



• 1

G.

FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Automatização da traçabilidade das linhas de carters da Renault Cacia

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Autor

Flávia Andreia Soares Pinho

Orientador(es)

Professor Doutor José Afonso Engenheiro Leonel Simões

Júri

Presidente **Professor Doutor Cristóvão Silva**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais **Professor Doutor José Luís Ferreira Afonso**
 Professor auxiliar da Universidade de Coimbra
Professor Doutor Germano Manuel Correia dos Santos Veiga
 Professor auxiliar convidado da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Renault Cacia



Atena – Automação Industrial Lda



Technifor

Coimbra, Julho, 2012

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder entusiasmo.”

Winston Churchill

Agradecimentos

A realização deste projeto não teria sido possível sem a colaboração de muitas pessoas e instituições às quais gostaria de exprimir o meu agradecimento.

Ao Professor Doutor José Afonso pelo apoio e disponibilidade que sempre manifestou no acompanhamento e orientação deste projeto.

Ao Professor Doutor Cristóvão Silva pela forma como conduziu as suas aulas, despertando o meu interesse pela atividade de produção, que fui aprofundando e que culminou na realização deste trabalho.

À Renault Cacia, onde desenvolvi grande parte deste trabalho e de forma particular ao Engº Leonel Simões, meu orientador de estágio, pela oportunidade e confiança demonstrados.

Um especial agradecimento aos engenheiros Ernesto Santos, Rui Vasconcelos, António Sousa e também ao chefe de uma das linhas de produção de carters, Paulo Ferreira, pela grande ajuda prestada e excelente integração na equipa.

Ao Ateliê 2, em particular ao Ricardo Osório, João Reis e Cliff Santos, pelo acolhimento, integração, amizade e apoio cedido.

Ao Porfírio Silva, representante da Atena – Automação Industrial Lda e ao Hugo Coelho, representante da Tecnhifor, pela disponibilidade no fornecimento dos orçamentos do sistema proposto.

Um especial agradecimento a toda a minha família e amigos, em especial à Catarina Loures Lourenço e à Ana Catarina Morgado, pelo apoio e amizade que manifestaram ao longo do tempo.

E por fim, um agradecimento muito especial ao Alexandre Carvalho pelo enorme apoio que me prestou. O seu incentivo foi determinante para a conclusão desta etapa.

Resumo

No âmbito da tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, desenvolveu-se um projeto de traçabilidade na área da produção.

Este trabalho teve origem no estudo de um modelo de traçabilidade de uma linha de produção de carters, mecanismo e embraiagem, de uma empresa do ramo automóvel, Renault Cacia, situada em Aveiro. Observando-se a concorrência entre as indústrias de componentes para automóveis pela conquista dos mercados nacional e internacional, percebeu-se que a traçabilidade é um item de qualidade que propicia um diferencial competitivo. Surgiu portanto a necessidade de avaliar os métodos de traçabilidade de peças existentes e encontrar o método ideal para a empresa em questão. Este estudo culminou na escolha do método de traçabilidade mais apropriado, tendo em conta o processo de fabrico, com menores custos e maior facilidade de aplicação, de maneira a propiciar ganho de produtividade e de qualidade, além de atender as exigências dos clientes.

Palavras-chave: [Traçabilidade], [Etiiqueta], [Marcação], [Carte],
[Industria Automóvel]

Abstract

Under the Master's thesis in Industrial Engineering and Management, Faculty of Science and Technology, University of Coimbra, was developed a traceability project in the production area.

This work originated in the study of a traceability model on a production line of housings, engine and clutch, of a car company, Renault Cacia, located in Aveiro. Observing the competition between the car components industries looking to achieve national and international markets, it's understood that traceability is a quality item that provides a competitive advantage. Therefore, it becomes necessary to evaluate the methods of tracking existing parts and find the ideal method for the company in care. This study culminated in choosing the most appropriate method of tracking, taking into considering the manufacturing process, with lower costs and greater ease of application, in order to provide increased productivity and quality, meeting customer requirements.

Keywords [Traceability], [Label], [Marking], [Carter], [Automotive Industry].

Índice

Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas	xii
Siglas	13
1. Introdução	15
1.1. Enquadramento do problema.....	15
1.2. Estrutura da dissertação	17
1.3. Renault Cacia.....	17
1.3.1. Produtos e serviços [1].....	18
1.3.2. Organigrama.....	19
1.3.3. Apresentação do Ateliê 2	22
2. Fundamentação teórica	25
2.1. Traçabilidade	25
2.1.1. Importância da traçabilidade no sector automóvel	28
2.1.2. Vantagens e desvantagens no sistema de traçabilidade	29
2.1.3. Tecnologias de informação em traçabilidade	30
2.1.4. Qualidade	31
2.1.5. Tipos de Traçabilidade.....	34
2.1.6. Tecnologias de Marcação.....	35
2.2. Lean.....	44
2.2.1. Princípios do Lean	48
2.2.2. Eliminação de Desperdícios	51
2.2.3. Ferramentas LEAN	53
3. Apresentação do sistema de produção.....	55
3.1. Os produtos.....	55
3.1.1. Evolução de referências	56
3.1.2. Material constituinte do carter.....	57
3.1.3. Não conformidades dos carters	58
3.2. Processo de produção atual	59
3.3. Fornecedores de carters.....	68
3.4. Custos.....	68
3.5. PPM (Partes por milhão) Sucata.....	70
3.6. Tratamento das não-conformidades	71
3.7. Tratamento das reclamações	74
3.8. TCy (Temps de Cycle).....	74
3.9. Análise VA/NVA (Value Added/ Non Value Added).....	75
4. Sistema de traçabilidade	80
4.1. Sistema de traçabilidade atual	80
4.1.1. Custos.....	87
4.1.2. GÁLIA	87

