da caixa de velocidades que protege os componentes e acondiciona, ainda, um óleo viscoso denominado de valvulina que tem como função lubrificar a caixa de velocidades.

3.6.2 Caixa diferencial

As caixas diferenciais são fundamentais ao bom funcionamento da caixa de velocidades, tendo como função a transmissão e distribuição uniforme de energia entre o motor e as rodas do veículo.

Na Renault CACIA são produzidos dois tipos de caixas diferenciais consoante o tipo de caixa de velocidades: ND e JR.

3.6.3 Eixos de marcha-atrás

Os eixos de marcha-atrás são responsáveis pela própria engrenagem da marcha-atrás.

3.6.4 Eixos finos

Os eixos finos são responsáveis pelas mudanças num veículo, ou seja, existem 3 tipos diferentes de eixos, sendo eles: eixo de 1ª e 2ª, eixo de 3ª e 4ª e eixo de 5ª.

4. Projeto na Renault CACIA

Será agora descrito todo o projeto desenvolvido, desde os dados recolhidos, processo produtivo, propostas de soluções para o sistema de rastreabilidade, processo de seleção e a própria implementação.

4.1 Rastreabilidade na Renault

A rastreabilidade protege tanto o consumidor como a empresa, assim, existem alguns pontos que devem ser possíveis de realizar (Renault, 1995):

- Respeitar e cumprir as obrigações legais existentes e futuras;
- Satisfazer os pedidos dos clientes e / ou organizações individuais;
- Reduzir o número de incidentes, incluindo os de pós-venda;
- Trabalhar eficientemente para identificar a origem dos defeitos e produtos potencialmente defeituosos, a fim de limitar os efeitos (em termos de qualidade, custo e tempo) dos incidentes nos produtos, tanto no sistema industrial como na rede de concessionários.

No ramo automóvel, a rastreabilidade possui duas funções, que coabitam no mesmo espaço temporal, a função preventiva e a corretiva. Para a Renault (1995), a função preventiva refere-se à questão da qualidade da empresa, na qual, seja a nível da conceção como da fabricação, é feita uma recolha e posterior registo de toda a informação relativa à peça. No respeitante à função corretiva, esta consiste em todo o processo proveniente da correção de não conformidades, de forma rápida e eficiente, possibilitando a identificação dos produtos danificados e possíveis clientes afetados. Num caso concreto, como uma falha ao nível do *airbag*, a empresa que construiu o veículo necessita de identificar rapidamente todos os veículos nos quais tenham sido montados os mesmos componentes danificados (Bento, 2009).

Na Renault é importante existir um acompanhamento contínuo aos produtos, com o objetivo de obter dados que irão facilitar a identificação de falhas ao nível da produção, ajudar no isolamento de lotes não conformes, e dar informações sobre as maquinações às quais as peças foram sujeitas.

Na tabela 4, é feita referência aos tipos de componentes sujeitos tanto à rastreabilidade por lotes, como unitária, no grupo Renault, evidenciando os objetivos e o método de identificação.

Tabela 4 - Perímetro, objetivo e identificação na rastreabilidade do grupo Renault (Renault, 1995).

	Rastreabilidade por lotes	Rastreabilidade unitária
Perímetro	<ul style="list-style-type: none"> - Todos os produtos e componentes instalados em veículos - Cada projeto deve, em primeiro lugar, definir o perímetro a rastrear 	<ul style="list-style-type: none"> - Número de fabricação do motor e da caixa de velocidades - Número de chave - Código elétrico para veículos equipados (TIR) - Código de autorrádio para veículos equipados
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> - Limita os riscos para os clientes - Reduz os custos de realinhamentos para a Renault e os seus fornecedores - Melhora a capacidade de resposta - Satisfaz as implicações legais e regulamentares 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite fazer uma ligação unitária entre o veículo e respetivas informações - Permite atender a certos requisitos regulamentares (nº de motor, por exemplo) - Conceder um bom atendimento ao cliente (nº da chave)
Identificação	<ul style="list-style-type: none"> - À embalagem. - Pela etiqueta definida pela GALIA¹ 	<ul style="list-style-type: none"> - À peça. - Por uma etiqueta de código de barras definido pela Renault. - Para motores e caixas de velocidade, essa etiqueta deve respeitar os 7 caracteres do número de fabricação

Perante isto, no Grupo Renault, a rastreabilidade, por lote, tem muito sucesso pois é adaptada às características industriais da produção em massa, nomeadamente, no caso de produtos complexos compostos por muitas peças sem marcação (Renault, 1995).

Desta forma, todos os produtos do Grupo Renault devem seguir os princípios da política de rastreabilidade definida, sendo eles (Renault, 1995):

- Adaptar a definição de lotes de acordo com as características específicas dos componentes;
- Ajustar os sistemas de informação da divisão logística utilizados para a criação de registos de rastreabilidade;
- Aplicar de forma rigorosa a lógica do FIFO, em todos os processos, de modo a limitar o número de lotes potencialmente defeituosos a analisar, no caso de alertas de qualidade.

¹Utilizada na área da logística do grupo Renault, e consiste num registo que permite a identificação e acompanhamento dos contentores, tanto de brutos (figura 22), onde estão registadas as informações sobre o fornecedor, nº da GALIA, nº de etiqueta, referência da peça em bruto, código do contentor, como de produto acabado, onde a maior parte das informações já estão preenchidas pelo PSFP, sendo apenas atualizadas pelos operadores de fim de linha, aquando do final da maquinação das peças.

4.2 Processo produtivo

A secção dos eixos finos da Renault CACIA inclui duas linhas de produção, nas quais são realizados todos os processos de produção dos eixos do tipo 1^a/2^a, 3^a/4^a e 5^a.
















Como podemos ver na figura 16, existe uma primeira zona delineada a amarelo, onde se realiza a fase inicial da produção destes componentes. Ainda nesta primeira fase, podemos encontrar uma das linhas de produção denominada por “linha velha” (zona verde), que produz os eixos de 1^a/2^a e a outra linha que produz ora os eixos de 3^a/4^a, ora os de 5^a (zona azul), tratando-se de uma produção assíncrona.

O processo de produção dos eixos, embora seja realizado em linhas de produção separadas, possui o mesmo tipo de processamento, sendo visível, na figura 16, todo o percurso das peças durante o processo produtivo. Assim sendo, numa forma detalhada, a primeira fase consiste em:

1. Chegada dos brutos à zona determinada para os mesmos, procedendo o operador ao processo de abastecimento da retificadora (Operação 120 doravante denominada por OP 120). Na primeira coluna da tabela 5 é possível ver os eixos dos três tipos em bruto;
2. Os eixos, após retificação, permanecem num cesto à espera da intervenção do operador;
3. O operador abastece a brochadora (OP 130) e, posteriormente, os eixos passam, através de tapete rolante, à zona de lavagem (OP 140);
4. Os eixos permanecem em espera para que sejam colocados em cestos de transporte com capacidade de 250 eixos cada;
5. Nesta fase, e a cada 200 eixos, o operador realiza o controlo dos parâmetros de brochagem estipulados;
6. Posteriormente, os cestos, previamente colocados sobre carros de transporte, permanecem em espera na zona de stock, ou, são transportados diretamente para a indutora (OP 150), onde o operador realiza o abastecimento da indutora, através do posto de controlo, onde é verificado se a posição do eixo a maquinar está correta;
7. Após a indução, os eixos de 1^a/2^a e 3^a/4^a seguem diretamente para a retificação (OP 160), contudo, no caso dos eixos de 5^a, tratando-se de eixos com um comprimento superior, passam, inicialmente, pelo desempenho (OP 155) e só depois para a retificação (OP160). Quando há excesso de material na passagem entre processos (OP 150 para OP 155 / OP 160), os eixos são colocados em cestos para transporte, permanecendo em espera na zona de stock;
8. Depois da retificação (OP 160), os eixos seguem, através de tapetes rolantes, para o processo de polimento, também designado por super acabamento (OP 170), seguido de lavagem (OP 180). No caso dos eixos de 1^a/2^a, estão são colocados na estação de lavagem pelo operador;
9. De seguida, os eixos são depositados, de forma automática, em caixas de transporte com capacidade para 350 eixos, para desta forma serem armazenados na zona de stock intermédio.

Na segunda coluna da tabela 5 é possível visualizar o estado dos vários tipos de eixos após esta primeira fase de produção.

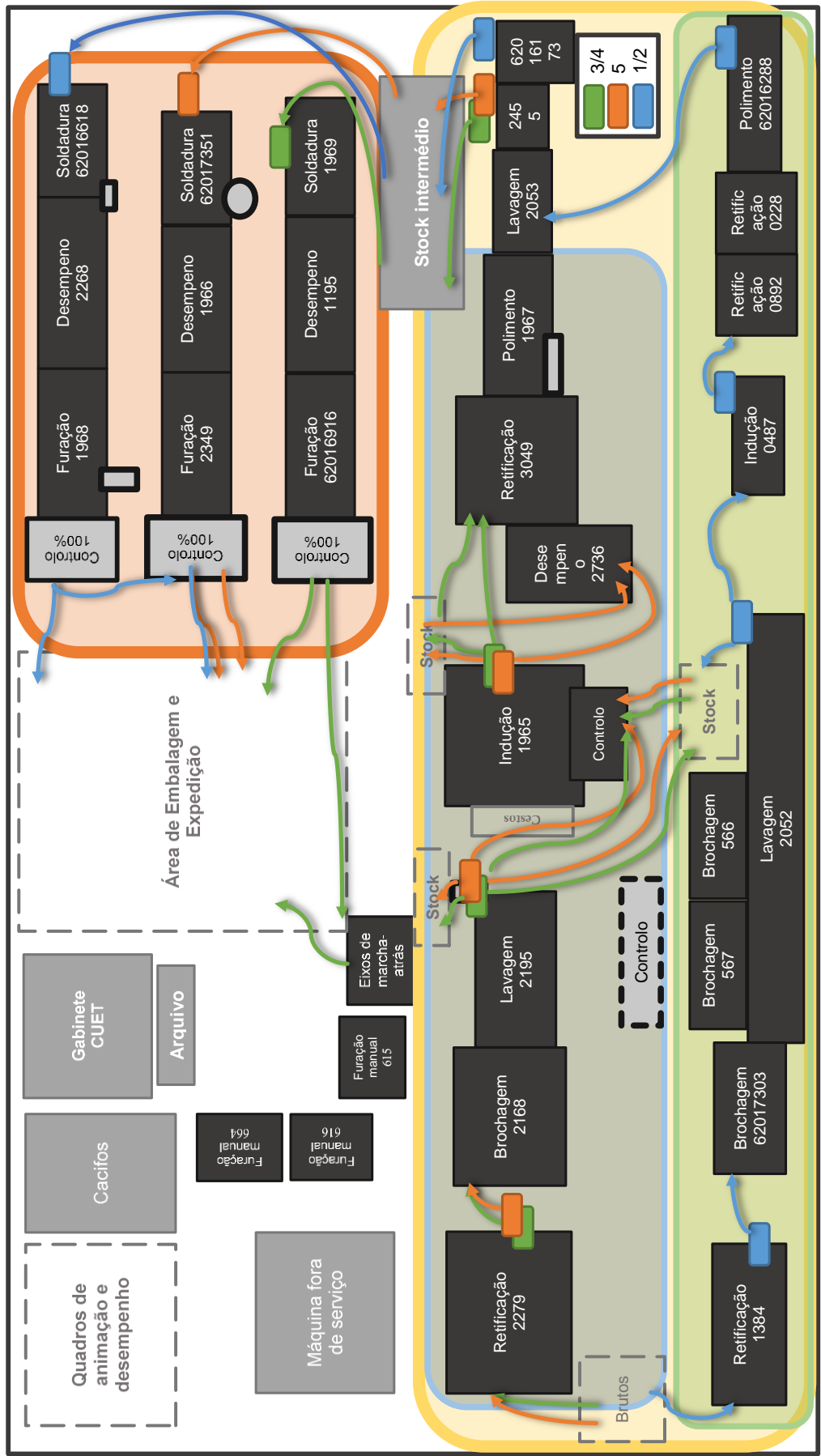
Tabela 5 - Etapas na produção dos diferentes tipos de eixo.

	Eixos em Bruto		Eixos após conclusão da 1ª fase de produção		Eixos em fim de processo
1ª/2ª					
3ª/4ª					
5ª					

Na segunda fase do processo (zona laranja) existem 3 ilhas isoladas automatizadas, cada uma respeitante a um tipo de eixo. Assim, esta fase consiste em:

1. O operador abastece a ilha com os respetivos eixos, sendo feita a soldadura (OP 190), passando diretamente ao desempenho e furação (OP 200/210), recorrendo a robots automatizados;
2. Posteriormente, é realizado o controlo 100 % (OP 210) por um operador que realiza o controlo da posição da forquilha e *crabot*;
3. Seguidamente, os eixos são colocados nas embalagens correspondentes (OP 250) para expedição, ou para a linha de montagem. Desta forma, na terceira coluna da tabela 5 é possível visualizar os eixos em fim de processo.

Nota: Os eixos quando são embalados para expedição vão em caixas independentes, ou seja, cada caixa possui um tipo de eixos. Porém, quando o seu destino são as linhas de montagem, estes são embalados em conjunto, ou seja, os eixos de 1^a/2^a são agregados aos de 5^a, e os eixos de 3^a/4^a aos eixos de marcha-atrás.



Zona amarela – 1ª fase de produção Zona laranja – 2ª fase de produção ("Ilhas") Zona verde – Linha 1ª/2ª ("Linha velha") Zona azul – Linha 3ª/4ª e 5ª

Figura 16 - Layout da secção de eixos finos (Dimensões não estão à escala real).

4.3 Levantamento de dados

Para o desenvolvimento deste projeto, foi necessária a recolha de dados relativos a todos os postos de trabalho, de forma a entender com maior clareza todo o processo e calcular a cadência de cada sistema produtivo. A cadência de produção pode, também, ser designada por taxa de produção ou, ainda, pelo termo inglês *production rate*. Este conceito refere-se a um indicador realmente importante para o desempenho e sobrevivência de muitas empresas, pois corresponde à velocidade de processamento com que uma máquina, um posto de trabalho ou qualquer outro sistema, processa os artigos (Carvalho, 2008).

Na tabela 6 são apresentados os valores de tempo de ciclo (TCy) padrão que até à altura do desenvolvimento do projeto eram utilizados pela empresa. Estes valores foram utilizados para o cálculo da cadência das máquinas, por turno e hora. No anexo A, encontram-se os dados originais, utilizados para a realização da mesma.

Tabela 6 - Dados relativos aos tempos de ciclo padrão de cada máquina.

	OP	Descrição Operação	Máquina	R.O.	TCy (convertido para segundos)	Cadência / turno	Cadência / hora
Linha velha	120	Retificação I	1384	89%	11,22	2146	285
	130	Brochagem	62017303	89%	12,00	2007	267
	140	Lavagem I	2052	89%	4,80	5017	667
	150	Indução	0487	89%	13,20	1825	242
	160	Retificação II	892/228	89%	9,00	2676	356
Linha 3ª/4ª e 5ª	120	Retificação I	2279	89%	12,00	2007	267
	130	Brochagem	2168	89%	12,60	1911	254
	150	Indução	1965	89%	6,60	3649	485
	160	Retificação II	3049	89%	7,80	3088	410
	170	Polimento	1967	89%	9,00	2676	356
Ilhas	190	Soldadura 1ª/2ª	62016618	89%	17,40	1384	184
		Soldadura 3ª/4ª	1969	89%	15,00	1606	213
		Soldadura 5ª	62017351	89%	17,40	1384	184
	200	Desempeno eixos (MAE)	2268	89%	15,60	1544	205
		Desempeno eixos (JENNY)	1195	89%	15,60	1544	205
		Desempeno eixos (MAE)	1966	89%	15,60	1544	205
	210	Furação SERI + controlo 100%	1968	89%	17,40	1384	184
		Frezagem 1ª/2ª JRQ CHIRON	2349	89%	22,20	1085	144

De referir que a tabela 6 não possui dados de todos os postos de trabalho, uma vez que o documento disponibilizado pela empresa não se encontra atualizado.

Para o cálculo da capacidade de produção por turno, foi levado em consideração um turno de 8 horas, das quais foram subtraídos 20 minutos relativos a paragens para refeição, 5 minutos de reunião e 4 minutos de paragens de carácter pessoal, tendo assim obtido o valor de 7 horas e 31 minutos trabalhados por turno. Outro fator foi o rendimento operacional (R.O.) considerado de 89% em todos os postos, uma vez que este valor é determinado pelo departamento de engenharia e gabinete de estudos, na fase de projetos, de modo a obter valores mais fidedignos.

Tal como referido anteriormente, e devido à falta de dados relativos a todos os processos, foi necessário realizar um levantamento dos tempos de ciclo, em toda a secção.

Nas tabelas 7 e 8 são apresentados os valores calculados referentes aos tempos de ciclo observados.

Tabela 7 - Dados relativos aos tempos de ciclo de cada máquina.