4.1.3. Stratus	89
4.1.4. Benefícios e Desvantagens do sistema atual de traçabilidade.....	92
5. Propostas para novo sistema de traçabilidade.....	94
5.1. Objetivo do novo sistema	94
5.2. Tipo de traçabilidade do novo sistema.....	95
5.3. Proposta 1: Alteração estrutural do transportador	97
5.3.1. Impressão de etiqueta com código de barras com mais informação	101
5.3.2. Impressão de etiqueta código de barras com alteração de uma das linhas de caracteres	103
5.3.3. Impressão etiqueta com Data Matrix	105
5.3.4. Marcação do Data Matrix diretamente na peça no final da linha de produção	
106	
5.3.5. Custos da proposta 1	109
5.4. Proposta 2: Marcação diretamente na peça no início da linha de produção	110
5.4.1. Custos da proposta 2	117
5.4.2. Ganhos da proposta 2	117
6. Conclusões	118
6.1. Proposta escolhida	118
6.2. Propostas para trabalhos futuros.....	118
6.3. Balanço do estágio	120
Referências Bibliográficas	121
Anexo A – Procedimento para emissão de etiquetas	124
Anexo B - Caracterização de etiquetas GÁLIA	126
B.1 – Caracterização da etiqueta de produto acabado.....	126
B.2 - Caracterização da etiqueta GÁLIA de brutos de POE	127
B.3 - Caracterização da etiqueta GÁLIA de brutos de POI	127
Anexo C - Descrição das operações do processo de fabricação de carters	128
Anexo D – Registo de traçabilidade	130
D.1 - Traçabilidade às peças não-conformes resultantes da maquinagem	130
D.2 - Traçabilidade às peças não-conformes com origem no fornecedor	131
D.3 - Traçabilidade após estanquidade	132
D.4 - Traçabilidade às GÁLIAS	133
D.5 - Traçabilidade de brutos	134
Anexo E – Carter CED JR com e sem taquímetro.....	135
Anexo F – FOS traçabilidade + controlo de porosidades + emissão de GÁLIA	136
Anexo G – FOS controlo 100% de porosidades no carter maquinado CED MT1	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. - Construção da fábrica C.A.C.I.A (Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel)	17
Figura 1.2. – Caixa de velocidades JH [2]	19
Figura 1.3. – Organograma	21
Figura 1.4. – Layout AT2.....	22
Figura 1.5. – Eixos Finos	23
Figura 1.6. – Eixo Marcha Atrás	23
Figura 1.7. – Caixas Diferenciais	23
Figura 1.8. – Carter embraiagem [3].....	24
Figura 1.9. – Carter mecanismo [3]	24
Figura 1.10. – Carters de uma caixa de velocidades [3]	24
Figura 2.1. – Tracing e Tracking na traçabilidade [4]	25
Figura 2.2. – Relação fornecedor/construtor automóvel [4]	26
Figura 2.3. – Constrangimentos resultantes da produção de um defeito [5].....	33
Figura 2.4. – Constrangimentos resultantes do envio de um produto defeituoso para o cliente [5]	33
Figura 2.5. – Princípios de funcionamento da traçabilidade [8].....	34
Figura 2.6. – Código de barras usado nos carters CM TL4 (M3).....	36
Figura 2.7. – Estrutura básica da etiqueta RFID (Adaptado de [6])	37
Figura 2.8. – Funcionamento da tecnologia RFID (Adaptado de [10])	37
Figura 2.9. – Marcação por riscagem [2]	39
Figura 2.10. – Marcação por laser [10]	39
Figura 2.11. – Marcação por micro-percussão [2].....	40
Figura 2.12. – Marcação de Data Matrix por laser numa bomba de óleo	42
Figura 2.13. – Marcação de Data Matrix por micro-percussão num carter AEQ.....	42
Figura 2.14. – Produção artesanal [14]	44
Figura 2.15. – Produção em massa [13]	45
Figura 2.16. – Tipos de atividades presentes num processo	50
Figura 2.17. – Tipos de desperdícios Lean [21]	51
Figura 3.1. – Famílias de carters produzidas na Renault Cacia.....	55

Figura 3.2. – Evolução do número de referências ao longo do tempo.....	57
Figura 3.3. – Carregamento da linha do módulo 1	60
Figura 3.4. – Marcação manual no carter.....	60
Figura 3.5. – CU's - centros de maquinção de peças.....	61
Figura 3.6. – Bancada destinada ao controlo frequêncial N1 - Marposs e BdL.....	62
Figura 3.7. – Palete com balogh	62
Figura 3.8. – Posto de estanquidade do módulo 2	63
Figura 3.9. – Colagem de etiqueta no módulo 1	63
Figura 3.10. – Colagem de etiqueta no módulo 2.....	64
Figura 3.11. – Embalamento/ Identificação de contentor com etiqueta GÁLIA.....	65
Figura 3.12. – Leitura e colagem da etiqueta código de barras	65
Figura 3.13. – Leitura e colagem da etiqueta código de barras	66
Figura 3.14. – OP 160 (Operação 160): Controlo Banco Pall.....	67
Figura 3.15. – Evolução mensal dos custos das ferramentas	69
Figura 3.16. – Evolução mensal dos custos da Sucata.....	69
Figura 3.17. – Média de atividades no módulo 4	76
Figura 3.18. – Repartição de atividades por posto em percentagem no módulo 4	77
Figura 3.19. – Percentagem de VA/NVA por operação no módulo 4	78
Figura 3.20. – Média VA/NVA no módulo 4.....	78
Figura 3.21. – Média VA/NVA no módulo 4 depois da automatização da traçabilidade ...	79
Figura 4.1. – Localização dos registo de traçabilidade e da marcação da peça	81
Figura 4.2. – Esquema de geração e leitura de etiqueta no módulo 1	83
Figura 4.3. – Esquema de geração e leitura de etiqueta no módulo 2	83
Figura 4.4. – Esquema de geração e leitura de etiqueta nos módulos 3 e 4	84
Figura 4.5. – Etiquetas código de barras usadas nos carters (Á dir.: etiqueta usada nos módulos 1 e 2; Á esq.: etiqueta usada nos módulos 3 e 4)	84
Figura 4.6. – Legenda do código de barras usado nos carters CM TL4 (M3)	84
Figura 4.7. – Fluxo do sistema atual	86
Figura 4.8. – Etiquetas GÁLIA usadas nas linhas dos carters (1- Etiqueta produto acabado, 2- Etiqueta brutos POI, 3- Etiqueta brutos POE).....	89
Figura 4.9. – Pesquisa das embalagens fabricadas através da referência do maquinado 8200667174 – CM ND4	90
Figura 4.10. – Pesquisa das embalagens através da referência do maquinado 8200667174 – CM ND4	91

Figura 4.11. – Pesquisa das embalagens expedidas através da referência do maquinado 8200610186 – CM TL4	91
Figura 5.1. – Pontos fracos e fortes do registo peça a peça e registo por lote [Algumas recomendações gerais].....	96
Figura 5.2. – Árvore de decisão para a escolha de diferentes soluções de traçabilidade [24]	97
Figura 5.3. – Layout e planta do transportador do módulo 1 (À esq.: layout módulo 1; À dir.: transportador módulo 1)	98
Figura 5.4. – Alteração pretendida no transportador do módulo 1	99
Figura 5.5. – Localização das células de r/w, módulos de processamento e estrutura de marcação no módulo 3.....	101
Figura 5.6. – Carter CM ND4: Zona de colagem da etiqueta	102
Figura 5.7. – Aumento da quantidade de informação no código de barras.....	103
Figura 5.8. - Alteração de uma das linhas da etiqueta código de barras	104
Figura 5.9. - Fluxo do sistema de traçabilidade com impressão de etiqueta código de barras com mais informação	105
Figura 5.10. - Resultado do teste de marcação na Technifor	107
Figura 5.11. - Fluxo do sistema de traçabilidade com marcação Data Matrix diretamente na peça.....	109
Figura 5.12. - Display do módulo 1	112
Figura 5.13. - Layout do módulo 1 com as alterações referentes à proposta 2	114
Figura 5.14. - Fluxograma do sistema proposto para o módulo 1	115
Figura 5.15. - Fluxograma do sistema proposto para os módulos 2, 3 e 4.....	116

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo das tecnologias RFID, Data Matrix, Laser, Riscagem, Punção e Código de Barras. [10]	44
Tabela 2 - Produção Tradicional vs Produção LEAN (Adaptado [14] e [18]).....	48
Tabela 3 - Referências produzidas na Renault Cacia.....	56
Tabela 4 - Codificação do fornecedor e molde.....	68
Tabela 5 - Quantidade de sucatas registadas nos módulos dos carters	70
Tabela 6 - Principais causas da origem de sucata.....	70
Tabela 7 - Principais causas da origem de sucata.....	71
Tabela 8 - Comparação entre TCy real e TCy Bíblia	75
Tabela 9 - N° de módulos de processamento e células r/w nos módulos.....	100
Tabela 10 - Custos associados à proposta de impressão de etiqueta código de barras com mais informação	110
Tabela 11 - Registo de informação de traçabilidade das peças	113
Tabela 12 - Custos associados à segunda proposta.....	117
Tabela 13 - Ganhos associados à segunda proposta	117
Tabela 14- Operações de produção.....	128

SIGLAS

2D	Bi-dimensional
AT	Ateliê
AVSQ	<i>Associazione nazionale dei Valutatori di Sistemi Qualità</i>
BD	Base de dados
BdL	<i>Borde de Ligne</i>
BL	<i>Bordereau de Livraison</i>
CACIA	Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel, SA.
CED	Carter embraiagem
CM	Carter Mecanismo
CSI	<i>Concepteur Système Industriel</i>
CU	<i>Centre d'Usinage</i>
CUET	<i>Chef d'Unité Elémentaire de Travail</i>
CV	Caixa de velocidades
DQ	<i>Direction de la Qualité</i>
DQDF	<i>Direction de la Qualité de la direction des fabrications</i>
EAN	<i>European Article Number</i>
EAQF	<i>Evaluation Aptitude Qualité Fournisseur</i>
EUA	Estados Unidos da América
FIFO	<i>First In First Out</i>
FOS	<i>Feuille d'Opération Standard</i>
GÁLIA	<i>Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile</i>
GPI	Gestion de la Production Intégrée
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
ICP	Ideia Concreta de Progresso
HMI	<i>Human Machine Interfaces</i>
ILN	<i>International Logistic Network</i>
ISO	<i>Internacional Standard Organization</i>
ISO/EIC	<i>International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission</i>
ISO/TS	<i>Internacional Standard Organization/ Technical specification</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
M1/2/3/4	Módulo 1/2/3/4
MAL	Máquina de lavar
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MOD	Mão-de-obra direta
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>

NC	Não-Conforme
NVA	<i>Non Value Added</i>
OP	Operação
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
POE	<i>Pièces Ouvrées à l'Extérieur</i>
POI	<i>Pièces Ouvrées à l'Intérieur</i>
POU	<i>Pièces Ouvrées Usine</i>
PPM	Partes por milhão
PS4N	<i>Plan de Surveillance 4 Niveaux</i>
PSP _p	<i>Pilotage et Suivi des Fluxs pièces</i>
QRQC	<i>Quick Response Quality Control</i>
QS-9000	<i>Quality System-9000</i>
R/W	<i>Read/Write</i>
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i>
RO	Rendimento operacional
SMED	<i>Single-Minute Exchange of Die</i>
SQF	<i>Service Qualité Fournisseurs</i>
TCy	<i>Temps de Cycle</i>
TGP	<i>Technicien de Gestion de Prodution</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
UC	<i>Unité de Conditionnement</i>
UCM	<i>Usiné de carrosserie montage</i>
UET	<i>Unité Elémentaire de Travail</i>
UFM	<i>Usine de Fabrications Mecaniques</i>
UM	<i>Usine Mécanique</i>
VA	<i>Value Added</i>
VDA 6.1	<i>Verband der Automobilindustrie</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório é feito um enquadramento do problema objeto de estudo deste projeto. A estrutura da dissertação também é descrita neste primeiro capítulo. Por fim, é feita uma breve apresentação da Renault Cacia, empresa que acolheu o projeto, onde, entre outras coisas, é efetuada uma descrição de todos os produtos fabricados no ateliê, inclusive do produto alvo do estudo.

1.1. Enquadramento do problema

Nos dias de hoje, o mercado automóvel está cada vez mais globalizado e extremamente competitivo. Esta fato leva a que as empresas deste segmento tenham de ser flexíveis nos seus processos produtivos e ofereçam elevada qualidade nos produtos, sendo estes fatores essenciais para se diferenciarem dos seus concorrentes e conquistarem clientes.

A indústria automóvel sempre ocupou um papel de destaque na economia mundial, uma vez que possui uma elevada capacidade de gerar empregos diretos e indiretos e de movimentar a economia nos mercados onde ela se insere. Devido à elevada rentabilidade no setor, existe a necessidade de investir em inovações tecnológicas com o objetivo de reduzir custos de produção e garantir a qualidade e a segurança de cada componente.

Com uma procura crescente por qualidade e tendo que, ao mesmo tempo, aumentar a produtividade das suas linhas, as empresas deste segmento encontraram na traçabilidade uma ferramenta poderosa para ajudar a suprir estas necessidades.

A traçabilidade surgiu há mais de trinta anos na gestão da qualidade das linhas de montagem da indústria aeroespacial, sendo que na indústria automóvel o tema, hoje em dia ainda, é muito discutido. Sistemas de registo manuais mostraram-se até hoje muito ineficientes quanto à sua fiabilidade, velocidade de atualização entre outros fatores que prejudicam o tempo de resposta necessário, tendo em conta as atuais exigências do

mercado. Torna-se assim muito crítica a tomada de decisão em função destas informações, gerando uma certa descredibilização das empresas, que por vezes pode tornar-se irreparável.

No ambiente atual, todos os componentes de um automóvel precisam de ser sujeitos a uma traçabilidade em tempo real, com a capacidade de integrar os respetivos dados à análise de supervisão de qualidade. Desta forma, podem obter-se informações antecipadas sobre problemas com componentes, diagnosticar as principais causas e solucionar os problemas da forma mais rápida possível. A capacidade de rastrear dados de peças, inclusivamente dados do próprio fornecedor, permite a traçabilidade de todo o processo de produção, atendendo às exigências normativas. Cada peça é marcada com um único número de série codificado, permitindo que a peça seja monitorizada e identificada durante o processo de fabricação e também durante o seu ciclo de vida. Com isto, no futuro próximo os fabricantes de automóveis terão a capacidade de identificar cada componente específico. Ao suspeitar de um problema, poderão ser capazes de determinar em quais os automóveis os componentes foram montados e emitir um aviso ao proprietário mesmo antes do seu conhecimento. A adoção de traçabilidade permite uma maior rapidez no isolamento de um problema ocorrido e o bloqueio das suas consequências. A traçabilidade pode ainda reduzir os custos de fabricação além de agregar valor ao produto final, sendo, ainda, um dos principais requisitos das normas de qualidade correntemente implantadas pelas empresas de montagem de viaturas e aceites como boa prática de fabricação.

Com a expansão do comércio global e o aumento da informatização nas empresas, as descrições dos produtos e serviços terão de ser substituídas por um código que permita um padrão de identificação em todos os setores do comércio e das indústrias no mundo inteiro. Um dos códigos-padrão mais atual é o Data Matrix, que proporciona uma marcação rápida e definitiva diretamente sobre a peça, com marcação em espaço reduzido e com uma quantidade razoavelmente grande de informações. Com essa flexibilidade e abrangência, este tipo de código tem sido cada vez mais usado em diversos segmentos de indústrias, tais como aeroespacial, de equipamentos médicos, eletrónicos, semicondutores e principalmente o segmento automóvel.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar os benefícios associados à automatização de um sistema de traçabilidade, bem como as ferramentas existentes para sua implementação na indústria automóvel.

1.2. Estrutura da dissertação

Este trabalho é composto por seis capítulos, incluindo este, introdutório. A fundamentação teórica, que constitui o alicerce conceitual que sustenta toda a dissertação está apresentada no capítulo 2, onde serão abordados temas como a traçabilidade, os tipo de marcação existentes, e ainda o enquadramento da metodologia lean neste projeto. No capítulo 3 apresenta-se o sistema de produção de carters, assim como todos os aspectos relacionados com a produção das peças. No capítulo 4 é apresentado o sistema de traçabilidade usado atualmente nas linhas de carters. No capítulo 5 são apresentadas as propostas de implementação do novo sistema de traçabilidade, assim como as suas vantagens e desvantagens. O capítulo 6 apresenta as conclusões deste trabalho e propostas para trabalhos futuros. Neste capítulo é também enunciada a proposta do sistema de traçabilidade que responde às necessidades da empresa. Por fim serão apresentadas as referências bibliográficas.