	OP	Descrição Operação	Máquina	R.O.	TCy (convertido para segundos)		Cadência / turno		Cadência / hora	
					3ª/4ª	5ª	3ª/4ª	5ª	3ª/4ª	5ª
Linha velha	120	Retificação I	1384	89%	11,11		2162		288	
	130	Brochagem	62017303	89%	9,84		2442		325	
	140	Lavagem I	2052	89%	9,78		2457		327	
	150	Indução	0487	89%	17,57		1367		182	
	160	Retificação II	892/228	89%	11,32		2122		283	
	170	Polimento	62016288	89%	11,18		2149		286	
	180	Lavagem II	2053	89%	6,20		3875		516	
Linha 3ª/4ª e 5ª	120	Retificação I	2279	89%	10,46	11,15	2297	2155	306	287
	130	Brochagem	2168	89%	11,01	10,78	2182	2229	291	297
	140	Lavagem I	2195	89%	10,97	10,56	2190	2275	292	303
	140/150	Controlo	n.a.	89%	n.a.	6,27	n.a.	3832	n.a.	511
	150	Indução	1965	89%	6,61	6,61	3635	3635	484	484
	155	Desempeno	2736	89%	n.a.	8,08	n.a.	2974	n.a.	396
	160	Retificação II	3049	89%	7,65	7,83	3141	3068	418	409
	170	Polimento	1967	89%	6,75	7,44	3560	3229	474	430
	180	Lavagem II	2053	89%	6,18	7,13	3888	3370	518	449
Ilhas	190	Soldadura 1/2	62016618	89%	17,27		1391		185	
		Soldadura 3/4	1969	89%	30,77		780		104	

Tabela 8 - Dados relativos aos tempos de ciclo de cada máquina (continuação).

	OP	Descrição Operação	Máquina	R.O.	TCy (convertido para segundos)	Cadência / turno	Cadência / hora
Ilhas	190	Soldadura 5	62017351	89%	18,68	1286	171
	200	Desempeno eixos (MAE)	2268	89%	16,73	1436	191
		Desempeno eixos (JENNY)	1195	89%	17,53	1370	182
		Desempeno eixos (MAE)	1966	89%	10,37	2317	308
	210	Furação SERI + controlo 100%	1968	89%	17,82	1348	179
		Furação + controlo 100%	62016916	89%	17,29	1389	185
		Frezagem 1 ^ª /2 ^ª JRQ CHIRON	2349	89%	17,23	1394	185

Para a elaboração das tabelas 7 e 8, foi tido novamente em consideração o rendimento operacional de 89%.

Uma diferença relativamente à tabela 6 é o tempo trabalhado por turno, uma vez que foi considerado 5 minutos de paragem de carácter pessoal, sendo este o valor estipulado pela empresa, e não apenas os 4 minutos utilizados na tabela anterior, perfazendo um total de 450 minutos trabalhados.

Após análise de ambas as tabelas, podemos verificar algumas discrepâncias relativamente à produção de cada posto de trabalho, de forma a que foi necessário optar pela utilização de apenas uma destas tabelas. Deste modo, foram seleccionadas as tabelas 7 e 8, tratando-se de valores observados por diversos momentos e atuais relativamente aos dados disponibilizados pela empresa.

Estas tabelas servirão assim para analisar as cadências de forma a identificar quais as zonas em que poderá ocorrer a integração duma tecnologia de rastreabilidade, caso necessário, sem que ocorra atrasos na produção, em ambas as linhas.

Durante todo o processo de recolha de dados, houve um acompanhamento por parte dos operadores e *Chef d'Unité Élémentaire de Travail* (CUET) de forma a proporcionar um melhor conhecimento da secção. Assim, e devido ao contacto directo com estes, tornou-se mais fácil a identificação de problemas presentes na UET, nomeadamente o excesso de stock entre processos, sendo evidente a necessidade da adaptação da lógica *first in first out* (FIFO) neste contexto, de forma a minimizar o aparecimento de peças oxidadas. Ao não haver qualquer tipo de registo nem controlo, as peças por vezes acabam por ser sujeitas a tempos de espera elevados para maquinaria, o que conduz ao aparecimento, precisamente, de eixos oxidados.

Foi, ainda, feita uma análise referente ao ano de 2016 através de diagramas de pareto. Assim, as figuras 17, 18 e 19, referem-se às principais causas de aparecimento de peças de sucata em ambas

as linhas de produção, para cada tipo de eixo. De salientar que apenas são levadas em consideração as operações respeitantes à primeira fase de produção, ou seja, da operação 120 à 180, uma vez que é nesta fase que ocorre o aparecimento de eixos oxidados, nas 3 situações. No entanto, no anexo B, encontram-se todos os valores respetivos à sucata do ano 2016, de ambas as fases de produção, para os 3 tipos de eixo.

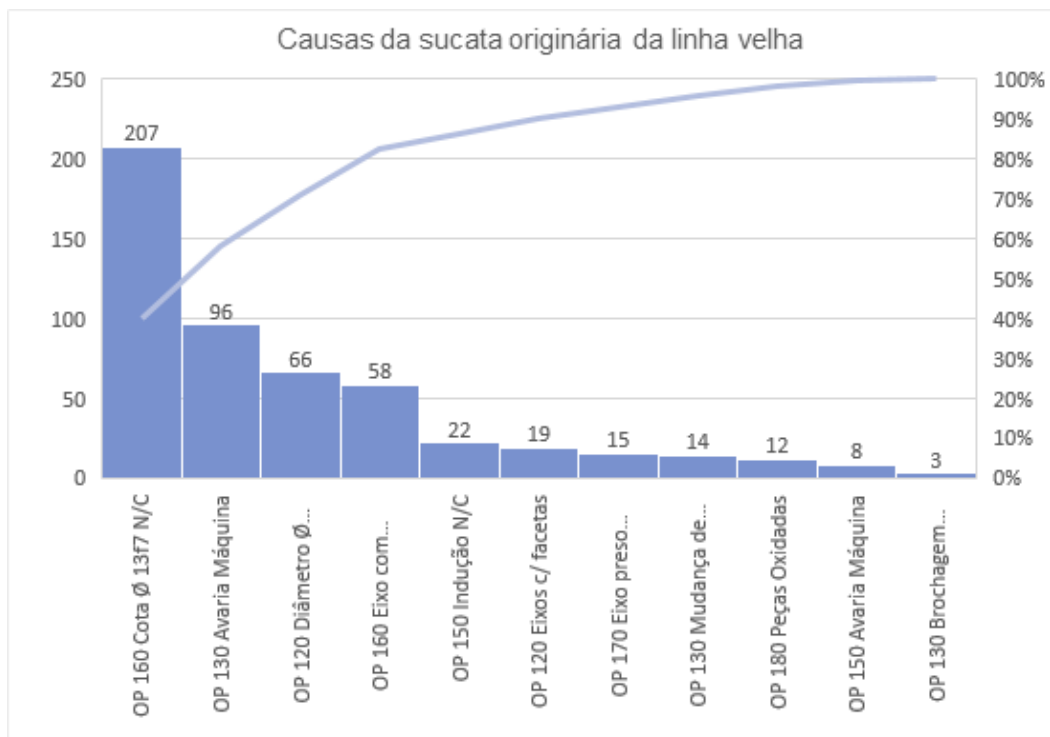


Figura 17 - Relação entre as causas de aparecimento de sucata na linha velha.

Como é possível analisar na figura 17, a existência de eixos oxidados na linha velha, dá-se na operação 180, sendo este o sitio de transição entre ambas as fases de produção. Uma razão para esta ocorrência, será a falta de identificação nas embalagens, nomeadamente, a data de produção, e a não adaptação da equipa à lógica do FIFO.

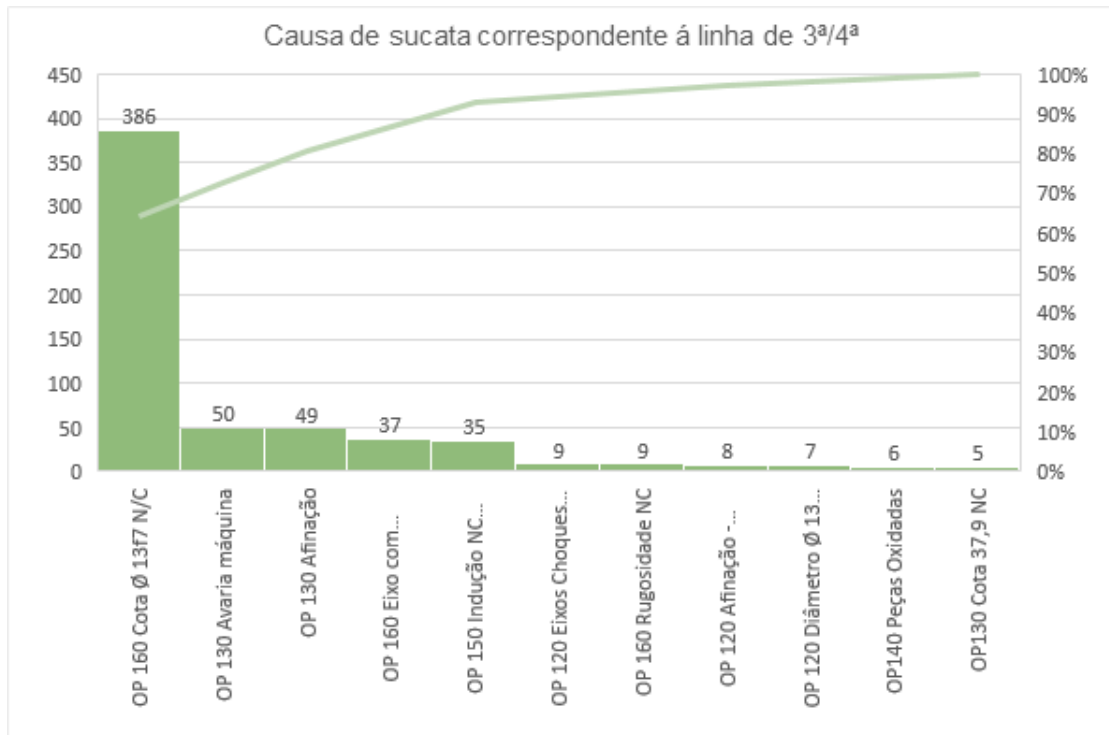


Figura 18 - Relação entre as causas de aparecimento de sucata na linha 3^a/4^a.

Relativamente às figuras 18 e 19, temos o aparecimento de sucata devido à oxidação após a operação 140, em ambos os casos. Tal como referido no processo produtivo, por vezes, ocorre um período de espera entre a lavagem (OP 140) e a indução (OP 150), que aliado ao facto de não haver qualquer forma de garantir o FIFO, faz com que este fenómeno aconteça.

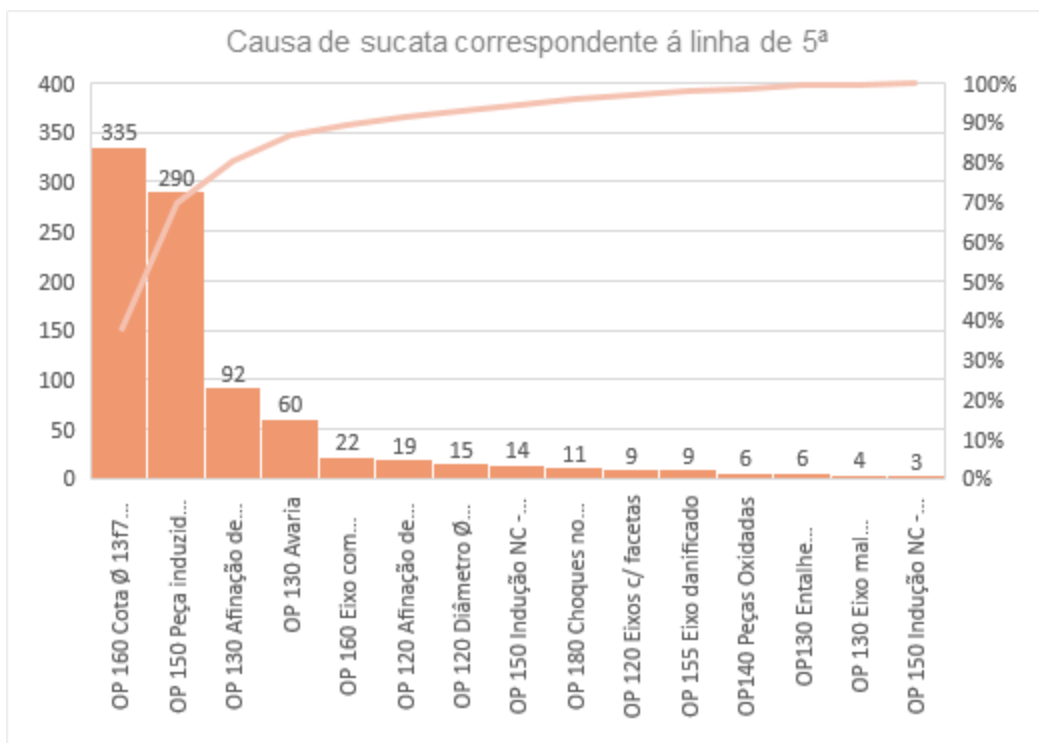


Figura 19 - Relação entre as causas de aparecimento de sucata na linha 5^a.



Figura 20 - Antigas etiquetas utilizadas para identificação das embalagens.

Durante esta paragem entre processos, os carros são colocados na zona de stock de forma desorganizada, sem qualquer tipo de identificação relativamente à data de produção, fazendo com que o operador, cada vez que vai abastecer a indutora, recorra a qualquer um dos carros de transporte disponível no momento. Na figura 20, está representado um exemplo das etiquetas utilizadas na secção aquando do início do projeto, e como podemos ver apenas consta o tipo de eixo e a identificação das operações onde os eixos se encontram.

4.4 Soluções propostas

Foram propostas algumas soluções para o sistema de rastreabilidade a implementar. Como tal, foram consideradas algumas soluções para as diferentes possibilidades existentes de registo, tal como o registo peça a peça ou por lotes, sendo que este pode, ainda, se subdividir no registo com base nos elementos de transporte, neste caso os cestos.

Relativamente ao registo peça a peça, tal como referido anteriormente, trata-se de uma rastreabilidade unitária, na qual todas as informações sobre o produto são marcadas diretamente na peça. Como tal, é necessário considerar que durante o processo de produção os eixos estão em contacto direto com óleo, e que este facto poderá influenciar no processo de marcação, e, além disso, as peças são sujeitas ao processo de indução, na qual poderá ocorrer danos na própria qualidade da marcação, impossibilitando a sua leitura.

No que concerne a marcação por lote e por elemento de transporte, é necessário o registo num documento que se faça acompanhar da embalagem onde se encontram as peças.

Um pormenor importante, entre ambas é precisamente que uma rastreabilidade feita peça a peça permite que, aquando da saída do eixo do setor, toda a informação desta estará sempre disponível para consulta, não havendo problema no caso de ocorrer algum tipo de triagem e ser necessária a reintrodução da mesma no processo de produção.

4.4.1 Rastreabilidade através de folhas de registo e etiquetas

Esta primeira proposta prende-se com as características dos contentores de brutos e com o recurso a folhas de registo para documentar todos os dados necessários, bem como um sistema de etiquetas que possibilite a implementação da lógica FIFO no processo.

Basicamente esta solução baseia-se em 4 pontos fundamentais:

- Utilização de uma ficha de rastreabilidade de brutos (figura 21). Cada novo registo é efetuado aquando da abertura de um novo contentor, e, com isto, dá-se a criação de um número de lote, ou seja, cada novo contentor corresponde a um lote, independentemente da quantidade proveniente do mesmo, uma vez que este valor, por norma, é de 1500 peças, no entanto, pode variar. Esta variação pode ser resultado de excedentes de lotes do fornecedor, que são embaladas e enviadas sem atingir a quantidade previamente estipulada.

A ficha de rastreabilidade de brutos será colocada apenas no primeiro posto de maquinaria, sendo preenchida pelo operador afeto ao mesmo e, posteriormente, arquivada no dossier referente ao sistema de rastreabilidade. Esta ficha permitirá um melhor controlo dos brutos, nomeadamente em questões relacionadas com a qualidade do produto. Esta primeira ferramenta possibilita a criação de um número de lote, tal como referido anteriormente, o que também permitirá uma melhor gestão do produto dentro da secção, e a eventual responsabilização do fornecedor, em caso de anomalias detetadas nas peças ainda em bruto.

Procedeu-se, assim, à elaboração da ficha de rastreabilidade de brutos, a seguir representada, com todos os dados necessários a registar nesta primeira fase do processo.


Na figura 21 é possível visualizar o cabeçalho desta, no entanto, no anexo C poderá encontrá-la na íntegra.

RENAULT CACIA						
FICHA DE RASTREABILIDADE DE BRUTOS						
						TIPO DE EIXO: _____
DATA	HORA	Nº. ETIQUETA	QUANTIDADE	Nº LOTE	OPERADOR	OBSERVAÇÕES

Figura 21 - Cabeçalho da Ficha de Rastreabilidade de Brutos.

Na tabela 9, é possível encontrar as diversas secções a preencher na ficha de rastreabilidade de bruto, com a descrição detalhada.

Tabela 9 - Explicação relativa às secções a preencher na ficha de rastreabilidade de brutos.

Secção da ficha	Descrição detalhada
TIPO DE EIXO	Tipo de eixo correspondente. Serão utilizadas 3 fichas, uma para cada tipo de eixo.
DATA	Data de início/continuação de produção do lote.
HORA	Hora de início/continuação de produção do lote.
Nº ETIQUETA	Corresponde ao número de etiqueta do contentor (figura 22). Permite identificar todos os dados relativos ao contentor.
QUANT.	Quantidade (estimada) de peças retiradas do contentor.
Nº LOTE	Criação de número de lote <div style="text-align: center;">  </div> 013 – Dia juliano, contabilizando de 001 como 1 de janeiro, a 365 como 31 de dezembro (ter em atenção o ano, devido à ocorrência de anos bissexto). 17 – Últimos números do ano corrente - Ano 2017 02 – Número de lote do respetivo dia. <u>No caso do exemplo:</u> Será interpretado como sendo o segundo lote (02) do dia 13 de janeiro (013) do ano 2017 (17).
OPERADOR	Assinatura do operador
OBSERVAÇÕES	Registo de informações relevantes

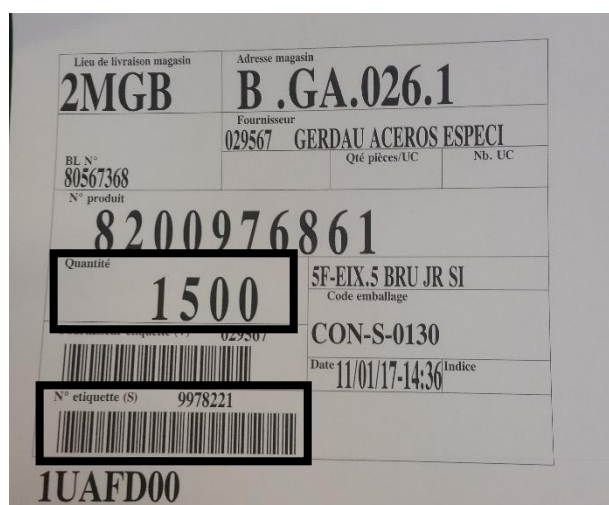


Figura 22 - GALIA onde se destaca o número de etiqueta e quantidade.

Tal como é possível analisar na figura 21, são colocadas duas linhas para cada número de etiqueta e correspondente número de lote, uma vez que, em situações de mudança de turno, há a

possibilidade de não conclusão de um contentor e, desta forma, torna-se possível o registo de todos os responsáveis pela maquinação do respetivo lote.

• Criação de folha de registo de rastreabilidade onde é documentado todo o percurso das peças do lote. Na figura 23, é possível visualizar a primeira parte desta, no entanto, no anexo D, poderá encontrá-la na íntegra.

**Ficha de Rastreabilidade
(Eixos Finos)**

Lote nº: _____
Tipo de eixo: _____

• **Retificação + Brochagem + Lavagem**

Data: _____ Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

• **Brochagem + Lavagem**

Data: _____ Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Mudança de raiale

Figura 23 - Parte inicial da Ficha de Rastreabilidade.

Tal como é possível constatar, a ficha de rastreabilidade foi idealizada de forma a ser colocada no sistema de transporte dos lotes, permitindo que sejam registados os dados necessários em cada posto de maquinação, sendo posteriormente arquivada no dossier relativo ao sistema de rastreabilidade, junto com a respetiva ficha de rastreabilidade de brutos. Assim, teremos uma folha por cada lote, com a identificação do tipo de eixo correspondente. Todos os processos nos quais se justificam ter registos, foram considerados em conjunto com os operadores e CUET's.

No respeitante aos processos de retificação, brochagem e lavagem, a secção de registo considerada foi a mesma, uma vez que, por norma, se trata de um processo contínuo, não havendo retirada de peças da linha, fazendo com que sejam desnecessários registos diferenciados para as três operações. Da mesma maneira que, ao analisar o anexo D, podemos constatar que o mesmo tipo de registo acontece nas secções da retificação, polimento, lavagem e, ainda, na soldadura, desempenho e furação. Assim, aproveitando o primeiro caso, o registo efetua-se após o final da lavagem, sendo registada a data, o turno, bem como o operador, uma vez que pode haver troca de operador por diversos motivos, não garantindo que a simples identificação do turno seja suficiente para identificar o operador.

Outro registo necessário será a quantidade de cestos à saída do processo, de modo a controlar quantos cestos foram maquinados, por determinado operador e, em caso de não conclusão do lote, permitirá que o operador do turno seguinte tenha essa informação registada, e proceda assim à sua conclusão, realizando um novo registo dos dados na ficha de rastreabilidade.

Tal como referido anteriormente, por norma, durante o processo de retificação, brochagem e lavagem, não são retiradas peças do processo, no entanto, quando se procede à troca de ferramentas para mudança de produção de tipo de eixo, ou seja, para realizar a passagem de eixos 3ª/4ª para 5ª, ou vice-versa, é necessário um tipo de registo diferente, sendo que há uma interrupção na produção. Assim, dando um exemplo mais concreto, a passagem de 3ª/4ª para 5ª, dá-se da seguinte forma: A retificadora é abastecida com eixos de 5ª, procedendo-se à maquinação dos mesmos, sendo posteriormente colocados em stock, dentro de cestos com capacidade para 250 eixos. De salientar, que enquanto se dá o processo referido anteriormente, a brochadora continua a maquinar os últimos eixos de 3ª/4ª, e apenas após a sua conclusão, é iniciada a mudança de *rafale*, processo este que dura em média 45 minutos, o que em algumas situações chega mesmo a durar um turno inteiro.

Desta forma, ocorre o aparecimento de stock entre processos, nomeadamente, da retificação para a brochagem. E é precisamente para este tipo de situações que foi idealizada uma secção da ficha de rastreabilidade dedicada à mudança de *rafale*, sendo que a retificação poderá ser da responsabilidade de um determinado operador, no seu respetivo turno, e por sua vez, a brochagem e lavagem, desses mesmo eixos, ser da responsabilidade de outro.

· Utilização de etiquetas (figura 24) com indicação da data de produção, turno, lote, nome do operador e operação precedente e subsequente.

EIXO 3/4

Data:	Turno:
Nome do Operador:	Lote:

OP 120 – OP 130

Figura 24 - Exemplo de etiqueta a utilizar.

Estas etiquetas serão de cores variadas, sendo que cada cor identificará um posto de trabalho diferente. Na tabela 10, podemos ver as cores associadas aos diferentes postos.

Tabela 10 - Relação entre os postos de trabalho e as cores das etiquetas.

Posto de trabalho	Cores
Retificação	Verde
Brochagem + Lavagem	Amarelo
Indução	Laranja
Retificação + Polimento + Lavagem	Azul

Em cada maquinação referida na tabela 10, o operador coloca uma etiqueta respeitante à operação em cada cesto utilizado, e esta irá acompanhá-lo para a operação seguinte. Após findo cada cesto, será retirada a etiqueta anterior e, no novo cesto onde estas peças serão colocadas após maquinação, será colocada uma nova etiqueta respeitante à nova operação e assim sucessivamente.

Desta forma, todas as etiquetas serão alteradas, e associadas aos diferentes postos de trabalho, sendo possível ter toda a informação necessária, em cada um dos cestos, para que o operador consiga visualizar, facilmente, quais os eixos a maquinar em primeiro lugar, consoante a data da maquinação anterior.

- Número de lote correspondente registado na embalagem final. De forma a transportar a rastreabilidade para o exterior da secção, seja para as linhas de montagem, seja para expedição, é estritamente necessário que as embalagens finais se façam acompanhar do número de lote correspondente aos eixos nelas contidas. Este processo só é viável se a configuração da GALIA, presente nas embalagens finais, for reestruturada de forma a que seja possível inserir estes dados em todas as caixas.

4.4.2 Rastreabilidade com etiquetas de código de barras e laser

Nesta solução é tida em conta a utilização da tecnologia de rastreabilidade, o laser e a codificação de dados em código de barras. De salientar que esta solução vai de encontro à rastreabilidade por unidade de embalagem, neste caso, por cada cesto de 250 eixos.

Assim, a proposta consiste na utilização de um software para a conceção do código de barras, impressão do mesmo e colocação de leitores de código de barras, em todos os postos de trabalho relevantes.

Todo este processo será realizado da seguinte forma:

- Registo de dados dos brutos. É feita a leitura do número de etiqueta da GALIA (figura 22) através de um leitor de código de barras colocado no primeiro posto. O sistema regista, numa base de dados, o número de etiqueta com a data e hora de descarga.
- Atribuição de número de lote por parte do sistema. Após o primeiro registo, e no final do primeiro posto de maquinação, o sistema cria um número de lote específico para cada cesto, dando origem

a um código de barras que é emitido, a pedido do operador, quando a capacidade máxima do cesto é atingida. O número de lote que fora idealizado para esta solução, é o seguinte:



- 01 Dia
- 03 Mês
- 17 Últimos dígitos do ano corrente - ano 2017
- 02 Número de lote do respetivo dia
- 5 Tipo de eixo: valor 1 corresponde a eixo de 1^a/2^a, 3 a eixo de 3^a/4^a e 5 a eixo de 5^a
- 1 Número do cesto

Assim sendo, tendo como exemplo a figura 22, a quantidade de brutos no contentor é de 1500, então no final do primeiro posto de trabalho, teremos 6 cestos de 250 eixos cada, ou seja, serão emitidos 6 códigos de barras, cuja única diferença será o último dígito do código.

Estes códigos de barras serão impressos em etiquetas plastificadas, autocolantes e de polipropileno branco, para que sejam facilmente afixados nos cestos de transporte respetivos. Estas etiquetas de polipropileno são reconhecidas pela sua boa legibilidade e elevada durabilidade e resistência, uma vez que o material impede que estas se rasguem mesmo em condições adversas de humidade, oleosidade, entre outras.

· Leitura do código de barras. Tal como referido anteriormente, será necessária a colocação de leitores de códigos de barras em todos os postos relevantes, de forma a que seja possível haver um registo em todos os postos, permitindo uma boa rastreabilidade das peças. Assim, após a impressão e colocação de cada um dos códigos nos cestos, o operador realiza a leitura do código de barras, através de um leitor móvel, para que seja possível o sistema armazenar os dados relativos à data e hora de conclusão, desse mesmo cesto.

Posteriormente, o operador responsável pela maquinação seguinte, recolhe o código de barras do cesto de onde estão a ser retiradas as peças, colocando-o no cesto onde as peças serão armazenadas após a maquinação. Além disso, este mesmo operador realizará a leitura do código de barras de forma a que seja registado, novamente na base de dados, a data e hora da conclusão de cada cesto. Este procedimento, realizar-se-á em todos os postos relevantes para a rastreabilidade dos eixos.

· Marcação do número de lote, através da tecnologia laser.

De forma a garantir a rastreabilidade das peças fora da secção achou-se necessária a marcação direta na peça. Assim, após o processo de controlo 100%, será necessária uma máquina de marcação a laser, permitindo assim o registo do número de lote nos eixos, antes do processo de embalagem. No entanto, é exatamente a localização da marcação na peça que coloca um entrave, sendo que, tratando-se de um número de lote com 10 caracteres, é necessário um espaço considerável, o qual só existe ao longo do eixo, não permitindo a sua marcação nos topos devido à

sua reduzida dimensão. Porém, devido à colocação de *crabot* e forquilha, e aquando da montagem na caixa de velocidades, a marcação poderá sofrer desgaste com o passar do tempo, impossibilitando a sua leitura.

Foi, então, realizado um esquema explicativo que é apresentado na figura 25, de forma a que seja mais perceptível todo o processo anteriormente referido.

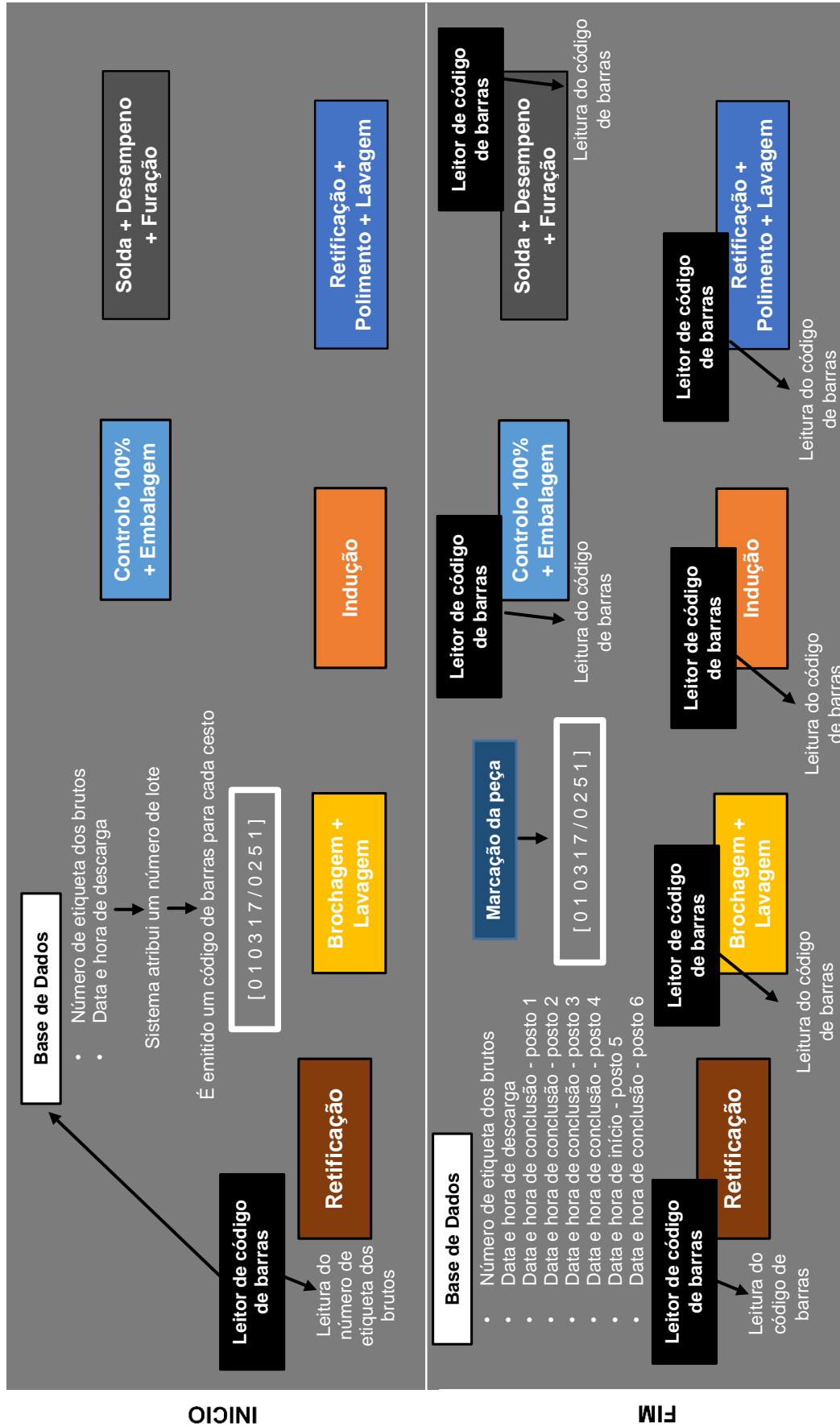


Figura 25 - Esquema sucinto da rastreabilidade através de código de barras e laser.

4.4.3 Rastreabilidade com DataMatrix

Para a terceira solução foi tido em conta a utilização da tecnologia laser, para marcação do código DataMatrix na peça, sendo que, cada vez mais, este método é utilizado na indústria, para a identificação individual dos produtos.

Inicialmente, o projeto fora pensado para ser idêntico à rastreabilidade através de código de barras e laser, no entanto, o que iria diferenciar era a inscrição, que em vez de ser o número de lote criado, seria a codificação do mesmo em código DataMatrix, possibilitando a sua inscrição no topo do eixo, ultrapassando assim o problema da localização da marcação. Posto isto, quando apresentada esta solução, continuou a não parecer ser a melhor, pois seria necessária a utilização de etiquetas com a impressão de código de barras, solução essa que não pareceu ser a mais viável devido às condições adversas presentes na secção de eixos finos.

No entanto, a possibilidade de implementação do código DataMatrix foi objeto de interesse por parte da empresa. Como tal, foi solicitado um estudo da viabilidade de implementação desta solução, procedendo a alterações significativas no procedimento, de maneira a que fosse retirada a utilização das etiquetas de código de barras. Assim sendo, foi necessário contactar algumas empresas da área da marcação industrial de forma a estabelecer uma parceria para a realização deste estudo. Então, foi estabelecida uma parceria com uma empresa sediada em Coimbra, a GravCEI, tendo esta sido representada pelo Sr. Hugo Coelho, nas reuniões havidas na Renault CACIA, de forma a determinar quais as melhores possibilidades para implementação deste projeto na secção, levando sempre em conta que toda a linha iria necessitar de alterações que permitissem a integração da tecnologia laser.

O estudo focou-se, essencialmente, na avaliação da viabilidade da marcação do código DataMatrix na peça, pois haviam alguns fatores que poderiam pôr em causa a exequibilidade do projeto, tal como a possibilidade de as dimensões dos eixos não permitirem a marcação do código com tamanho e nitidez suficiente para uma posterior leitura. A existência dum pormenor no topo dos eixos é fulcral, sendo que, como é possível constatar na figura 26, enquanto os eixos de 1^a/2^a não possuem qualquer detalhe no topo, tanto os eixos de 3^a/4^a como de 5^a possuem uma reentrância que diminui, substancialmente, a área de marcação.

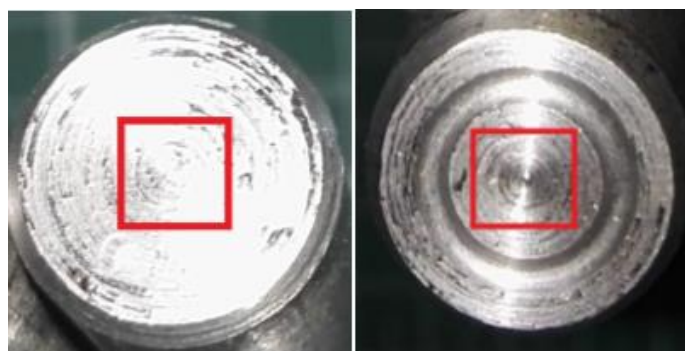


Figura 26 - Topos dos eixos 1^a/2^a (à esquerda) e 3^a/4^a e 5^a (à direita).