1.3. Renault Cacia

A construção do grande complexo industrial da Renault foi inicializada, em Cacia, no ano de 1980, na vila de Cacia, área periférica a norte de Aveiro. A figura 1.1 mostra a fábrica em construção. A atividade produtiva arrancou definitivamente em 1981, mas só um ano mais tarde foram oficialmente inauguradas as instalações da fábrica, com a presença do Presidente da República Portuguesa, General António dos Santos Ramalho Eanes.

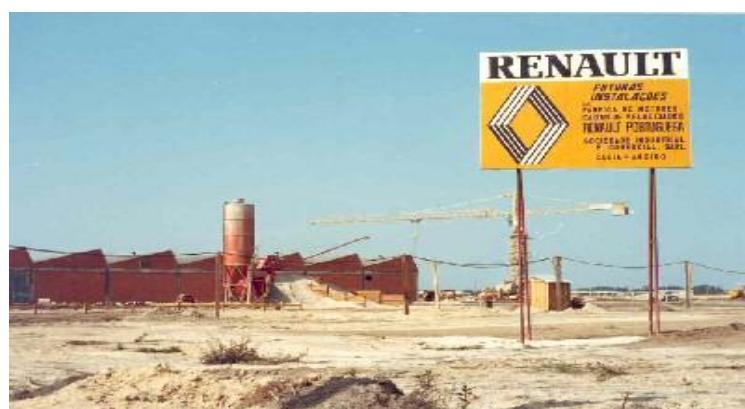


Figura 1.1. - Construção da fábrica C.A.C.I.A (Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel)

Desde a sua fundação, conta com competentes meios humanos e técnicos: um know-how traduzido pelo investimento contínuo e pela valorização constante do pessoal através da formação e informação, um parque com cerca de 500 máquinas, centros de maquinção flexíveis e de alta velocidade e máquinas de comando numérico [1]. Esses equipamentos são a base de uma grande flexibilidade e de excelentes desempenhos. A fábrica dispõe ainda de cerca de 1100 trabalhadores efetivos [2]. Esta disponibilidade de recursos técnicos e humanos culminam num projeto de reconhecido prestígio nacional e internacional.

Segundo os dados presentes no *site* da Renault Cacia [3], esta comporta uma unidade fabril cuja superfície total se estende por 300 000 m². Para além da área ocupada, a empresa dispõe ainda de bastante espaço para eventual expansão.

1.3.1. Produtos e serviços [1]

As elevadas competências que envolvem a unidade fabril da Renault Cacia, sustentam um avançado processo de maquinção e montagem de componentes mecânicos, nomeadamente para motores e caixas de velocidades. O rigor que orienta todo o processo produtivo, a par das capacidades independentes de investigação e desenvolvimento, reflete o elevado índice de qualidade da diversidade dos componentes fabricados para o Grupo Renault. Da vasta gama de produtos fabricados na Renault Cacia destacam-se os órgãos, considerados estratégicos para a fábrica: caixas de velocidades, árvores de equilibragem, bombas de óleo. Estes órgãos são estratégicos por várias razões: as caixas de velocidades porque representam a maior parte do nosso volume de negócios; as árvores de equilibragem, porque a sua produção tem origem exclusivamente na Renault Cacia; as bombas de óleo porque representam 80% da produção do Grupo. Partindo de peças em bruto, compradas ao exterior, a Renault Cacia dispõe de centros de maquinção modernos e flexíveis que fabricam componentes para caixas de velocidades e motores. A figura 1.2 mostra uma caixa de velocidades JH. É na caixa de velocidades vão ser montados os carters, assim como outros produtos: Carretos PK, Caixa Diferencial ND/JR, Eixos JC/JB/JR, Cone crabot TL4, Coroas JR, Árvore primária JR, Árvore secundárias JR e Pinhões JR. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas Renault e Nissan de montagem de

automóveis situadas em países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, África do Sul, Irão e Índia.

A Renault Cacia dispõe ainda de sofisticados meios de investigação de controlo de qualidade, como gabinete de estudos, laboratórios de centros de ensaio, onde se reafirma continuamente o domínio de todo o processo produtivo. A aposta na investigação conduz ao cumprimento de todos os critérios de exigência de qualidade impostos pelo mercado.

Figura 1.2. – Caixa de velocidades JH [2]



1.3.2. Organigrama

De acordo com dados da Renault Cacia [2], neste momento a Renault Cacia conta com cerca de 1100 funcionários efetivos com uma média de idade de cerca de 42 anos. Relativamente à mão de obra, a empresa apostava na aposta contínua na formação profissional, com um número médio de horas de formação por colaborador de 40 horas. Por forma a motivar os colaboradores foi criado um sistema de atribuição de prémios através de sugestões dadas pelos próprios. A participação dos colaboradores no sistema de sugestões (ICP - Ideia Concreta de Progresso) é em média de 6,4 sugestões por

homem/ano. A nível de accidentologia a Renault regista 0 acidentes. A figura 1.3 mostra o organograma da empresa. Decidiu-se explorar mais o AT2 (Ateliê 2), uma vez que foi o local alvo do trabalho apresentado.

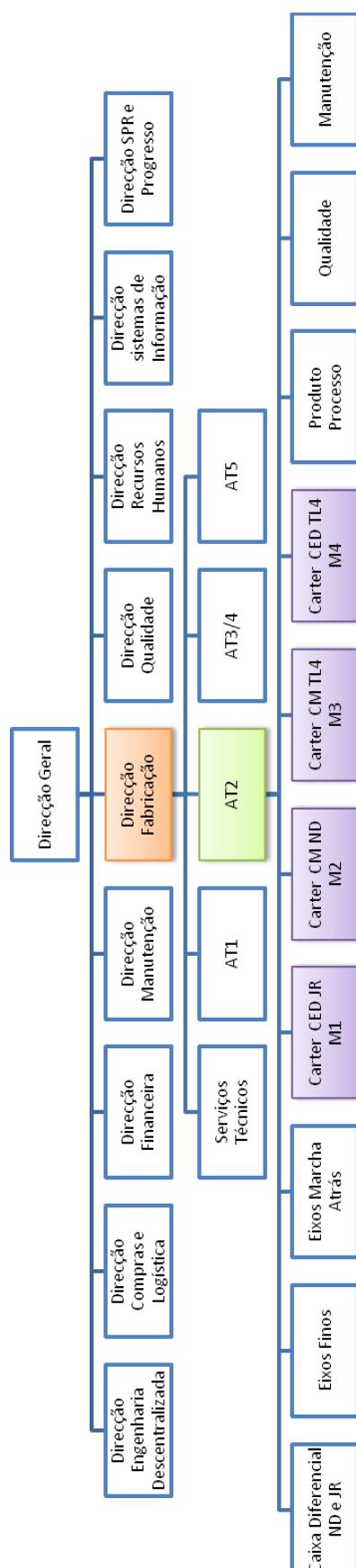


Figura 1.3. – Organigrama

1.3.3. Apresentação do Ateliê 2

O Ateliê 2 é constituído por 7 UET's (*Unité Elémentaire de Travail*), que são Eixos Finos, Eixos Marcha Atrás, Caixa Diferencial, Módulo 1, Módulo 2, Módulo 3 e Módulo 4. As 4 últimas UET's produzem carters. Cada UET é identificada com um código numérico de 4 algarismos. A figura 1.4 mostra o *layout* do AT2.

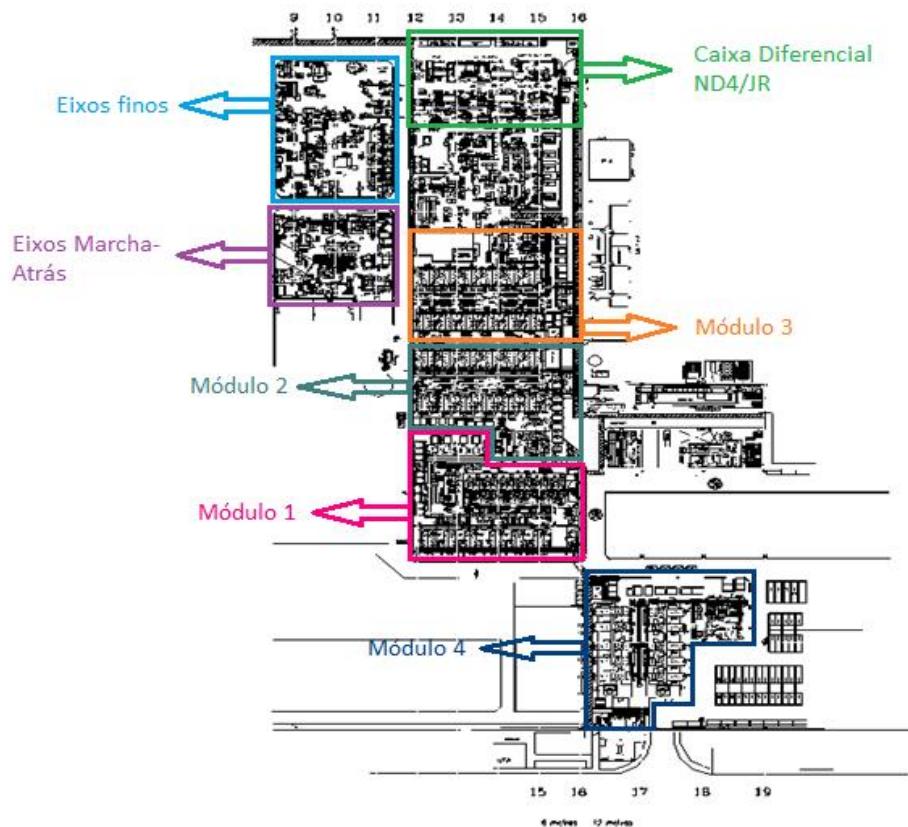


Figura 1.4. – Layout AT2

Todos os produtos fabricados no AT2 fazem parte da constituição da caixa de velocidades. De seguida serão apresentados todos esses produtos, inclusive, os produtos alvo de estudo.

Eixos Finos: Os eixos finos são determinantes na transição das mudanças. Existem 3 tipos de eixos finos: eixo 1^a/2^a, eixo 3^a/4^a e 5^a. A figura 1.5 mostra os 3 tipos de eixos, sendo produzidas várias referências de cada um deles.



Figura 1.5. – Eixos Finos

Eixos Marcha Atrás: Os eixos marcha atrás são responsáveis pela engrenagem da marcha atrás. A figura 1.6 mostra um eixo marcha atrás.



Figura 1.6. – Eixo Marcha Atrás

Caixa Diferencial: As caixas diferenciais são determinantes para o funcionamento da caixa de velocidade, uma vez têm a função distribuição de energia do motor para as rodas. Existem dois tipos de caixas de diferenciais: ND e JR, tal como mostra a figura 1.7. A JR começou a ser produzida no ano corrente.

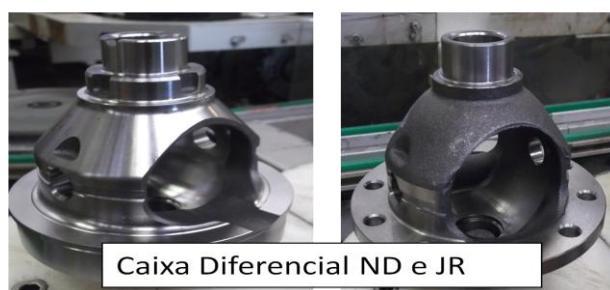


Figura 1.7. – Caixas Diferenciais

Carter: Os carters acondicionam o óleo valvolina na caixa de velocidades. Este óleo é viscoso, uma vez que no interior da caixa de velocidades se atingem temperaturas elevadas, permitindo que haja uma melhor lubrificação. Existem tipos de carters: cárter mecanismo (CM) e cárter embraiagem (CED).

O objeto de estudo deste trabalho são os carters embraiagem e mecanismo, de modo que será dada mais atenção a estes dois componentes.

O carter de embraiagem é uma caixa metálica de alumínio, que contém todos os componentes da embraiagem. Ela serve como ligação entre o motor e a caixa de velocidades. A figura 1.8 mostra um carter de embraiagem acoplado ao motor e ao carter de mecanismo.



Figura 1.8. – Carter embraiagem [3]

O carter de mecanismo é uma caixa metálica de alumínio, que contém todos os componentes que constituem a caixa de velocidades. Na figura 1.9 podemos visualizar um carter mecanismo.

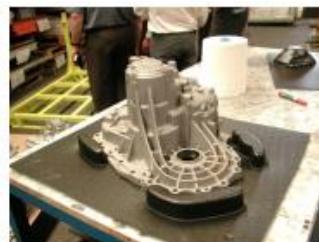


Figura 1.9. – Carter mecanismo [3]

Estes dois tipos de Carter juntos formam uma caixa em alumínio estanque dentro da qual vai circular o óleo que vai lubrificar os componentes da Caixa de Velocidades, como demonstra a figura 1.10.

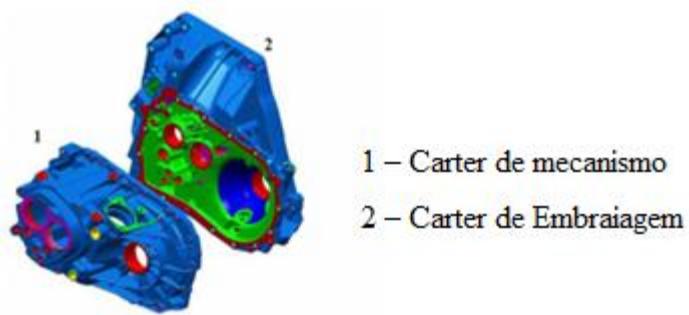


Figura 1.10. – Carters de uma caixa de velocidades [3]

Neste trabalho, estudaremos as linhas de produção de carters existentes no AT2.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é feita uma abordagem ao conceito de traçabilidade, assim como as tecnologias usadas em sistemas de traçabilidade existentes na literatura. É feito ainda um enquadramento da metodologia lean no projeto.

2.1. Traçabilidade

A traçabilidade é a capacidade de recuperação do histórico ou da localização de uma entidade (atividade ou processos, produtos, organismo ou uma combinação do conjunto) através de identificações registadas na peça ou de registo efetuados ao longo dos processos. Os sistemas de traçabilidade permitem, portanto, conhecer através de um código numérico, qual a identidade de um produto e qual a sua localização. Primariamente, os sistemas de traçabilidade foram concebidos com o objetivo de controlar o histórico dos produtos em cadeias de abastecimento no seu percurso entre fábricas. Contudo, estes sistemas têm também vindo a ser introduzidos no controlo interno das próprias linhas de produção de uma fábrica. Neste contexto, é importante distinguir os termos *Tracking* e *Tracing*. A figura 2.1 ilustra os conceitos de *tracking* e *tracing*.