Outra dúvida que perdurava e que foi debatida em reunião, foi a localização das máquinas de marcação a laser, sendo que se determinou que a melhor hipótese seria realizar a marcação na peça desde o início da produção, sendo depois necessária a aquisição de leitores de códigos DataMatrix, que iriam ser dispostos em locais estratégicos, para que a leitura dos códigos fosse feita, e toda a informação enviada para um software que a iria armazenar e disponibilizar sempre que necessário. Assim, propôs-se que a colocação da máquina de marcação fosse feita após a primeira estação de lavagem, tendo-se chegado a consenso de que as primeiras informações realmente relevantes para a rastreabilidade dos eixos seriam a data e hora em que os eixos sofreram o processo de brochagem e posterior lavagem.

Na figura 27, é possível visualizar a saída dos eixos do processo de lavagem I da linha de 3^a/4^a e 5^a, onde estes saem individualmente e sempre na mesma posição, tendo sido considerado fácil uma possível integração da máquina de marcação neste local.

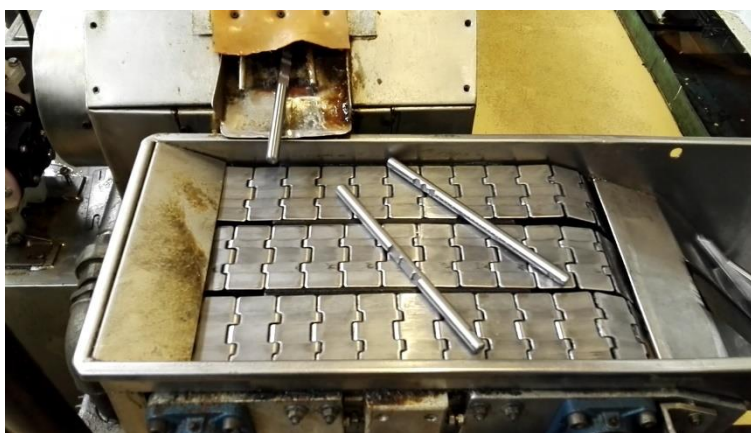


Figura 27 - Saída do processo de lavagem I da linha de 3^a/4^a e 5^a.

Na figura 28, é visível a saída das peças da lavagem I da linha velha, as quais também saem individualmente e numa posição propícia à marcação, tal como na situação anterior, e, além disso, possui espaço inativo, o qual é possível utilizar para uma boa integração da máquina de marcação a laser.



Figura 28 - Saída do processo de lavagem I da linha velha.

O tempo de ciclo, em ambas as máquinas, foi também ponderado, pois, este terá de ser sempre superior ao tempo de marcação da peça, de forma a que seja possível efetuar a devida marcação e posterior verificação e leitura, sem que ocorra qualquer atraso na produção. Assim, foi tido em consideração os valores de TCy recolhidos (tabela 11), e apresentados no capítulo 4.3 – Levantamento de dados.

Tabela 11 - TCy recolhido relativamente às máquinas de lavagem I.

	OP	Descrição Operação	Máquina	R.O.	TCy (em segundos)	Cadência / turno	Cadência / hora
1ª/2ª	140	Lavagem I	2052	89%	9,78	2457	327
3ª/4ª			2195		10,97	2190	292
5ª					10,56	2275	303

Outro fator que poderia influenciar na decisão do local de implementação da máquina de marcação era a exposição dos eixos ao tratamento térmico por indução, uma vez que este processo poderia comprometer a legibilidade do código.

Expostos todos os fatores que poderiam prejudicar a realização do projeto, foram apresentados, pela GravCEI, os produtos que poderiam ser utilizados na CACIA, consoante a descrição e características do projeto em questão.

Foi, então, apresentado o laser de fibra F20 (figura 29), da marca *Technifor* que consiste numa solução compacta, facilmente integrável em espaços relativamente pequenos, podendo ser colocada em várias posições, reduzindo o tempo de instalação necessário e custos associados.



Figura 29 - Laser de fibra F20, da Technifor (Coelho, 2017).

Este tipo de laser é tido como uma solução robusta, eficaz em qualquer ambiente industrial e com requisitos mínimos de manutenção. E, além disto, proporciona uma marcação precisa a alta velocidade, com níveis de contraste elevados em qualquer superfície (Technifor - Gravotech Marking, 2016). Na tabela 12 estão expostas algumas características da gama de soluções laser de fibra da *Technifor*.

Tabela 12 - Informações sobre a gama de soluções laser de fibra da *Technifor* (Technifor - Gravotech Marking, 2016).

	F10	F20	F30	F50
Energia (W)	10	20	30	50
Frequência (kHz)	20-100	20-100	30-100	50-200
Velocidade máxima (mm/s)	10 000			
Ø mínima do feixe (µm)	Desde 40			
Modo de marcação	Estático / Dinâmico			
Área de marcação * (mm)	65 x 65 / 110 x 110 / 175 x 175 / 205 x 205			
Grau de proteção IP	IP54 – Proteção contra projeções de poeiras e água			
Comprimento de fibra ótica (m)	3			
Temperatura ambiente (°C)	0 – 40 **			

* Outras distâncias focais disponíveis em caso de solicitação

** 35 °C para o F50, se a taxa de produção > 50%

A GravCEI expôs, também, alguns acessórios que proporcionam vantagens únicas para uma melhor integração e utilização do sistema, nomeadamente, o *Vision Manager*, que possibilita um controlo instantâneo da marcação. Este processo baseia-se na integração de uma câmara de leitura da marca *Cognex* com iluminação personalizada, aliada a um sistema de foco automático, e de verificação de dados e de comunicação. Com o *Vision Manager*, é possível validar a marcação, identificar qualquer tipo de anomalia e, ainda, armazenar os resultados.

Tanto o laser de fibra, como todo o sistema da *Vision Manager* (figura 30), são controlados através do *Lasertrace*, que se baseia num software de marcação e rastreabilidade para máquinas de marcação a laser, extremamente fácil de utilizar, simplificando o processo de criação das marcações, respeitando todos os padrões e requisitos regulamentares estipulados.

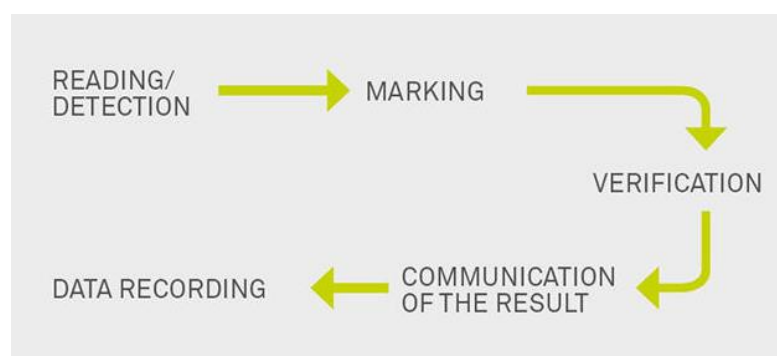


Figura 30 - Sistema do Vision Manager (Technifor - Gravotech Marking, 2016).

Relativamente aos leitores de código de DataMatrix, foi proposta a utilização de leitores da marca *Cognex*, nomeadamente o leitor *DataMan* Série 8050 (figura 31), tendo este sido projetado para suportar as condições adversas de chão de fábrica, além de que é reconhecido pelo seu rápido desempenho e eficácia. O leitor *DataMan* trata-se dum leitor portátil, que poderá ser substituído por outra solução da marca, mediante o plano de integração definido.



Figura 31 - Leitor *DataMan* Série 8050 da marca Cognex (Coelho, 2017).

A *Cognex* disponibiliza, ainda, o *DataMan* 5.6.3. SR2 que consiste num software de leitura, conversão de dados e armazenamento em base de dados, extremamente fácil de utilizar, que permitirá ter sempre disponível toda a informação referente à rastreabilidade dos eixos.

Deste modo, tendo sido exposto todo o projeto, os fatores que poderiam pôr em causa a sua viabilidade, e os produtos que poderiam ser utilizados, procedeu-se ao início do estudo de viabilidade propriamente dito. Assim, a empresa parceira efetuou a recolha de 5 eixos de cada tipo, após a estação de lavagem I, com o intuito de enviá-los para a sua sede na França, onde foram realizados todos os testes necessários.

Para este primeiro teste foi, então, sugerido um conjunto de caracteres a marcar, no qual constavam 13 dígitos:

DDMMAAHHMMSSN

DDMMAA - Dia, mês e ano de maquinação

HHMMSS - Hora, minuto e segundos de maquinação.

N - Tipo de eixo que poderá variar entre 1, 3 ou 5 consoante o tipo de eixo de 1^a/2^a, 3^a/4^a e 5^a, respetivamente.

A título de exemplo, uma marcação cujo conjunto de caracteres seria 2003171558341, significaria que o eixo do tipo 1^a/2^a foi marcado, logo sofreu brochagem e posterior lavagem, no dia 20 de março de 2017 às 15 horas, 58 minutos e 34 segundos.

Para a realização deste primeiro teste foi necessário estabelecer alguns parâmetros, os quais são visíveis na tabela seguinte.

Tabela 13 - Parâmetros utilizados para o primeiro teste e identificação do tempo de ciclo (Coelho, 2017).

Ref. da amostra	SAM 16-XXXX	Cliente	Renault Cacia	Data de Marcação	04/04/2017
Máquina	F20	Peça	Chapa Metal + Peça	Técnico	JOB

Identificação da marcação	Fonte	Taxa de Compressão (%)	Taxa de espaçamento (%)	Formato	Correção	Tamanho dos caracteres (mm)	Zona silenciosa	Densidade	Número de passagens	Energia (%)	Velocidade (mm/s)	Frequência (kHz)	Lente focal (mm)	Desfocagem (mm)	Profundidade (mm)	Tempo de ciclo (s)
001	DMX			AUTO		4		30	1			60	160			1,62
002 Preto	DMX			AUTO		4		30	1			60	160			1,62
003	DMX			AUTO		4		30	1			60	160			1,62
004 Preto	DMX			AUTO		4		30	1			60	160			1,62
005	DMX			AUTO		4		30	1			60	160			1,62
006 Preto	DMX			AUTO		4		30	1			60	160			1,62

Comentários:

001 e 002 Preto - Eixos 1^a/2^a

003 e 004 Preto - Eixos 3^a/4^a

005 e 006 Preto - Eixos 5^a

Tal como é possível analisar na tabela 13, o tempo de ciclo de marcação por cada eixo é de 1,62 segundos. Assim sendo, tendo em conta os tempos de ciclo da máquina de lavagem I, que variam entre 9,78 s e 10,97 s, consoante o tipo de eixo, e o tempo de ciclo da marcação, pudemos constatar que a ideia inicial de realizar a integração da máquina de marcação na saída da lavagem I, era viável e não representava qualquer risco associado a atrasos de produção.

Posto isto, foram efetuadas as leituras dos códigos DataMatrix com recurso ao leitor *DataMan* Série 8050, antes e depois dos eixos serem submetidos ao tratamento térmico, de forma a verificar a legibilidade da marcação. Então, obteve-se os resultados apresentados na tabela 14:

Tabela 14 - Resultados referentes ao primeiro teste.

Leituras	Peça 1 - Eixos 1 ^a /2 ^a		Peça 3 - Eixos 3 ^a /4 ^a		Peça 5 - Eixos 5 ^a		
	OK	KO	OK	KO	OK	KO	
Antes do tratamento térmico	5	0	5	0	5	0	
Depois do tratamento térmico	5	0	4	1	5	0	
Percentagem de sucesso	Peça	100,00%		80,00%		100,00%	
	Projeto	93,33%					

Como é possível analisar na tabela 14, os resultados do primeiro estudo foram satisfatórios, no entanto, não foi possível efetuar a leitura correta num dos eixos de 3^a/4^a após o tratamento

térmico. Isto porque a peça, antes de ser sujeita à indução, já apresentava algum desgaste devido ao contacto direto entre os eixos aquando do transporte dos mesmos da França até a Renault CACIA. Assim, depois de ter sido submetido ao processo de indução, este provocou a ilegibilidade da marcação do referido eixo.

A figura 32 corresponde à leitura de um eixo de 1ª/2ª, antes de ser submetido ao processo de indução, tendo sido utilizado o *software DataMan 5.6.3. SR2* neste primeiro teste.



Figura 32 - Leitura do eixo com utilização do DataMan 5.6.3 SR2, antes da indução.

De seguida, na figura 33, são apresentados os eixos do mesmo tipo após a indução, na qual é possível perceber que a localização da marcação não é, de todo, afetada.



Figura 33 - Marcação nos eixos de 1ª/2ª após o processo de indução – primeiro teste.

Posto isto, decidiu-se fazer um segundo teste, de forma a avaliar o redimensionamento do código DataMatrix, tendo em conta que os eixos de 3ª/4ª e 5ª possuem uma menor área de marcação como já foi referido. Então, foi feita nova recolha, antes do processo de indução, de 3 eixos de

3ª/4ª, propondo-se um novo conjunto de caracteres a marcar, composto por uma combinação de 9 dígitos:

YDDD9999W

Y – Último dígito do ano corrente.

DDD – Dia juliano, entre 001 e 365 (366 no caso de ano bissexto).

9999 – Contador automático de peças.

W – Turno de trabalho, que pode variar entre 1, 2 e 3 consoante seja o turno da manhã, tarde ou noite, respetivamente.

A título de exemplo, uma marcação cujo conjunto de caracteres seria 713015001, significaria que o eixo respetivo era a 1500ª peça marcada no turno da manhã do dia 10 de maio de 2017.

Tal como o primeiro teste, foram determinados parâmetros a ser inseridos no *Lasertrace*, que são apresentados na tabela 15.

Tabela 15 - Parâmetros utilizados para o primeiro teste e identificação do tempo de ciclo (Coelho, 2017).

Ref. da amostra	SAM 17-1169	Cliente	Renault Cacia	Data de Marcação	20/06/2017
Máquina	F20	Peça	Aço	Técnico	JOB

Identificação da marcação	Fonte	Taxa de Compressão (%)	Taxa de espaçamento (%)	Formato	Correção	Tamanho dos caracteres (mm)	Zona silenciosa	Densidade	Número de passagens	Energia (%)	Velocidade (mm/s)	Frequência (kHz)	Lente focal (mm)	Desfocagem (mm)	Profundidade (mm)	Tempo de ciclo (s)
001	DMX					3		30	1			60	160			1,40
						+1		30	1			40	160			
002	DMX					3		30	1			60	160			1,29
						+1		30	1			30	160			
003	DMX					3		50	1			60	160			1,84
						+1		30	1			30	160			

Comentários:

Marcação positiva e área de limpeza da borda de 1mm

Como é possível constatar, a alteração da dimensão do código, aliada à variação do parâmetro da frequência, como no caso das marcações 001 e 002 revelaram tempos de ciclo de marcação inferiores ao resultado do primeiro teste, enquanto que na marcação 003, além dos dois parâmetros referidos, foi, ainda, alterada a densidade de marcação, o que levou a um aumento considerável do tempo de ciclo. Na figura 34 é possível visualizar as três marcações relativas ao segundo teste.



Figura 34 - Marcação nos eixos de 3ª/4ª – segundo teste.

Quanto aos resultados da leitura das marcações relativas ao segundo teste, antes e depois do processo de indução, não foi possível determiná-los, uma vez que o período de estágio findou antes da visita da empresa GravCEI, na qual seria efetuado o mesmo processo realizado no primeiro teste. Para esta visita estaria, também, determinado o acompanhamento, por parte de uma equipa de integração, que iria fazer a análise da secção para posterior elaboração de todos os procedimentos necessários em caso de implementação desta tecnologia.

Como conclusão ao estudo sobre a viabilidade da marcação de códigos DataMatrix, nos eixos através do recurso à tecnologia laser, tendo em conta os resultados obtidos no primeiro teste, no qual foi alcançada uma percentagem de sucesso do projeto superior a 90%, e, posteriormente, com as alterações ao nível do tamanho dos códigos, que proporcionou tempos de ciclo reduzidos, temos que esta solução é exequível, podendo ser perfeitamente adaptada a esta realidade da Renault CACIA.

Posto isto, foi então elaborada uma possível solução para a disposição dos leitores, como é possível ver na figura 35, que consistia na utilização de duas máquinas de marcação a laser, cada uma à saída da lavagem I de ambas as linhas de produção, como tivera sido proposto desde o início, e 7 leitores de código DataMatrix.