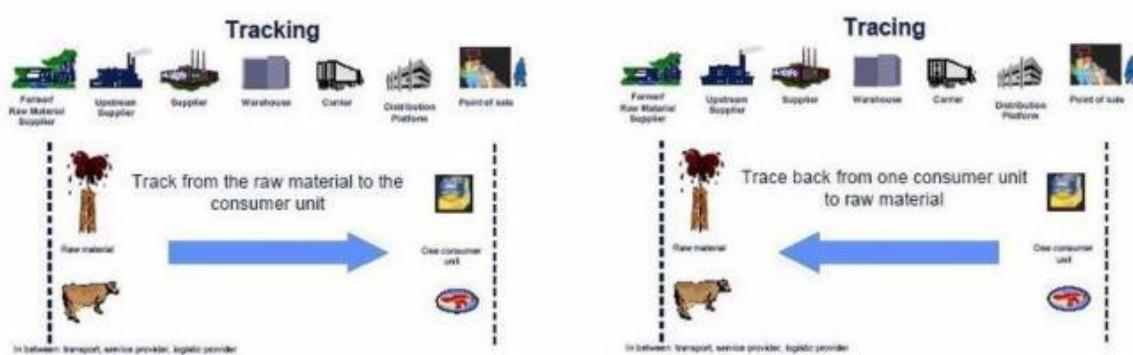


Figura 2.1. – Tracing e Tracking na traçabilidade [4]

- Tracking: é a capacidade de seguir a trajetória do fluxo de determinado item e/ou lote desde a matéria-prima até à unidade de consumo no seu percurso ao longo da cadeia de fornecimento.
- Tracing: é ter a capacidade de identificar a origem de determinado item em qualquer ponto da cadeia pelas referências e registos no seu percurso inverso até ao cliente final.

Os benefícios associados ao cumprimento destes conceitos prendem-se essencialmente com um conhecimento mais fiável do *stock* existente, uma capacidade de atuação mais rápida em relação a erros detetados no processo de fabrico e responsabilização dos operários pela qualidade do seu trabalho e grau de produtividade.

A utilização dos sistemas de traçabilidade ao nível interno na fábrica obriga a registar cada operação efetuada sobre a peça. O registo criado pode ser associado a uma base de dados, possibilitando a utilização desta informação para a criação de indicadores que permitam um controlo do desempenho de máquinas e pessoas em tempo útil.

A traçabilidade tem uma importância vital quanto ao fator qualidade do produto. O ciclo de vida dos produtos tem início no recebimento de materiais na empresa, e quer a empresa possua um sistema que garanta a qualidade da matéria-prima recebida, quer não, existirão sempre dados qualitativos destes materiais. Estes dados são de extrema importância para a base de dados do processo produtivo, uma vez que poderão ser usados para a melhoria contínua junto dos fornecedores, iniciando desta forma um ciclo totalmente ligado à cadeia de fornecimentos, conforme a figura 2.2. Desta forma podemos acompanhar qualitativa e quantitativamente todo o processo produtivo, materiais e produtos.

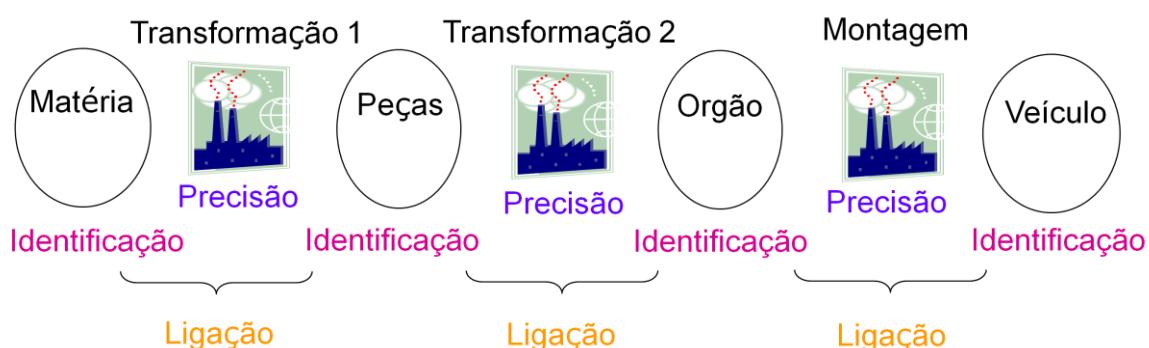


Figura 2.2. – Relação fornecedor/construtor automóvel [4]

Identificação dos produtos (fornecedor, referência do produto, nº do lote): comum ao fornecedor e ao construtor, e arquivado pelos dois parceiros.

Ligaçāo: relação entre as identificações do produto e o nº das embalagens (entregues ou expedidas) dominada, registada e arquivada.

Precisão: desvio entre o número de peças duvidosas e o número de automóveis controlados pela unidade de produção.

A traçabilidade é solicitada pelo cliente ao fornecedor, que procura identificar e monitorizar os produtos durante todas as fases do processo produtivo. Assim, pode-se garantir maior credibilidade aos seus produtos. A empresa pode ainda estabelecer um processo de identificação e de traçabilidade que vai além dos requisitos, para reunir dados que possam ser usados para uma melhoria. É importante realçar que para que um sistema de traçabilidade atinja a sua máxima eficácia, a identificação feita na peça deve permanecer nela pelo máximo de tempo possível.

A traçabilidade tem diversas finalidades, tais como:

- Assegurar que apenas materiais e componentes de qualidade entram no produto final;
- Identificar clara e explicitamente produtos que são diferentes, mas que sejam parecidos a ponto de serem confundidos entre si;
- Permitir o retorno de produto suspeito numa base precisa;
- Localizar falhas e tomar medidas corretivas a preço mínimo;
- Fortalecer a figura institucional da empresa;
- Estimular a concorrência através da diferenciação da qualidade;
- Permitir um rápido isolamento de produtos não-conformes.

Os sistemas de traçabilidade mais avançados e detalhados têm sido utilizados há muitos anos pelas indústrias automobilísticas, de aviação e aeroespaciais. No setor automóvel, em especial devido ao aumento da implantação da certificação ISO/TS 16949 (International Standard Organization/ Technical specification 16949) e de boas práticas de fabricação, os sistemas de traçabilidade têm sido melhorados, contribuindo com uma maior qualidade de informações armazenadas [5].

2.1.1. Importância da traçabilidade no sector automóvel

O sector automóvel sempre foi muito exigente em relação à qualidade das matérias-primas e no acompanhamento dos processos de fabricação, uma vez que a segurança dos seus clientes depende disso. Com normas cada vez mais rigorosas, como a ISO/TS 16949, este sector impõe aos seus fabricantes e fornecedores a utilização de diversos controlos para garantir a qualidade das peças fabricadas [6]. Para atender a essas exigências, os fabricantes adotam processos de traçabilidade cada vez mais complexos, que devem permitir o acompanhamento do processo de fabricação da peça em todas as suas fases. Além disso, devem agregar informações e medições que poderão auxiliar na determinação da qualidade da peça, no processo de isolamento de lotes defeituosos e até mesmo na verificação de falhas de fabricação. Cada veículo produzido é identificado através de um nº único (nº de série), conforme definido pela regulamentação, e este é constituído por uma grande diversidade de componentes (3000 a 5000 referências recebidas nas fábricas para cada modelo). As modalidades de identificação dos componentes é variável - nº de série, lote de fabricação, período de produção - segundo a especificação no plano, portanto a traçabilidade deve ser adaptada a cada componente em função da sua criticidade, das suas características físicas de marcação e do número de peças por embalagem.