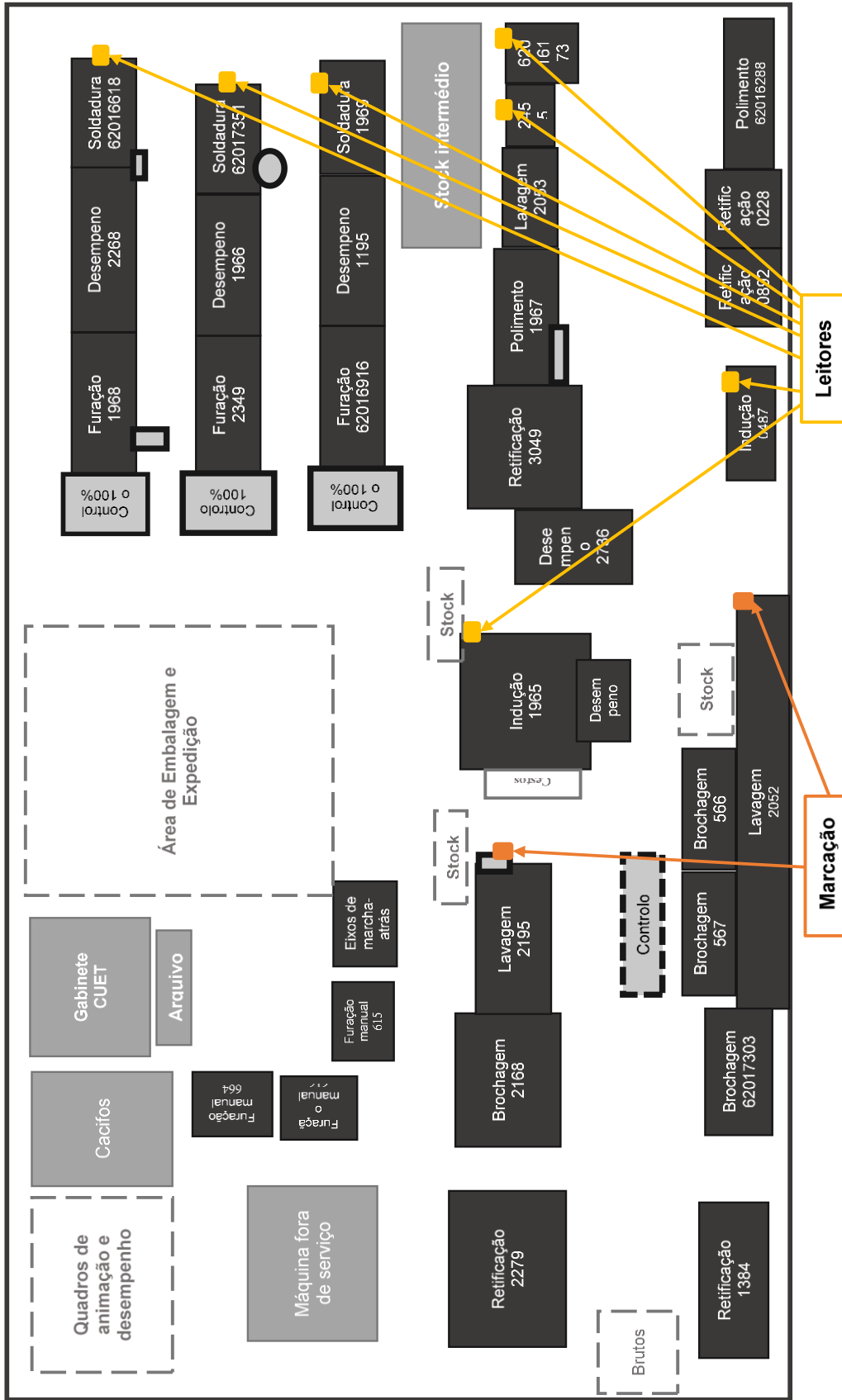


Figura 35 - Esquema geral de implementação das máquinas de marcação e leitores.

Tal como observado no esquema da figura 35, estes leitores seriam colocados somente nos processos onde é relevante a recolha de hora e data de maquinação, nomeadamente, à saída de ambas as indutoras e à saída de ambas as máquinas de aprovisionamento dos eixos localizadas antes do stock intermédio, uma vez que os processos de retificação II, polimento, lavagem II e aprovisionamento são processos contínuos, e, sendo colocado um leitor em qualquer ponto entre estes processos, isto iria influenciar a produção. Por último, considerou-se a colocação de um leitor à entrada de cada ilha, sendo que à saída destas, os eixos vão diretamente para o controlo 100% e embalagem.

Porém, é necessário levar em consideração algumas questões para a implementação desta tecnologia, nomeadamente:

- Situações de ocorrência de falhas relacionadas com a marcação direta na peça, podendo este erro ser detetado durante a verificação. Como tal, é necessária a emissão de um tipo de alerta que permita ao operador descartar a peça em questão.
- Aparecimento de peças não conformes durante a produção, sendo a peça identificada como sucata. Para tal, é necessária a leitura do código DataMatrix, pelo operador, com recurso a um leitor, neste caso portátil, definido exclusivamente para declaração de sucata.
- Processamento das peças nas máquinas, no caso particular da máquina de indução da linha de 3ª/4ª e 5ª, onde os eixos, durante o processo de tratamento térmico, encontram-se em movimento circular sobre si próprios, e além disso, o avanço destes dá-se por empurrão, factos estes que provocam fricção entre as peças, o que aumenta a probabilidade de danificação do código. É fundamental ultrapassar esta questão, garantindo que os eixos não estabelecem entre si, qualquer contacto durante todo o processo produtivo.

4.5 Comparação entre propostas e seleção

A empresa necessita de ajustar a sua escolha ao objetivo inicial, de forma a obter ferramentas que possam responder adequadamente ao pretendido. A opção a tomar neste caso, ir-se-á repercutir no desenvolvimento da secção.

Uma vez que não existe nenhum manual que ensine a tomar a melhor decisão, é necessário recorrer a toda a informação possível e pesar as vantagens e desvantagens de cada alternativa, de forma a escolher a melhor, tendo sempre em consideração o carácter económico, a satisfação dos colaboradores, entre outras, obtendo bases que fundamentem a escolha perante toda a organização. Assim, na tabela 16, são apresentados os vários parâmetros que levaram à escolha da proposta a implementar.

Tabela 16 - Tabela comparativa para tomada de decisão

	Rastreabilidade através de folhas de registo e etiquetas	Rastreabilidade com etiquetas de código de barras e laser	Rastreabilidade com DataMatrix
Recursos necessários	<ul style="list-style-type: none"> - Folhas de Papel; - Toner; - Impressora; - Canetas; - Etiquetas plásticas; - Marcadores; - Capa dossier; - Computador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Software para criação de código de barras; - Impressora de etiquetas; - Etiquetas de polipropileno branco; - Leitores de código de barras; - Máquina de marcação a laser; - Base de dados; - Computador. 	<ul style="list-style-type: none"> - Máquina de marcação a laser de fibra F20 da <i>Technifor</i>; - Sistema de <i>Vision Manager</i>; - <i>Software Lasertrace</i>; - Leitores de código DataMatrix (ex: <i>DataMan</i> Série 8050); - <i>Software DataMan</i> 5.6.3. SR2; - Computador.
Facilidade de Integração	Elevada	Média	Reduzida
Custo Investimento Inicial	Baixo	Alto	Alto
Custo de manutenção	Baixo	Médio	Médio
Taxa de cadência	Lento	Médio	Rápido
Formação aos operadores	Elevada	Elevada	Média
Intervenção do operador	Elevada	Elevada	Reduzida
Introdução de novas tecnologias	Não	Sim	Sim

Desta forma, é possível apurar que a primeira proposta, no que diz respeito a facilidade de integração e custos, sejam de investimento inicial ou mesmo de manutenção, é mais favorável que as restantes. Porém, um fator negativo nesta proposta é exatamente a utilização de papel numa área de produção onde existem condições adversas como a existência de óleos, razão pela qual os operadores utilizam luvas, e necessitam de as retirar para proceder ao registo dos dados e manuseio das fichas de rastreabilidade. Este facto, aliado aos tempos de espera para que o operador possua disponibilidade, faz com que nesta solução, a rastreabilidade torne-se num processo moroso.

Uma vez que é necessária a constante intervenção dos operadores, tal como referido, sendo estes os responsáveis pelo preenchimento de todos os dados respeitantes à rastreabilidade das peças, é fundamental a aposta na formação dos mesmos, de forma a minimizar o aparecimento de falhas humanas.

Relativamente à segunda proposta, além do entrave relativo à marcação do número de lote na peça, uma vez que esta não poderá ser feita ao longo do eixo, surge ainda a utilização de etiquetas de código de barras. Tal como na primeira proposta, na qual é utilizado o papel, neste caso existe a possibilidade de utilização de etiquetas que, mesmo sendo de polipropileno branco, o qual é tido como resistente e durável, esta permanece a não ser tida como melhor solução devido às condições anteriormente referidas, e na qual é também necessária a intervenção do operador possibilitando o aparecimento de falhas.

É, ainda, possível analisar que tanto na segunda como na terceira proposta, os custos de investimento inicial e manutenção são tidos como elevados. No último caso acresce, ainda, o facto do processo de integração ser mais difícil e demorado, uma vez que são necessários vários estudos para o bom desempenho do sistema, seja ao nível da integração dos leitores, como das próprias máquinas de marcação, ao longo das linhas produtivas. Porém, é um processo rápido, sem intervenção dos operadores, fator este que contribui para a satisfação dos mesmos, além de que reduz a probabilidade de aparecimento de erros de origem humana.

Finda esta análise, a escolha da solução a implementar recaiu sobre a análise de toda a situação da UET, aquando do início do projeto, bem como dos objetivos delineados. Esta decisão foi fruto de critérios estipulados pela equipa técnica da secção, a qual deu preferência à proposta que possuía menor tempo de implementação e custos reduzidos. Assim, foi selecionada a primeira proposta, tendo esta sido considerada a mais viável a curto prazo, dando assim resposta ao problema de rastreabilidade presente na secção de eixos finos da Renault CACIA.

Todavia, a possibilidade de uma possível implementação à *posteriori* do código DataMatrix com recurso à tecnologia laser, não foi, de todo, descartada.

4.6 Implementação

O primeiro passo da implementação consistiu na introdução da ficha de rastreabilidade de brutos no plano de trabalhos da UET. Tal como fora referido no subcapítulo 4.4.1 – Rastreabilidade através de folhas de registo e etiquetas, foi primeiramente idealizada uma ficha de rastreabilidade de brutos, com os dados considerados importantes para registo, no entanto, devido a problemas de autenticação por parte dos serviços de documentação da Renault, tal não foi aprovado, tendo sido indicado uma outra já existente e utilizada em algumas secções da fábrica. Na figura 36 é possível visualizar o cabeçalho da ficha de rastreabilidade de brutos utilizada e autenticada pela Renault CACIA.



RENAULT C.A.C.I.A		FICHA DE RASTREABILIDADE (BRUTO)				<input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> R	
		PEÇA:				FOLHA Nº. ____ / ____	
		REFERÊNCIA:					
DATA	DATA ETIQUETA	BRUTO				OPERADOR	OBSERV.
		Nº. ETIQUETA	Nº. LOTE	QUANT.	FORNECEDOR		

Figura 36 - Cabeçalho da Ficha de Rastreabilidade de Brutos implementada.

Como foi descrito na solução proposta, cada contentor de brutos corresponderá a um número de lote. Em caso de mudança de turno, será necessário um novo registo, no qual, os números de etiqueta e lote manter-se-ão, garantindo que as outras informações, nomeadamente os nomes dos operadores responsáveis pelo manuseamento de todas as peças do respetivo contentor, sejam aqui registadas.

A tabela 17 evidencia as diferentes secções a preencher, fazendo corresponder uma descrição detalhada dos dados necessários a registar pelo operador, aplicados ao contexto da secção de eixos finos.

Tabela 17 - Tabela informativa da ficha de rastreabilidade de brutos implementada.

Secção da ficha	Descrição detalhada
PEÇA	Tipo de eixo
REFERÊNCIA	Não se aplica
DATA	Data de início / continuação de produção do lote
DATA ETIQUETA	Não se aplica
Nº ETIQUETA	Corresponde ao número de etiqueta do contentor (figura 22).
Nº LOTE	<p style="text-align: center;">Criação de nº lote</p> <p style="text-align: center;">  </p> <p>01 – Dia 03 – Mês 17 – Últimos números do ano corrente - Ano 2017 02 – Número do lote do respetivo dia</p>
QUANT.	Quantidade (estimada) de peças retiradas do contentor
FORNECEDOR	Não se aplica
OPERADOR	Assinatura do operador
OBSERV.	Hora de início/continuação de produção do lote

Tal como é possível analisar, foram necessárias algumas adaptações, tendo alguns dados não sido considerados como aplicáveis ao contexto da UET. No entanto, um detalhe fulcral é o número de lote considerado para a implementação, tendo este sido alterado comparativamente ao número de lote proposto aquando da apresentação da solução, uma vez que se torna muito mais simples registar a data do dia em questão e, posteriormente, o número do lote do respetivo dia.

Ainda para a implementação desta ficha de rastreabilidade de brutos, foi necessária a realização de uma lição pontual, processo esse obrigatório para a empresa. Esta lição pontual (anexo E), trata-se de um documento detalhado, que funciona como garantia de que todos os operadores tomaram conhecimento de todo o procedimento que devem seguir para o bom preenchimento da ficha.

Relativamente à integração da folha de registo de rastreabilidade, tal não foi considerado à *priori*, dando-se prioridade à substituição das etiquetas antigas por outras, que permitiam a aplicação da lógica FIFO.

Na figura 37 podemos constatar que as etiquetas anteriores à implementação, apenas apresentavam o tipo de eixo e as operações anterior e posterior, enquanto que as novas apresentam, adicionalmente, um espaço para que o operador coloque o número de lote respetivo e, com isto, torna-se possível a qualquer colaborador identificar o lote a ser produzido em primeiro lugar.



Figura 37 - Etiquetas utilizadas antes (à esquerda) e após (à direita) a implementação.

Posto isto, comparativamente à solução proposta, não se considerou necessário, nem a colocação do nome do operador, turno ou data de maquinação, nem a diferenciação por cores de etiqueta, tendo sido apenas utilizadas cores de marcadores características de cada turno, de forma a identificar facilmente qual o turno responsável pela respetiva maquinação (tabela 18).

Tabela 18 - Relação entre os turnos de trabalho e cores de marcação nas etiquetas.

Turno de trabalho	Cores
Manhã	Azul
Tarde	Verde
Noite	Preto

Todo o restante processo de utilização das etiquetas foi realizado da mesma maneira que o exposto inicialmente. Na figura 38 é possível visualizar um exemplo da utilização das novas etiquetas, sendo possível constatar as diferentes cores da inscrição do número de lote, o que significa que este lote terá sido maquinado em dois turnos diferentes.



Figura 38 - Carrinho composto por um único lote já em processamento na operação 150.

Após estas primeiras alterações, foi repensada a ideia da colocação da folha de registo de rastreabilidade dos eixos (anexo D), tendo sido considerado um elemento que poderia não ser bem aceite pelos operadores a longo prazo, pois carecia de vários registos, além de que, o material utilizado seria o papel, o qual não possuía qualquer durabilidade perante as condições adversas do chão de fábrica. No entanto, para ultrapassar tal obstáculo, mantendo sempre algum tipo de registo durante todo o processo produtivo, estabeleceu-se uma nova solução, com recurso aos jornais de bordo nos postos, que consistem em folhas de registo, colocadas em todos os postos de trabalho, nos quais os operadores responsáveis por cada um, efetuam registos sobre o respetivo posto. Registos esses, tais como: os tipos de paragens, sendo elas de caráter pessoal, de reunião de início de turno, de avaria, assim como valores referentes a sucata e produção, entre outros. Na figura 39, é possível ver o exemplo de um jornal de bordo, assim como no anexo F, onde aparecem vários registos, nomeadamente, a informação do número de lote maquinado.

RENAULT CACIA		JORNAL DE BORDO NO POSTO										SEMANA 19 / 2017				
U.E.T. 3572		Peça: 1/2 + 3/4 + 5/8		Máquina: 3049										Nome ou Assinatura por equipa		
Op. 360		PM - AVARIA DE MÁQUINA PF - AVARIA DE FERRAMENTA PP - AVARIA DE PRODUTO		PR - MUDANÇA DE FERRAMENTA PT - MUDANÇA DE PRODUTO PC - CONTROLE DE QUALIDADE		IP - FALTA DE PEÇAS IS - SATURAÇÃO IE - FALTA DE MEIOS EXTERIORES		PBF - PEÇAS BOAS FABRICADAS PS - PEÇAS DE SUCATA								
EQ/PA/DIA	CC	CP	CN	PM	PF	PP	PR	PT	PC	IP	IS	IE	PBE	PS	HORA	OCORRÊNCIAS
21/05	20														19:00	1/2 + 3/4 + 5/8
22/05															22:00	1/2 + 3/4 + 5/8
23/05															23:00	1/2 + 3/4 + 5/8
24/05															06:00	1/2 + 3/4 + 5/8
25/05	20	15	10												24:00	1/2 + 3/4 + 5/8

Figura 39 - Jornal de Bordo no posto relativo à máquina 3049 - Retificação II.

No que diz respeito ao último ponto considerado como fundamental para esta solução, ou seja, o número de lote correspondente ser registado na GALIA da embalagem final, tal não foi realizado, pois, para adicionar qualquer item à GALIA da embalagem final, são necessários diversos procedimentos, o que fez com que esta possibilidade não tenha sido levada em consideração.

O sistema de rastreabilidade adotado foi uma mais-valia a nível interno da secção, porém, uma vez fora desta não há como garantir o bom funcionamento do mesmo.

Relativamente ao sucesso da implementação, inicialmente foram detetadas algumas falhas, que rapidamente foram ultrapassadas, tais como:

- Não isolamento dos lotes, pois findo um contentor é necessário garantir que as peças deste não se misturam com as provenientes do contentor seguinte. Assim, foi aconselhada a marcação da primeira ou da última peça de cada lote, consoante a preferência de cada operador, de maneira a que fosse possível o isolamento do lote. Uma boa maneira de garantir que este método funciona, foi salientar perante os operadores que, no caso de contentores de brutos de 1500 peças, cada lote corresponde exatamente a 6 cestos com capacidade de 250 eixos, o que se tornou uma maneira relativamente fácil de controlar, se o lote estiver isolado corretamente.
- Não registo dos dados no jornal de bordo, por parte de alguns operadores, tendo sido necessário o aviso dos mesmos, de que a outra única alternativa possível seria a inclusão da folha de registo de rastreabilidade, o que, tal como referido anteriormente, não se apresentava como vantajosa para o bom desempenho da UET.

Logo, a implementação foi um fator favorável para a secção, tendo como resultados: a integração da lógica FIFO, a identificação correta dos lotes, o envolvimento dos colaboradores no projeto, a garantia de longevidade do sistema através de arquivos que se encontram disponíveis sempre que necessário, a redução do tempo necessário de implementação, a minimização dos custos associados à identificação de peças não conformes, a possibilidade de atribuição de responsabilidade, a diminuição de aparecimento de sucata por oxidação e a organização da UET.

Porém, tal como já foi referido, a ideia de implementação do código DataMatrix, a longo prazo, prevalece sobre as demais, uma vez que esta permitirá a marcação direta na peça, melhorando o desempenho das linhas de produção, trazendo vantagens acrescidas para a secção.

5. Conclusão

Este capítulo é dedicado às conclusões do trabalho e resultados obtidos, limitações e perspectivas de desenvolvimentos futuros.

5.1 Conclusões gerais

As empresas são constantemente sujeitas a pressões, quer por parte do ambiente externo, como interno, com o objetivo de alcançar o sucesso, e se diferenciar perante a concorrência.

Assim, o grupo Renault tenta constantemente ser líder de mercado, trabalhando sempre na competitividade perante as restantes marcas. Desta forma, o presente trabalho retrata um estudo da análise e desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade para a secção de eixos finos da Renault CACIA.

Este projeto tinha como objetivos iniciais a integração de um sistema viável, que permitisse o acesso fácil a todas as informações sobre os seus produtos. Assim, o intuito deste foi garantir uma melhoria na parte da rastreabilidade da empresa, característica, essa, essencial ao seu desenvolvimento.

Assim, com a apresentação de várias propostas de implementação, conseguiu-se determinar e implementar uma solução que foi ao encontro das necessidades atuais da empresa, no que diz respeito à disponibilização de dados, controlo de processos e ainda garantir a lógica FIFO em todos os processos. A escolha desta deveu-se ao seu custo inicial reduzido, fator este limitante para a implementação do sistema.

A implementação foi, então, considerada satisfatória, e pôde-se concluir que apenas com recurso a fichas de rastreabilidade e etiquetas torna-se possível o desenvolvimento de um sistema de rastreabilidade extremamente prático, sem qualquer necessidade de alteração das linhas de produção e com um custo inicial reduzido.

Para além disso, deu-se início a um estudo de viabilidade, com apoio de uma empresa externa, a GravCEI, relativo à utilização da tecnologia laser com recurso à codificação DataMatrix. Esta hipótese foi considerada, uma vez que permite combater a lacuna de falta de informação sobre a peça aquando da saída da mesma da secção. Este estudo foi, desde início, considerado como uma simples possibilidade de investimento, a longo prazo, por parte da empresa, pois seria uma forma de garantir a rastreabilidade do produto quer no interior, quer no exterior da empresa, através da marcação direta na peça.

Como tal, este estudo revelou-se satisfatório, proporcionando uma alternativa exequível para a secção em questão, e que posteriormente poderá ser adaptada a outras.

Em suma, este projeto proporcionou uma melhoria na secção em estudo, tendo-se apostado na implementação de uma solução de rastreabilidade por lote, que se adapta ao que era inicialmente pretendido, e ao mesmo tempo, obteve-se o aval, por parte da empresa de marcação industrial, para uma possível integração da rastreabilidade unitária na UET.

5.2 Limitações

Foram várias as limitações encontradas no desenvolvimento do projeto, nomeadamente, o facto da Renault CACIA se tratar de uma empresa de grandes dimensões, sendo necessário um conjunto de procedimentos para transmitir qualquer tipo de proposta ao nível hierárquico pretendido, de forma a dar seguimento à mesma. Além disso, são necessários vários protocolos e autenticações para que sejam implementadas novas ferramentas na fábrica, tendo como exemplos: o caso específico da ficha de rastreabilidade de brutos, referido anteriormente, cuja implementação da ficha inicialmente idealizada não foi possível, tendo sido necessária a adaptação de uma já existente, ou, até mesmo a não inclusão do número de lote nas GALIAS das embalagens finais, sendo, também, necessários vários procedimentos para alteração da mesma.

Outra dificuldade, foi a procura de empresas de marcação industrial, sendo que, em Portugal, não são conhecidas muitas empresas especialistas nesta área, porém, como o intuito inicial era apenas o estudo da viabilidade da marcação nos eixos, decidiu-se optar pela empresa que mostrou maior interesse e disponibilidade para o fazer sem qualquer custo associado. Além disso, o bom desenvolvimento do projeto foi, também, afetado pela demora entre os testes realizados e as incompatibilidades de agendamento entre os responsáveis na Renault CACIA e a GravCEI.

É possível, ainda, mencionar que, com a pesquisa e conceção de soluções, e posteriormente com a procura de uma empresa que estivesse disponível para a realização do estudo sobre o DataMatrix, a duração do projeto tornou-se insuficiente para que todos os dados fossem recolhidos e o plano de integração definido.

5.3 Desenvolvimentos Futuros

O conceito de rastreabilidade continua a servir como garantia da qualidade dos produtos, mantendo a competitividade entre as empresas, em particular do setor automóvel.

A Renault CACIA, tratando-se de uma fábrica onde a inovação e a melhoria contínua são consideradas como lema da empresa, possui, assim, uma necessidade acrescida de desenvolver novos projetos nesta área, de forma a contribuir para um maior progresso da mesma.

Foram, assim, identificadas ao longo do estágio, questões que com algumas modificações seriam, certamente, contribuições positivas, tanto para o desempenho da empresa, como para a satisfação e motivação dos seus colaboradores.

Sugestões para desenvolvimentos futuros, ao nível do Atelier 2:

- Implementação de sistemas automatizados de rastreabilidade, com vista à melhoria do processo produtivo, em diversas secções, nomeadamente nas restantes UET's;

- Desenvolvimento de um sistema informatizado para a gestão automática de stocks, eliminando as situações em que os operadores têm de realizar a contagem de peças e realizar cálculos de forma, a que eles próprios, definam a quantidade de produto que devem produzir em cada turno;
- Criação de um sistema que estabeleça uma ligação direta entre o atelier e os seus clientes, tanto internos (linhas de montagem), como externos (outras fábricas do Grupo).

Em relação à própria UET dos eixos finos, foram identificadas, também, algumas melhorias que poderiam ser estudadas (anexo G):

- Criação de plataformas que possibilitem a passagem direta dos eixos entre processos, eliminando a necessidade de interação do operador, em situações em que é apenas necessário retirar o produto duma máquina e colocar noutra. Esta melhoria contribuirá para rentabilizar o trabalho do operador, eliminando as atividades de *no value added* (NVA). É possível consultar algumas propostas da autora no anexo H.
- Criação de um sistema de transporte entre a estação de lavagem I e a indutora na linha de 3^a/4^a e 5^a, de forma a minimizar o espaço de stock na secção, garantir o FIFO e melhorar a ergonomia e a produtividade dos operadores, além do desenvolvimento de plataformas específicas que se adaptem a este sistema de transporte. Poderá consultar uma sugestão da autora no anexo I.

Em suma, conclui-se que é necessário implementar algumas ações de melhoria de forma a que, tanto a UET, como o AT2, se tornem referência para a empresa.

Referências Bibliográficas

- Agência Lusa. (2017). Vendas da Renault em Portugal sobem 24,5% em 2016. Obtido 1 de Fevereiro de 2017, de <http://observador.pt/2017/01/12/vendas-da-renault-em-portugal-sobem-245-em-2016/>
- Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal. (2016). Indústria automóvel e componentes. *Portugal Global*, 87. Obtido de http://www.portugalglobal.pt/PT/RevistaPortugalglobal/2016/Documents/Portugalglobal_n87.pdf
- Automonitor. (2017a). Renault Cacia celebra produção de 10 milhões de caixas de velocidades. Obtido 5 de Setembro de 2017, de <http://automonitor.pt/2017/06/28/comercio-e-industria/renault-cacia-celebra-producao-de-10-milhoes-de-caixas-de-velocidades/>
- Automonitor. (2017b). Renault com um 2016 recorde: 51,2 mil milhões de euros de volume de negócios. Obtido 5 de Setembro de 2017, de <http://automonitor.pt/2017/02/11/comercio-e-industria/renault-com-um-2016-recorde-512-mil-milhoes-de-euros-de-volume-de-negocios/>
- Barcode - Test LLC. (2014). *2D Codes Step By Step*. Obtido de www.barcode-test.com
- Barcode Coder. (2017). DataMatrix: Symbology, Specification, Explication. Obtido 16 de Agosto de 2017, de <http://barcode-coder.com/en/datamatrix-specification-104.html>
- Bento, A. R. (2009). *Uma contribuição para a melhoria de um sistema de rastreabilidade no setor automóvel* (Dissertação de Mestrado do Instituto de Engenharia do Paraná). Obtido de <http://sistemas.lactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/AlexandreBento.pdf>
- Bento, A. R., Tambosi, S. L., & Rocha, L. da. (2011). Uma aplicação da tecnologia de data matrix na rastreabilidade de peças no setor automóvel. Em ABM (Ed.), *66th ABM Congress* (pp. 1369–1382). Obtido de <https://pt.slideshare.net/alexandrebento/uma-aplicacao-da-tecnologia-de-data-matrix-na-rastreabilidade-de-peas-no-setor-automotivo-17948211>
- Borries Markier-Systeme. (2017). Técnicas de marcações por Riscagem, Micropercussão e Puncionamento. Obtido 17 de Julho de 2017, de <http://borries.com/br/tecnicas-de-marcacoes.html>
- Carvalho, J. D. A. (2008). *Fundamentos de Produção*. Obtido de <http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/outros/FundamentosProd.pdf>
- Coelho, H. (2017). *Solução de traçabilidade laser Renault CACIA*. Coimbra, Portugal.
- Cognex Corporation. (2011). *Traceability for the Automotive Industry*. Obtido de http://acrovision.co.uk/wp-content/uploads/2011/07/Expert_Guide__Traceability_for_the_Automotive_Industry.pdf
- Conceição, J. R., & Barros, A. L. M. (2006). A Importância da Certificação e da Rastreabilidade para Garantia de Competitividade no Agronegócio: Conceitos e Proposta de um Modelo

- Análítico. Em SOBER (Ed.), *44th Congress* (pp. 1–21). Obtido de <http://ageconsearch.umn.edu/record/148629/files/944.pdf>
- Decreto-Lei nº163/2002. (2002, Julho 11). *Diário da República nº 158/2002 - I série - A*, pp. 5317–5322. Lisboa.
- EBS Ink Jet Systeme GmbH. (2017). Máquina de marcação a jato de tinta / portátil / compacta / de alta resolução. Obtido 22 de Julho de 2017, de <http://www.directindustry.com/pt/prod/ebs-ink-jet-systeme-gmbh/product-24972-1704865.html>
- Finkenzeller, K. (2010). *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication* (Third Edit). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470665121>
- Galvão, J. A., & Oetterer, M. (2014). *Qualidade e Processamento de Pescado*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Groupe Renault. (2017). Les implantations du groupe Renault dans le monde. Obtido 1 de Fevereiro de 2017, de <https://group.renault.com/groupe/implantations/implantations-renault/>
- GS1 - The Global Language of Business. (2017). *GS1 DataMatrix Guideline*. Obtido de https://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1_DataMatrix_Guideline.pdf
- GS1 Brasil. (2009). *Introdução ao GS1 DataMatrix*. (GS1 Brasil, Ed.). Obtido de http://www.gs1.org/docs/barcodes/GS1_DataMatrix_Introduction_and_technical_overview.pdf
- GS1 Portugal - CODIPOR. (2008). *Norma Global para a Rastreabilidade: A base para a visibilidade, qualidade e segurança na cadeia de valor*. Obtido de <http://www.gs1pt.org/wp-content/uploads/2016/03/Norma-Global-para-a-Rastreabilidade.pdf>
- Han, A., & Gubencu, D. (2008). Analysis of the laser marking technologies. *Nonconventional Technologies Review*, (4), 17–22. Obtido de http://www.revtn.ro/pdf4-2008/4-Han_A.pdf
- Hypertherm. (2017). Sistema de marcação a plasma ArcWriter. Obtido 22 de Julho de 2017, de <https://www.hypertherm.com/pt/hypertherm/arcwriter/arcwriter/?region=EMEA>
- Indústria Hoje. (2013). Diferença entre Corte Laser de Fibra e Laser de CO2. Obtido 7 de Agosto de 2017, de <http://www.industriahoje.com.br/diferenca-entre-corte-laser-de-fibra-e-laser-de-co2>
- International Organisation for Standardization. (2005). *ISO 9000:2005 - Quality management systems — Fundamentals and vocabulary* (Third Edit). Obtido de http://www.bti.secna.ru/education/smq/docs/news/iso_9000_2005_e.pdf
- James F. Fales. (1993). *Datamatrix and PDF417 data integrity test*. Obtido de

<https://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/10188706>

- Jansen-Vullers, M. H., Van Dorp, C. A., & Beulens, A. J. M. (2003). Managing traceability information in manufacture. *International Journal of Information Management*, 23(5), 395–413. [https://doi.org/10.1016/S0268-4012\(03\)00066-5](https://doi.org/10.1016/S0268-4012(03)00066-5)
- Kirch, M., Poenicke, O., & Richter, K. (2017). RFID in Logistics and Production – Applications, Research and Visions for Smart Logistics Zones. *Procedia Engineering*, 178, 526–533.
- Lazov, L., Deneva, H., & Narica, P. (2015). Laser Marking Methods. Em *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (Vol. 1, pp. 108–115). <https://doi.org/10.17770/etr2015vol1.221>
- Liang, K., Thomasson, J. A., Lee, K. M., Shen, M., Ge, Y., & Herrman, T. J. (2012). Printing data matrix code on food-grade tracers for grain traceability. *Biosystems Engineering*, 113, 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.09.012>
- Lindvall, M., & Sandahl, K. (1996). Practical implications of traceability. *Software Practice and Experience*, 26(10), 1161–1180. Obtido de <https://pdfs.semanticscholar.org/4c93/24849cac7fa24539b4f2eaecfc9abb07027.pdf>
- Lintech. (2011). O que é tecnologia laser? Obtido 9 de Agosto de 2017, de <http://www.lintech.cz/co-je-laserova-technologie>
- Lloyd's Register LRQA. (2015). ISO/TS 16949 - Qualidade Automotiva. Obtido 29 de Março de 2017, de <http://www.lrqa.pt/Certificacao/ISO-16949-sector-automovel/>
- Lopes, L. (2015). Da fábrica Renault Cacia para todo o Mundo! Obtido 1 de Fevereiro de 2017, de <http://www.velocidades.pt/?p=47012>
- Magalhães, A. (2007). Iso 22005:2007 – Rastreabilidade na cadeia alimentar. *Segurança e Qualidade Alimentar*, (3), 44–45.
- Mecalux logismarket. (2017). Máquina de gravação eletroquímica (MF Flues Gravamet Onix). Obtido 26 de Julho de 2017, de <https://www.logismarket.ind.br/mf-flues/maquina-gravacao-eletroquimica/6686061586-2375307519-p.html>
- Messer Cutting Systems. (2017). Marcação com jato de tinta. Obtido 22 de Julho de 2017, de <http://www.messer-cs.com/pt/south-america/produtos/maquinas/omnimat/componentes/ferramentas-de-processo/marcacao/marcacao-jato-de-tinta-inkjet/>
- MF FLues. (2012). Eletroquímica. Obtido 24 de Julho de 2017, de <http://flues.com.br/tipo-de-gravacao/gravacao-eletroquimica/>
- Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Food Science & Technology*, 9, 211–214. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)00037-5](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00037-5)
- Pajak, P. T., De Silva, A. K., Harrison, D. K., & McGeough, J. A. (2005). *Research and developments in laser beam machining*. Obtido de

- <http://www.zn.dmf.put.poznan.pl/content/002/pajak.pdf>
- Piatek, J. (2007). *Error Proofing Plant Processes*. Obtido de <http://freedomcorp.com/solutions/QAD/White Papers/Error Proofing White Paper.pdf>
- Puhlmann, H. (2015). Introdução à tecnologia de identificação RFID. Obtido 6 de Outubro de 2017, de <https://www.embarcados.com.br/introducao-a-tecnologia-de-identificacao-rfid/>
- Renault. (1995). *Traçabilidade - Normalisation Renault Automobiles - Section Normes et Cahiers des Charges*.
- Renault. (2016). Renault Cacia distinguida como a melhor fábrica de caixas de velocidades da Aliança Renault-Nissan. Obtido 1 de Fevereiro de 2017, de <http://www.renault.pt/descubra-a-renault/novidades-promocoes/imprensa/2016/10-2016-renault-cacia-melhor-fabrica/>
- Renault Internal. (2017). Renault Acolhimento.
- Secco Etiquetas. (2017). Serviços e equipamentos. Obtido 18 de Julho de 2017, de <http://www.seccoetiquetas.com/servicos/>
- Shenzhen Card Cube Smart Technology. (2017). RFID Products. Obtido 20 de Outubro de 2017, de <http://www.rfidcardcube.com/novelties-wholesale-china-rfid-sticker-tag>
- Sobotova, L., & Demec, P. (2015). Laser marking of metal materials. *MM Science Journal*, 808–812. <https://doi.org/10.17973/MMSJ.2015>
- Sobral, P. N. G. (2003). *Implementação do SAM (Sistema para Melhoria dos Meios de Fabrico) no Projecto de fabricação de Carteres da Caixa de Velocidades MT1* (Relatório de Estágio da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Obtido de <https://paginas.fe.up.pt/~ee97035/Relatorio CACIA.pdf>
- Tataru, O. (2013). *Melhoria da rastreabilidade dos componentes da caixa de velocidades* (Dissertação de Mestrado da Universidade de Aveiro). Obtido de <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/11549/1/7987.pdf>
- Technifor - Gravotech Marking. (2016). *Laser marking and traceability solution*. Obtido de <http://gravox.fi/wp-content/uploads/2016/05/Merkintalaitteet-esite-1.pdf>
- Technifor - Gravotech Marking. (2017a). Máquina de marcação por riscagem integrável XF510 | Technifor. Obtido 19 de Julho de 2017, de <http://www.technifor.com.br/produtos/micro-percussao-riscagem/maquinas-integraveis/maquina-de-riscagem-integravel-xf510>
- Technifor - Gravotech Marking. (2017b). Solução Micro-Percussão XF510 | Technifor. Obtido 19 de Julho de 2017, de <http://www.technifor.com.br/produtos/micro-percussao-riscagem/maquinas-integraveis/solucao-micro-percussao-xf510-eletromagnetica>
- Trotec Laser GmbH. (2017a). A comparação entres os diferentes tipos de laser. Obtido 7 de Agosto de 2017, de <https://www.troteclaser.com/pt-pt/tutoriais-exemplos/perguntas-frequentes/tipos-de-laser/>