Atualmente, além de ser um processo exigido pelas normas, a traçabilidade no sector automóvel também tem-se tornado num diferencial competitivo no mercado. As indústrias de componentes que adotam processos modernos de traçabilidade acabam por gerar valor associado aos seus produtos, ganhando assim a confiança dos seus clientes. Uma peça bem identificada pode ser rastreada em todos os seus aspetos, desde o lote e fabricante da matéria-prima, até às medidas e qualidade de materiais aplicados durante sua transformação em produto final. Este é um diferencial que aumenta a fiabilidade dos componentes para o fabricante e permite que produtos nacionais alcancem os mercados internacionais e se tornem competitivos, pois podem oferecer e comprovar a sua qualidade de fabricação por adotar processos de traçabilidade que são reconhecidos mundialmente. Com isso, a traçabilidade torna-se um requisito obrigatório para que as indústrias do setor automóvel se mantenham no mercado nacional e internacional. As ferramentas atualmente disponíveis permitem que a traçabilidade seja realizada com um alto grau de sucesso, trazendo benefícios para a indústria através do controlo de processos, custos, segurança e

qualidade que geram uma imagem muito positiva diante dos seus clientes finais. Concluindo, a traçabilidade no sector automóvel é determinante nos seguintes aspetos:

- **Proteção do cliente e da empresa**

- Contribuição para tratamento das não conformidades que podem afetar a fiabilidade do produto (avaria imobilizadora, segurança das pessoas e dos bens)

- **Respeito das exigências regulamentares**

- **Economia/Custos**

- A precisão na identificação dos elementos (peças, componentes, automóveis) não-conformes, ou julgados como tal, é essencial para o desempenho da traçabilidade
- Os custos das recolhas de automóveis nos clientes ou dos realinhamentos nas fábricas dependem desta precisão

- **Imagen de marca do construtor**

2.1.2. Vantagens e desvantagens no sistema de traçabilidade

A adoção de um sistema de traçabilidade no processo produtivo de uma indústria automóvel traz diversas vantagens, dentre as quais podem ser destacadas a redução de peças de sucata, o aumento da produtividade, o registo automático do histórico e segurança do mesmo e a melhoria da qualidade das peças. O conhecimento dos pontos exatos em que possam estar a ocorrer perdas durante o processo de produção, permite encontrar a melhor forma de saná-los e de reduzir os custos destas perdas. A traçabilidade é também uma ferramenta de gestão, que permite gerir os seguintes aspetos da cadeia produtiva [6]:

- Identificar os produtos ao longo das cadeias de produção e distribuição;
- Controlar produtos, processos e matérias-primas;
- Proporcionar o aperfeiçoamento e precisão da informação armazenada;
- Promover a competitividade nos mercados nacional e internacional;
- Facilitar a retirada do mercado de lotes de produtos defeituosos;

- Responder rapidamente aos pedidos de informação sobre os detalhes de fabricação da peça aos consumidores, garantindo transparência e confiança.

O investimento inicial na adoção destes sistemas é uma das principais desvantagens resultantes da utilização de um sistema de traçabilidade no processo de produção de peças e componentes, pois embora este investimento possa ser compensado no futuro com a conquista de novos clientes, abertura de novos mercados ou ainda redução de custos com o sistema tradicional, ele ainda é proibitivo em alguns casos. As pessoas que trabalham na linha de produção destas peças devem ser formadas com o novo sistema de traçabilidade e os seus equipamentos, gerando um custo adicional e um risco na fabricação, pois normalmente a mão-de-obra na indústria automóvel sofre com a elevada rotatividade [6].

2.1.3. Tecnologias de informação em traçabilidade

Com a globalização, a competitividade e interligação de clientes, fornecedores e parceiros em cadeias de negócios é cada vez maior e a utilização das tecnologias de informação pode ser considerado um fator de sobrevivência para as empresas. Caso a empresa não modernize os seus processos e aplique sistemas computacionais, vai ficar para trás num mercado competitivo e consequentemente será engolida pelos seus concorrentes [6]. Como em qualquer ramo que envolva segurança, no caso de traçabilidade de algumas peças automóvel, as informações devem ser armazenadas e mantidas por muitos anos. Se a traçabilidade não estiver implementada, encontrar estas respostas é impossível ou muito demorado. Portanto as empresas que pretendem sobreviver à concorrência tem necessariamente de fazer investimento tecnológico. A traçabilidade de dados envolve a etiquetagem ou marcação única de componentes específicos que são produzidos, evitando duplicidade, daí que o volume de informações transitados na produção e na montagem é grande e são importantes para todo o processo de traçabilidade de um veículo. A tecnologia torna a traçabilidade de peças e componentes automóvel mais rápida e confiável, diminui a margem de erro, facilita a identificação dos pontos críticos durante o processo de fabricação, que necessitam de aplicação de medidas corretivas, e a implementação de sistemas que identifiquem uma peça única. Devido a este cenário as indústrias têm investido na otimização de sistemas de informação que permitam a

traçabilidade dos produtos. Uma reclamação de um lote do produto pode ser investigada em profundidade com esses sistemas, através de uma análise dos dados presentes na base de dados. Portanto, os dados relativos à traçabilidade são inseridos numa base de dados, bem como as informações do fluxo do processo produtivo, isto depois de a empresa dispor de equipamentos que possuam facilidades de avaliação do produto como sensores, placas PLC's (*Programmable Logic Controller*), telas HMI's (*Human Machine Interfaces*) e outros meios facilitadores de obtenção de dados, além de computadores que fazem as avaliações dos resultados obtidos nestes dispositivos.

Quando se trata de pequenas indústrias, os requisitos de traçabilidade tornam-se um obstáculo à sua entrada, devido ao elevado custo destas tecnologias, pois a construção de plataformas para acompanhamento do ciclo de vida dos produtos é um processo com alto grau de investimento. Contudo, cresce a importância da aquisição de ferramentas tecnológicas para obter traçabilidade de peças, pois trata-se de uma necessidade global dos mercados nacionais e internacionais e um requisito cada vez mais importante dos clientes. A correta gestão dos sistemas e das tecnologias de informação é uma condição necessária ao uso eficaz dos recursos disponíveis e permite às empresas otimizar processos, reduzir tempos de execução, eliminar o desperdício e melhorar o retorno sobre o investimento realizado. Nos sistemas de gestão de base de dados, podem ser mantidos *backup's* diários, que irão garantir a disponibilidade da informação mesmo quando um determinado computador sofre uma avaria [6].

Para que o sistema opere e obtenha os benefícios esperados, é necessário que haja investimentos na compra de equipamentos e *software*, além da contratação ou subcontratação de pessoas com conhecimento técnico que possuam capacidade de dar todo o suporte necessário para a concretização destes benefícios, ou então com a subcontratação de empresas especializadas. Os investimentos com tecnologia e em subcontratação são compensados com o aumento da competitividade das empresas, permitindo-lhes que tenham uma estratégia mais agressiva na conquista de novos mercados, possibilitando diminuição dos prazos de entrega, produtos com mais qualidade e agilidade na tomada de decisões.