- Trotec Laser GmbH. (2017b). Marcação a laser com máquinas TROTEC. Obtido 19 de Outubro de 2017, de <https://www.troteclaser.com/images/marcacao-precisa-a-laser-de-fibra-464.jpg>
- Velotti, C., Astarita, A., Leone, C., Genna, S., Minutolo, F. M. C., & Squillace, A. (2016). Laser Marking of Titanium Coating for Aerospace Applications. *Procedia CIRP*, 41, 975–980. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.006>
- Videojet. (2014). *Métodos de marcação direta de peças*. Obtido de <http://www.videojet.br.com/content/dam/pdf/Brazil - Portuguese/Technical Guides/tg-methods-for-direct-part-marking-pt-br.pdf>
- Videojet. (2016). *Sistemas de marcação a laser de fibra*. Obtido de <http://www.videojet.pt/content/dam/pdf/Portugal - Portuguese/Print Guides/pg-fiber-laser-sample-guide-pt-pt.pdf>
- Vinholis, M. de M. B., & Azevedo, P. F. de. (2002). Segurança do alimento e rastreabilidade: O caso BSE. *RAE-eletrônica*, 1(2). Obtido de <http://www.rae.com.br/electronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=1233&Secao=OPERA/LOGI&Volume=1&Numero= 2&Ano=2002>

Anexos

Anexo A – Dados de tempos de ciclo e cadência relativos às máquinas da UET

Tabela A.1 - Dados da bíblia (tempo medido em minutos).

OP	MÁQ	R.O.	T.A	TCy	Capacidade 1 equipa	1/2ª	3/4ª	5ª	Capacidade 1 equipa	Capacidade 3 equipas	Capacidade 4 equipas	Capacidade 4 equipas	Nº MOD Necessários	
					Eixo				Conjuntos	Conjuntos	Conjuntos			Conjuntos
120	Rectif desbaste antiga	1384	89,00%	451'	0,187	2146 / eq	1	1	1	715 / eq	2146 / dia	2576 / dia	12879 / sem	1,0
120	Nova rectif desbaste	2279	89,00%	451'	0,200	2007 / eq	1	1	1	669 / eq	2007 / dia	2408 / dia	12042 / sem	
	Total Rectif Desgaste 2008					4153 / eq	1	1	1	1384 / eq	4153 / dia	4984 / dia	24921 / sem	
											5813 / dia			
130	Brochagem (toy: 0,31 1/2; 0,52 3/4; 0,46 5)	566	89,00%	451'	0,460		0	0	0					0,0
130	Brochagem 1/2	62017304	89,00%	451'	0,200	2007 / eq	1	0	0	2007 / eq	6021 / dia	7225 / dia	36125 / sem	0,0
130	Brochagem 5ª (Máquina manual - complemento)	567	89,00%	451'	0,320	1254 / eq	0	0	1	1254 / eq	3763 / dia	4516 / dia	22578 / sem	
130	Brochafora Forst 3/4	2168	89,00%	451'	0,210	1911 / eq	0	1	1	956 / eq	2967 / dia	3440 / dia	17202 / sem	
	Total Brochagem (2009)					3918 / eq	1	1	1	1306 / eq	3918 / dia	4702 / dia	23510 / sem	0,0
160	Rectif acabamento (1ª e 2ª passagem)	892/228	89,00%	451'	0,150	2676 / eq	1	1	1	892 / eq	2676 / dia	3211 / dia	16056 / sem	1,0
170	Super acabamento	1967	89,00%	451'	0,150	2676 / eq	1	1	1	892 / eq	2676 / dia	3211 / dia	16056 / sem	
160	Nova rectif de acabamento 2007	3049	89,00%	451'	0,130	3088 / eq	1	1	1	1029 / eq	3088 / dia	3705 / dia	18526 / sem	
170	Super acabamento	62016288	89,00%	451'	0,100	4014 / eq	1	1	1	1338 / eq	4014 / dia	4817 / dia	24083 / sem	0,0
	Total rectificação (máq. em paralelo 2009)					5764 / eq	1	1	1	1921 / eq	5764 / dia	6916 / dia	34581 / sem	
140	Máquina lavar	2052	89,00%	451'	0,080	5017 / eq	1	1	1	1672 / eq	5017 / dia	6021 / dia	30104 / sem	0,0
150	Indução antiga	1965	89,00%	451'	0,110	3649 / eq	1	1	1	1216 / eq	3649 / dia	4379 / dia	21894 / sem	
150	Indução nova	487	89,00%	451'	0,220	1825 / eq	1	1	1	608 / eq	1825 / dia	2189 / dia	10947 / sem	
	Total indução					5474 / eq	1	1	1	1825 / eq	5474 / dia	6568 / dia	32841 / sem	
190	Soldadura 3/4	1969	89,00%	451'	0,250	1606 / eq	0	1	0	1606 / eq	4817 / dia	5780 / dia	28900 / sem	1,0
190	Soldadura 5	62017351	89,00%	451'	0,290	1384 / eq	0	0	1	1384 / eq	4152 / dia	4983 / dia	24914 / sem	0,5
190	Soldadura 1/2	62016618	89,00%	451'	0,290	1384 / eq	1	0	0	1384 / eq	4152 / dia	4983 / dia	24914 / sem	0,5
	Total soldadura novas soldadura					4374 / eq	1	1	1	1458 / eq	4374 / dia	4979 / dia	24895 / sem	2,0
200	Desempeno eixos (MAE)	1966	89,00%	451'	0,260	1544 / eq	0	0	1	1544 / eq	4631 / dia	5558 / dia	27789 / sem	0,0
200	Desempeno eixos (MAE)	1195	89,00%	451'	0,260	1544 / eq	0	1	0	1544 / eq	4631 / dia	5558 / dia	27789 / sem	
200	Desempeno eixos (JENNY)	2268	89,00%	451'	0,260	1544 / eq	1	0	0	1544 / eq	4631 / dia	5558 / dia	27789 / sem	
	Total desempenho 2008/2010					3088 / eq	0	1	1	1544 / eq	4631 / dia	5558 / dia	27789 / sem	0,0
														2,0
210	Furação 1/2 + controlo	615	85,00%	451'	0,320	1198 / eq	1	0	0	1198 / eq	3594 / dia	4313 / dia	21563 / sem	0,0
225	Furação crabot	614	85,00%	451'	0,262	1463 / eq	1	0	0	1463 / eq	4390 / dia	5367 / dia	26337 / sem	0,0
230	Montagem crabot	2362	85,00%	451'	0,275	1394 / eq	1	0	0	1394 / eq	4182 / dia	5018 / dia	25092 / sem	0,0
240	Frezagem 1/2 JRQ CHIRON	2349	90,00%	451'	0,370	1097 / eq	1	0	0	1097 / eq	3291 / dia	3949 / dia	19746 / sem	0,0
210	Furação SERI + ctrl 100%	1968	89,00%	451'	0,290	1384 / eq	1	0	0	1384 / eq	4152 / dia	4983 / dia	24914 / sem	1,0
210	Furação 3/4 + controlo 100%	664	89,00%	451'	0,290	1384 / eq	0	1	0	1384 / eq	4152 / dia	4983 / dia	24914 / sem	1,0
210	Furação 5 + controlo 100%	616	89,00%	451'	0,290	1384 / eq	0	0	1	1384 / eq	4152 / dia	4983 / dia	24914 / sem	1,0
	Total furação 1/2 3/4 e 5ª					4152 / eq	1	1	1	1384 / eq	4152 / dia	4983 / dia	37371 / sem	3,0

Anexo B – Dados de sucata do ano 2016

Eixo 1ª/2ª

Tabela B.1 - Dados de sucata dos eixos de 1ª/2ª.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
OP 120 Diâmetro Ø 13,2 N/C	4	7	21	19	3	3	1		8				66
OP 120 Eixos c/ facetas	9		1		2	2				5			19
OP 130 Mudança de ferramenta		2	10							2			14
OP 130 Brochagem deslocada				2		1							3
OP 130 Avaria máquina	1	7	13	17	18	16	8	4	7		5		96
OP 150 Indução N/C	1		11		1				1	6		2	22
OP 150 Avaria máquina		2				5				1			8
OP 160 Cota Ø 13f7 N/C	3	15	17	30	7	9	15	1	59	27	23	1	207
OP 160 Eixo com facetas	1	2	1	13			10	1	1	8	18	3	58
OP 170 Eixo preso /encravado			1	5	1		5		2			1	15
OP 180 Peças Oxidadas						12					1		13
OP 190 Cota 6,44 NC (Avaria)	3				9	1	4	10		5	6		38
OP 190 Eixo c/ choques	1		1	3		1			1				7
OP 190 Cota 75		5	10	9	6		17		14	8	3		72
OP 190 Solda N/C	2	4		4	3	1	5		4	2			25
OP 190 Afinação de cotas				30	1								31
OP 200 Choques / carregador	1			4		1	1						7
OP 210 Afinações de máquina											7		7
OP 210 Avaria máquina							6						6
OP 210 Furo Ø 5H11 largo	34	64	62	152	116	95	103	21	126	20	41	13	847
OP 210 Cota A e B N/C	8	135	199	5	6	16	26	6	24	76	50	14	565
OP 210 Cota C e D N/C	35	2	64	31	13	17	16	27	64	49	25	29	372
OP 210 Broca partida	5	6	1	10	2	5	3		2	5	3		42
OP 210 Simetria N/C			4										4

Tabela B.2 - Dados de sucata dos eixos de 1ª/2ª (continuação).

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
OP 210 Poros										2	6	3	11

Eixo 3ª/4ª

Tabela B.3 - Dados de sucata dos eixos de 3ª/4ª.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
OP 120 Diâmetro Ø 13,2 N/C			3		1	2	1						7
OP 120 Eixos Choques ou c/ facetas	4	1		2		1				1			9
OP 120 Afinação - Avaria máquina			1	5		2							8
OP 130 Avaria máquina	5	5	10	7			5		10	8			50
OP 130 Afinação	8	7	4	13	6			8	2	1			49
OP 130 Cota 37,9 NC				2								3	5
OP 140 Peças Oxidadas			3	1		2							6
OP 150 Indução NC (Erro programa)	4	2	5	1		3		13	7				35
OP 160 Cota Ø 13f7 N/C	15	3	45	38	16	10	31	80	77	21	50		386
OP 160 Eixo com choques e facetas	2	1	3			1	7	2	1	9	9	2	37
OP 160 Rugosidade NC	1				8								9
OP 190 Cota 88,75 N/C (JRQ)			1	9		8	8	9	21	10	6		72
OP 190 <i>Crabot</i> mal posicionado		1	7	10	4	9	4	4	3	12	10		64
OP 190 Eixo c/ choques		2				1					3		6
OP 190 Ensaio destrutivo		2	10		9	5	2						28
OP 190 Afinação da máquina							4						4
OP 190 Solda N/C	8	38	19	3	30	22	18	16	22	32	38	9	255
OP 190 Cota 2,79 NC	5		1	11	6		4	2	4	1	1	2	37
OP 190 Avaria máquina										3			3
OP 200 Eixo com choques e facetas				2	1			2		4			9

Tabela B.4 - Dados de sucata dos eixos de 3ª/4ª (continuação).

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
OP 200 Desempeno NC		3			1								4
OP 210 Cota A e B N/C	18	35	12	166	50	39	13	16	19	64	79	23	534
OP 210 Cota C e D N/C	24	30	18	37	25	22	30	95	260	141	111	46	839
OP 210 Cota Ø 5H11 N/C (Ø Furo p/ +)	11	10	21	55	30	22	19	32	44	58	14	12	328
OP 210 Broca partida	1	1	6	8	3	4	3	1	6	13	7	1	54
OP 210 Furo deslocado	50	7	1	26	3		3				2		92
OP 210 Choque no eixo junto ao <i>Crabot</i>		2	3	1					5	4			15
OP 210 Choques	11												11
OP 210 Cota 88,75 N/C						3	30	5	7				45
OP 210 Forquilha apertada	1												1
OP 210 Avaria máquina							2						2
OP 210 Cota E N/Ok										20	44	20	84
OP 210 Poros											7	6	13

83

Eixo 5ª

Tabela B.5 - Dados de sucata dos eixos de 5ª.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
OP 120 Diâmetro Ø 13,2 N/C	6	2	2	3		2							15
OP 120 Afinação de máquina			3					6	10				19
OP 120 Eixos c/ facetas	2						5			1	1		9
OP 130 Afinação de máquina	1	13	21	13	13		5	3	16	7			92
OP 130 Avaria		3	3	13		6	7	5	23				60
OP 130 Entalhe desviado (PY)										6			6
OP 130 Eixo mal posicionado								4					4
OP 140 Peças Oxidadas			2	3							1		6

Tabela B.6 - Dados de sucata dos eixos de 5ª (continuação).

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
OP 150 Indução NC - Erro no programa	12					2							14
OP 150 Indução NC - Avaria de máquina				3									3
OP 150 Peça induzida ao contrário	30	16	27	34	30	22	14	5	25	24	46	17	290
OP 155 Eixo danificado	1		1			2				1	4		9
OP 160 Cota Ø 13f7 N/C	35	11	11	87	48	30	39	25	13	15	18	3	335
OP 160 Eixo com choques/ facetas		1	3	1		1	1			2	12	1	22
OP 180 Choques no carregador			1				7		3				11
OP 190 Cota 49,15 NC	12	16	20	9	1				4	4			66
OP 190 Cota 88,75 N/C (JRQ)	21	5	12	40	14	13	41		21		4		171
OP 190 Ensaio no L.E.M. - <i>Crabot</i>	4					1							5
OP 190 Solda N/C	2	12	8	54	17	17	8		4	8	1	3	134
OP 190 Afinação de cotas	3		7	24	3		1			11	1		50
OP 190 defeito alimentação											2	2	4
OP 200 Eixo com choques / carregador		4	2	6	6	5	7		1	6	3		40
OP 200 desempenho NC	1										10		11
OP 210 Cota A e B N/C	99	50	86	114	15	27	277	98	85	72	136	46	1105
OP 210 Cota 9,10 N/C - Afinação	32	12	27	23	9	35	95	46	115	90	44	23	551
OP 210 Cota Ø 5H11 N/C (Ø Furo p/+)	8	36	31	37	130	22	197	68	313	99	42	80	1063
OP 210 Broca partida	1	1	1	13	4	6	3	17	9	7	16		78
OP 210 Afinações de máquina				6					14	2			22
OP 210 Simetria NC				3									3

Anexo D – Ficha de Rastreabilidade (Eixos Finos)

Ficha de Rastreabilidade (Eixos Finos)		Lote nº: _____
		Tipo de eixo: _____
• Retificação ± Brochagem + Lavagem		
Data: _____		Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída)	Lote terminado: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	Operador: _____

Data: _____		Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída)	Lote terminado: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	Operador: _____
• Brochagem ± Lavagem		
Data: _____		Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída)	Lote terminado: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	Operador: _____

Data: _____		Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída)	Lote terminado: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	Operador: _____
• Indução		
Data: _____		Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída)	Lote terminado: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	Operador: _____

Data: _____		Turno: _____
Quantidade: _____ (cestos saída)	Lote terminado: SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	Operador: _____

Figura D.1 - Ficha de rastreabilidade.

• Retificação ± Polimento + Lavagem

Data: _____ Turno: _____
 Quantidade: _____ (cestos saída) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
 Quantidade: _____ (cestos saída) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
 Quantidade: _____ (cestos saída) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

• Soldadura ± Desempeno + Furação

Data: _____ Turno: _____
 Quantidade: _____ (cestos entrada) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
 Quantidade: _____ (cestos entrada) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
 Quantidade: _____ (cestos entrada) Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

• Controlo 100% ± Embalagem


Data: _____ Turno: _____
 Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
 Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Data: _____ Turno: _____
 Lote terminado: SIM NÃO Operador: _____

Figura D.2 - Ficha de rastreabilidade (continuação).

Anexo E – Lição Pontual relativa à ficha de rastreabilidade de brutos



LIÇÃO PONTUAL

CONHECIMENTOS DE BASE
MELHORIA
DISFUNCIONAMENTO
TOLERÂNCIA ZERO
OUTRO: _____

Nº: _____

AT2

CC3172

TEMA: Rastreabilidade dos Eixos

DATA: _____
POR: _____
VALIDAÇÃO: _____

Lotes de 1500 eixos

RENAULT C.A.C.I.A	FICHA DE RASTREABILIDADE (BRUTO)							
	PEÇA	REFERÊNCIA	DATA	Nº. ETIQUETA	Nº. LOTE	QUANT.	OPERADOR	OBSERV.

Data de abertura do contentor

Tipo de Eixo

Hora de abertura do contentor

Assinatura do operador

Quantidade (estimada) de brutos retirados do contentor

Dia mês ano/ número do lote do dia

090217/03

Exemplo: Representa o dia 09 de fevereiro de 2017 e lote numero 3

2MGB B.GA.025.1

029567 GERDAU ACEROS ESPECI

8200976864

1500

51-EIX.34 BR JR STD

CON-S-0130

01/02/17-13:29

1059907

DATA:	13/02/2017	17.2.17	18/02/2017		
FORMADOR:	<i>[assinatura]</i>	<i>[assinatura]</i>	<i>[assinatura]</i>		
FORMANDO:	<i>[assinatura]</i>	<i>[assinatura]</i>	<i>[assinatura]</i>		

PROPRIEDADE RENAULT

RPIF-CAFMN-2013-0011 v2


www.tarifold.com 

Figura E.1 - Exemplo de lição pontual.

Anexo F – Jornal de bordo no posto da Máquina 3049 - Estarta

RENAULT CACIA		JORNAL DE BORDO NO POSTO											SEMANA 19 / 2017				
U.E.T. 3172		Peça: Eixo 1/2, 3/4, 5º J80															
Op. 160		Máquina: ESTARTA Nº 3049															
1- PAUSA (CASSE-CROUTE) 2- MANUTENÇÃO PROGRAMADA 3- NÃO UTILIZADO		PM - AVARIA DE MÁQUINA PF - AVARIA DE FERRAMENTA PP - AVARIA DE PRODUTO			PR - MUDANÇA DE FENÓTIPO PT - MUDANÇA DE PRODUTO PC - CONTROLE DE QUALIDADE			IP - FALTA DE PEÇAS IS - SATURAÇÃO IE - FALTA DE MEDIOS EXTERIORES		PBF - PEÇAS BOAS FABRICADAS PS - PEÇAS DE SUKATA		Nome ou Nº e Assinatura por equipe					
EQUIPA/DIA	CC	CP	CN	PM	PF	PP	PR	PT	PC	IP	IS	IE	PBF	PS	HORA	OCORRÊNCIAS	
3- 05/05			5												22:00	Início Turno + Lavagem 5	
3- 05/05		15															
3- 05/05																	
1- 08/05													3286		06:00	Eixo 1/2, 3/4, 5º J80	SA
1- 08/05													3435		12:00	1/2 - 2660 3/4 - 775	SA
1- 08/05															14:00	diamantagem no arresto	SA
1- 08/05			1807														
2- 08/05																	
3- 08/05			5														
1- 09/05																	
1- 09/05			50														
1- 09/05																	
1- 09/05																	
1- 09/05																	
1- 09/05	20																
2- 09/05																	
3- 09/05			5														
3- 09/05		15															
3- 09/05																	
1- 10/05			30														
1- 10/05																	
1- 10/05																	
1- 10/05																	
1- 10/05			60														

Figura F.1 - Exemplo de jornal de bordo no posto.

Anexo G – Propostas para desenvolvimentos futuros na UET

96

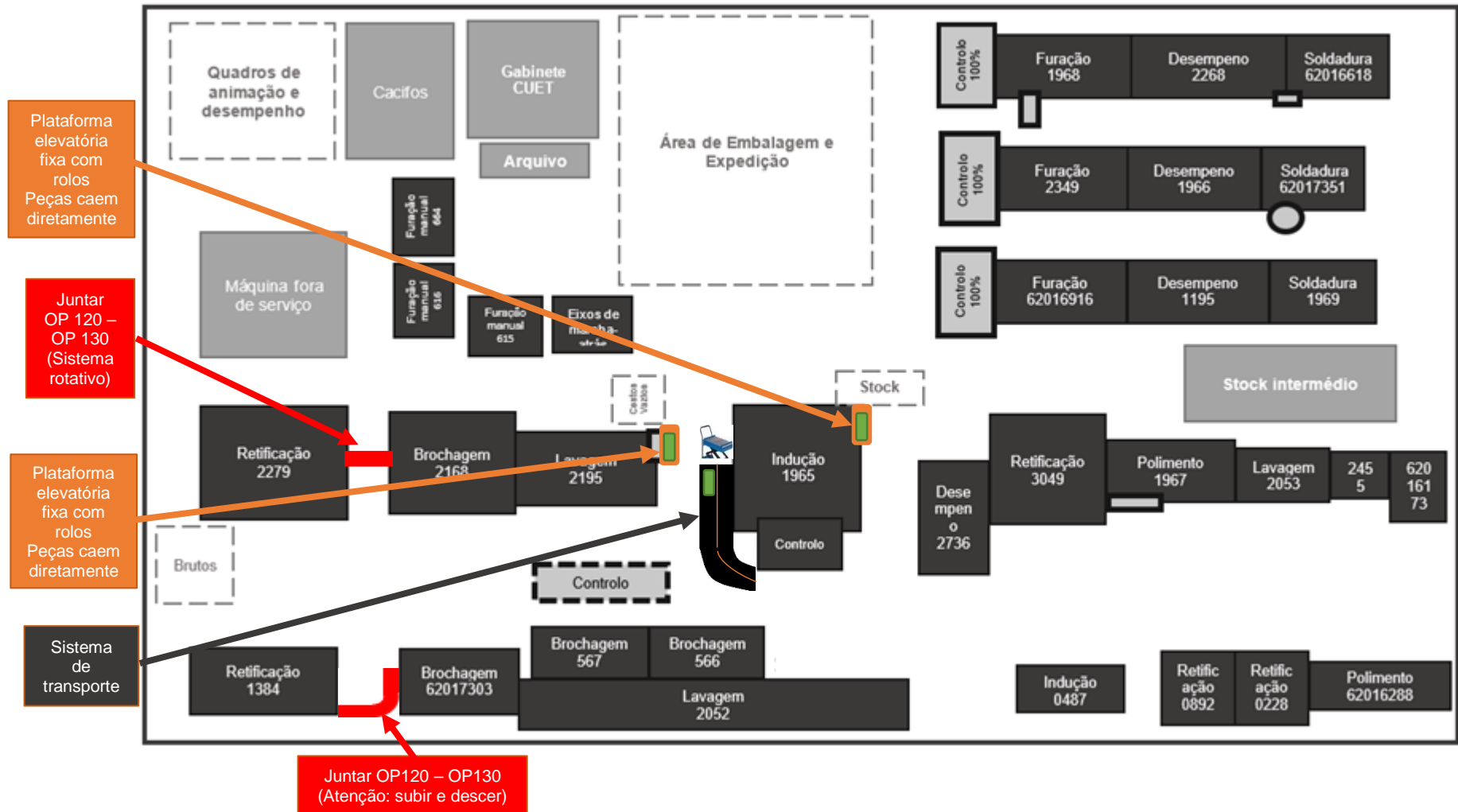


Figura G.1 - Esquema de propostas para desenvolvimentos futuros na UET.

Anexo H – Propostas para o desenvolvimento de ligações entre processos

- Ligação entre a retificação I e brochagem, na linha de 3ª/4ª e 5ª, através de um sistema rotativo, devido à saída da OP 120 e entrada da OP 130, estarem colocadas perpendicularmente.



Figura H.1 - Saída OP 120 e entrada OP 130 da linha de 3ª/4ª e 5ª.

- Ligação entre a retificação I e brochagem, na linha velha, através de um tapete rolante que além de permitir a ligação entre processos, tenha também um sistema elevatório que permita ao operador aceder, facilmente, à brochadora e tapete de limlhas, em caso de necessidade de manutenção.

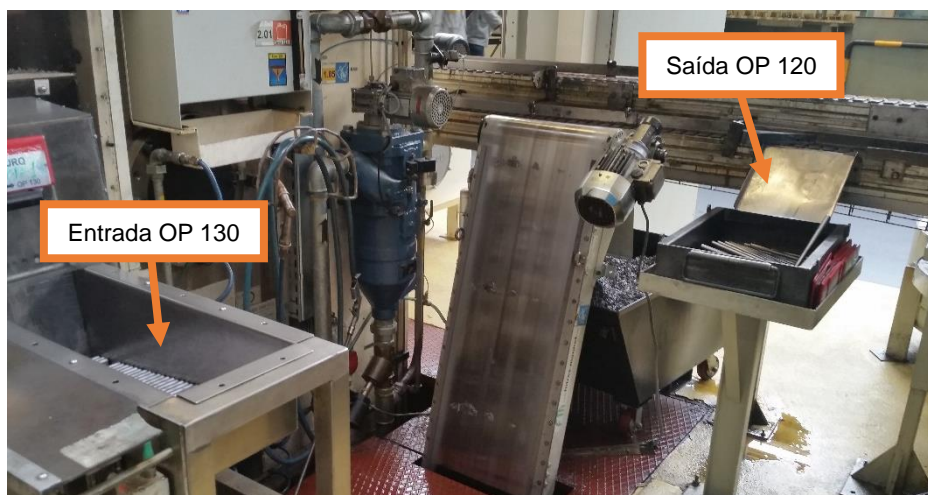


Figura H.2 - Saída OP 120 e entrada OP 130 da linha velha.

Anexo I – Propostas para o sistema de transporte OP 140 - OP 150, na linha de 3^a/4^a e 5^a

Dados:

Peso de um eixo ≈ 233 g

Peso de 750 eixos (3 cestos) ≈ 174,5 Kg

Peso de 1500 eixos (1 contentor = 6 cestos) ≈ 349,5 Kg

PROPOSTA 1

Carros com base plana e elevatória com capacidade para mais de 500 Kg (6 cestos).

Colocação de 4 calhas em paralelo no chão, para facilitar a movimentação dos carrinhos, e garantir o FIFO, sendo que não há alteração da disposição dos mesmos.

Número de carros:

1 em abastecimento + 1 em descarga + (3 para *stock* x 2 (eixos de 3^a/4^a e 5^a)).

A escolha de 3 carros com capacidade de 1500 eixos, cada um, para *stock* está relacionada com o pouco espaço disponível, conseguindo, ainda assim assegurar o número suficiente de peças para pouco mais de um turno, sendo que a cadência da indutora é de 3635 peças/turno.

Procedimento:

1. O operador coloca um primeiro cesto sobre o carro elevatório e adapta-o a um nível adequado para enchimento;
2. O operador retira os eixos da máquina de lavagem I e coloca-os no cesto. Cada vez que coloca um novo cesto para enchimento adapta a plataforma do transportador;
3. Após perfazer os 6 cestos, o transportador é colocado na calha onde irá permanecer até a próxima operação;
4. O operador responsável pela indução, retira um carro da calha, e coloca-o em posição para abastecimento da indutora. A cada cesto vazio retirado, a plataforma é adaptada para um nível adequado ao operador;
5. O carro quando estiver totalmente vazio, é colocado em espera para ser reabastecido, repetindo todo o processo.

Produtos *Manutan*:

Tabela I.1 - Características e valores dos produtos *Manutan* para a Proposta 1.

Descrição / Código	Cap.	Alt. mín.	Alt. máx.	Peso	Largura tempo	Comp. Plataforma	Preço
Carro A047453	500 kg	360 mm	945 mm	102 kg	520 mm	1010 mm	495,00 €



Figura I.1 - Exemplo de carro a utilizar para a Proposta 1.

Tabela I.2 - Quantidades de produto e valor estimado para a Proposta 1.

Código	Quantidade	Preço
A047453	2+(6)	3960€

Tabela I.3 - Vantagens e inconvenientes da Proposta 1.

Vantagens	Inconvenientes
Redução do espaço ocupado	Peso relativamente elevado
Melhora a ergonomia (Cestos a um nível adaptado ao operador)	Investimento inicial elevado (nº elevado de carros necessários)
Melhoria do transporte relativamente ao estado atual, devido à existência de calhas	Dificuldade de procura por carrinhos com dimensões ou capacidade adequadas
Garantia do FIFO	
Custos reduzidos relativamente a alterações necessárias no espaço	
Melhor controlo de <i>stock</i>	

PROPOSTA 2

Carros com sistema elevatório, plataforma de rolos e capacidade para mais de 500 Kg (6 cestos).
Colocação de 2 tapetes de rolos em paralelo.

Número de carros:

1 em carga e 1 em descarga.

Procedimento:

1. O operador coloca um primeiro cesto sobre o carro elevatório e adapta-o a um nível adequado para enchimento;
2. O operador retira os eixos da máquina de lavagem I e coloca-os no cesto. Cada vez que coloca um novo cesto para enchimento, adapta a plataforma do transportador;
3. Após perfazer os 6 cestos, o operador desloca-se até ao tapete rolante e transfere-os para o tapete de rolos onde irão permanecer até a próxima operação. Uma vez que não há alteração da disposição dos cestos, é possível garantir o FIFO;

4. Este mesmo operador desloca-se novamente à saída da lavagem I com o carro e repete os passos anteriores.
5. O operador responsável pela indução, transfere os 6 cestos para o carro, quando necessário, e coloca-o em posição para abastecimento da indutora. A cada cesto vazio retirado a plataforma é adaptada para um nível adequado.
6. Quando o carro estiver totalmente vazio, este operador repete novamente o passo 5.

Produtos Manutan:

Tabela I.4 - Características e valores dos produtos *Manutan* para a Proposta 2.

Descrição / Código	Cap.	Alt. mín.	Alt. máx.	Peso	Largura tampo	Comp. Plataforma	Preço
Carro A036639	500 kg	330 mm	900 mm	109 kg	610 mm	1030 mm	1070,00 €
Plataforma de rolos A036637	500 kg			31 kg	610 mm	1030 mm	790,00 €



Figura I.2 - Carro com plataforma de rolos colocada.



Figura I.3 - Exemplo de tapete de rolos.

Tabela I.5 - Quantidades de produto e valor estimado para a Proposta 2.

Código	Quantidade	Preço
A036639	2	2140€
A036637	2	1580€
		3720€

+ 2 tapetes de rolos

Tabela I.6 - Vantagens e inconvenientes da Proposta 2.

Vantagens	Inconvenientes
Melhoria no transporte (realizado pelo tapete rolante)	Custos relativos a alterações necessárias no respetivo espaço
Redução do espaço ocupado	Dificuldade de procura de carrinhos com dimensões ou capacidade adequadas
Elevador coloca cestos ao nível do operador	
Garantia do FIFO	
Facilita o controlo de <i>stock</i>	

PROPOSTA 3

Carros com sistema elevatório, plataforma de rolos e capacidade para mais de 300 Kg (3 cestos). Colocação de 4 tapetes de rolos, dois quais, dois serão colocados um sobre o outro, sendo colocado o mesmo sistema em paralelo.

Número de carros:

1 em carga e 1 em descarga ou 2 em carga e 2 em descarga (um em cada nível).

Procedimento:

1. O operador coloca um primeiro cesto sobre o carro elevatório e adapta-o a um nível adequado para enchimento;
2. O operador retira os eixos da máquina de lavagem I e coloca-os no cesto. Cada vez que coloca um novo cesto para enchimento adapta a plataforma do transportador.
3. Após perfazer os primeiros 3 cestos do lote, estes são transferidos para um dos níveis do tapete de rolos.
4. Este mesmo operador desloca-se novamente à saída da lavagem I com o carro e repete os passos 1 e 2.
5. Após perfazer os restantes 3 cestos, estes serão transferidos para o segundo tapete, colocado sob o anterior.
6. Os 6 cestos em simultâneo, 3 em cada “prateleira”, irão permanecer em espera até a próxima operação. Será possível garantir o FIFO, no entanto, é necessário garantir que sejam sempre retirados, os 3 cestos de cada “prateleira” para maquinação.
7. O operador responsável pela indução, transfere os respetivos cestos, 3 de cada vez, para o carro, colocando-o em posição para abastecimento da indutora. A cada cesto vazio retirado a plataforma é adaptada para um nível adequado.
8. Quando o carro estiver totalmente vazio, este operador repete novamente o passo 5.

Produtos Manutan:

Tabela I.7 - Características e valores dos produtos Manutan para a Proposta 3.

Descrição / Código	Cap.	Alt. mín.	Alt. máx.	Peso	Largura tampo	Comp. Plataforma	Preço
Carro / <u>A036645</u>	300 kg	348 mm	850 mm	83 kg	500 mm	840 mm	699,00 €
Plataforma de rolos/ <u>A036636</u>	300 kg			23 kg	500 mm	840 mm	610,00 €

Idênticos às figuras I.2 e I.3.

Tabela I.8 - Quantidades de produto e valor estimado para a Proposta 3.

Código	Quantidade	Preço
<u>A036645</u>	2	1398€
<u>A036636</u>	2	1220€
		2618€

+ 4 tapetes de rolos

Tabela I.9 - Vantagens e inconvenientes da Proposta 3.

Vantagens	Inconvenientes
Melhoria no transporte (realizado pelo tapete rolante)	Custos relativos a alterações necessárias no respetivo espaço
Redução do espaço ocupado	Garantir que são retirados os cestos corretos para indução.
Elevador coloca cestos ao nível do operador	
Garantia do FIFO	
Facilita o controlo de <i>stock</i>	
Maior facilidade em encontrar carrinhos com dimensões ou capacidade adequadas	

Nota: Todas as características e valores atrás mencionados relativos aos produtos da marca *Manutan* podem ser consultados no site da própria marca: <http://www.manutan.pt/pt/map>.