2.1.4. Qualidade

Qualidade é um conceito de uso universal nas indústrias do ramo automóvel. Uma das principais necessidades da indústria automobilística é a adequação às normas de gestão da qualidade, neste caso específico da ISO/TS 16949 que especifica os requisitos da ISO 9001:2000 para as industriais automóvel, que dita o seguinte:

“7.5.3 Identificação e traçabilidade.

Quando apropriado, a organização deve identificar o produto através de meios adequados ao longo da realização do produto. A organização deve identificar a situação do produto no que se refere aos requisitos de monitorização e de medição. Quando a traçabilidade é um requisito, a organização deve controlar e registrar a identificação única do produto.”

De fato, para a maioria dos principais fabricantes de automóveis, a certificação nessa especificação é um requisito obrigatório para se fazer negócios. A ISO/TS 16949 é uma norma automóvel mundial elaborada conjuntamente pelos membros do IATF (International Automotive Task Force) [6]. O IATF é um grupo de fabricantes de automóvel (General Motors, Ford, Daimler Chrysler, BMW, PSA Citroen, Volkswagen, Renault, Fiat) e as suas respetivas associações. Esse grupo foi formado com o intuito das empresas fornecerem produtos com a qualidade melhorada aos clientes.

A ISO/TS 16949 define requisitos do sistema da qualidade baseados na ISO 9001:2000, AVSQ (Associazione nazionale dei Valutatori di Sistemi Qualità) (Itália), EAQF (Evaluation Aptitude Qualité Fournisseur) (França), QS-9000 (Quality System-9000) (USA) e VDA 6.1 (Verband der Automobilindustrie) (Alemanha) [6]. A ISO/TS 16949 tem como objetivo principal unificar os requisitos de certificação das indústrias automóvel a nível mundial, evitando-se assim múltiplas certificações, e o desenvolvimento de um sistema de gestão da qualidade que promova a melhoria contínua, tendo como foco a prevenção de defeitos e a redução do desperdício [6]. A tendência observada é que futuramente a ISO/TS 16949 será o principal modelo de certificação reconhecido pelas empresas construtoras de automóveis. A produção de elementos com defeitos pode levar a custos elevados e a uma descredibilização irreparável. A figura 2.4 mostra quais os constrangimentos resultantes da deteção de um produto defeituoso, antes do mesmo ser enviado para o cliente.

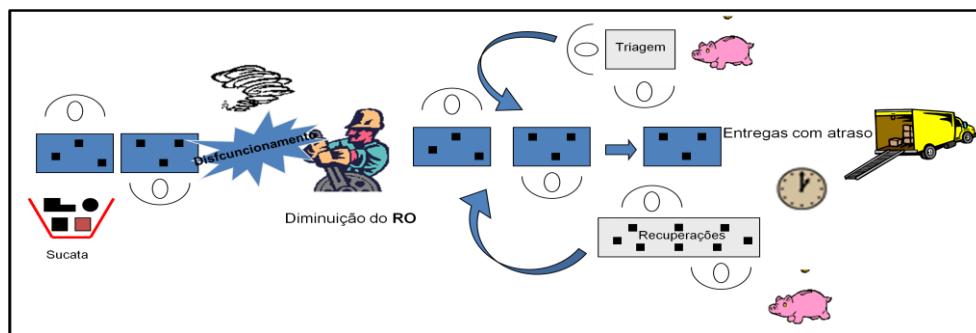


Figura 2.3. – Constrangimentos resultantes da produção de um defeito [5]

Portanto a traçabilidade trata-se de um requisito feito por órgãos regulatórios ou consumidores para promover a segurança no uso do produto. Por exemplo, se o *air-bag* falha, a empresa que construiu o veículo precisa encontrar todos os outros automóveis que tenham sido montados com o componente defeituoso o mais rápido possível. O ciclo de vida do produto deve auxiliar a empresa a retroceder aos dados originais do produto, seja qual for o momento.

A figura 2.5 mostra os constrangimentos inerentes ao envio de elementos defeituosos para o cliente e à montagem desses elementos no produto final.

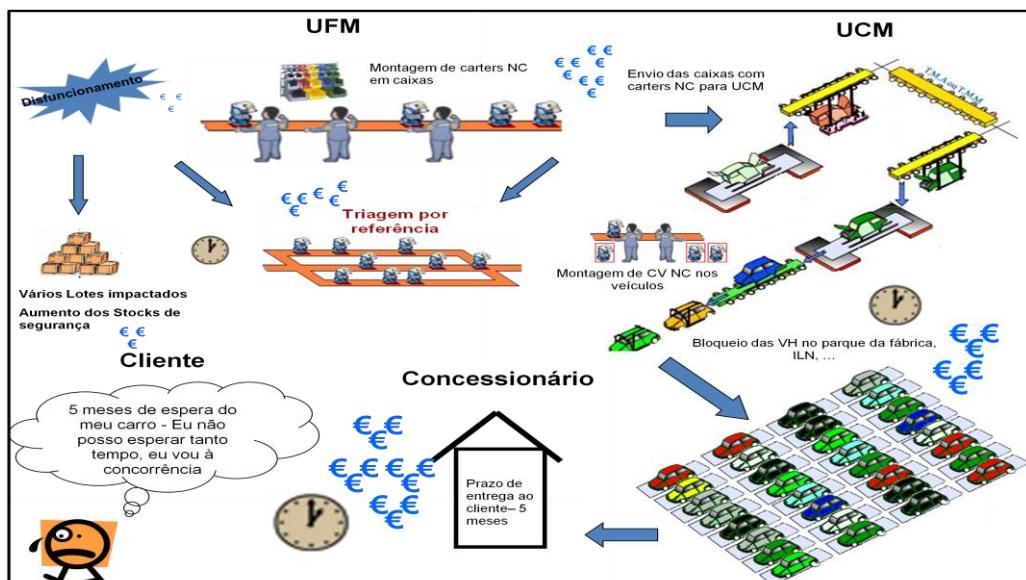


Figura 2.4. – Constrangimentos resultantes do envio de um produto defeituoso para o cliente [5]

As normas anteriores à ISO/TS 16949 não davam ênfase suficiente para a satisfação dos clientes ou melhoria contínua. Assim, os sistemas de traçabilidade foram inseridos dentro das normas específicas (VDA, QS 9000, EAQF e AVSQ) das empresas do setor

automóvel e mantiveram-se importantes também dentro da ISO/TS 16949, como pode ser observado no item 7.3, enunciado anteriormente, que trata este tema na referida norma.

2.1.5. Tipos de Traçabilidade

Atualmente existem dois tipos de traçabilidade utilizados pelas indústrias do sector automóvel: traçabilidade ao produto e traçabilidade ao processo. O primeiro é utilizado para o controlo interno da peça durante o processo de produção e o segundo para controlar informações em toda a cadeia produtiva, atingindo inclusive a aplicação da peça no produto final. Estes dois tipos de traçabilidade são aplicados com o objetivo de se evitar desperdícios, como a troca de componentes durante a montagem de peças acabadas antes do envio ao cliente e também para facilitar a localização e recuperação de lotes defeituosos, no caso de não-conformidades observadas após o lançamento da peça. No primeiro processo, o controlo é mais simples, uma vez que a peça é identificada durante seu processo de produção, dentro da fábrica. Essa identificação pode ser feita de dois modos: unitariamente (traçabilidade peça a peça) ou por lotes (traçabilidade lote a lote). A traçabilidade ao produto pode ser efetuada segundo dois princípios de funcionamento (figura 2.6): traçabilidade ascendente e traçabilidade descendente.

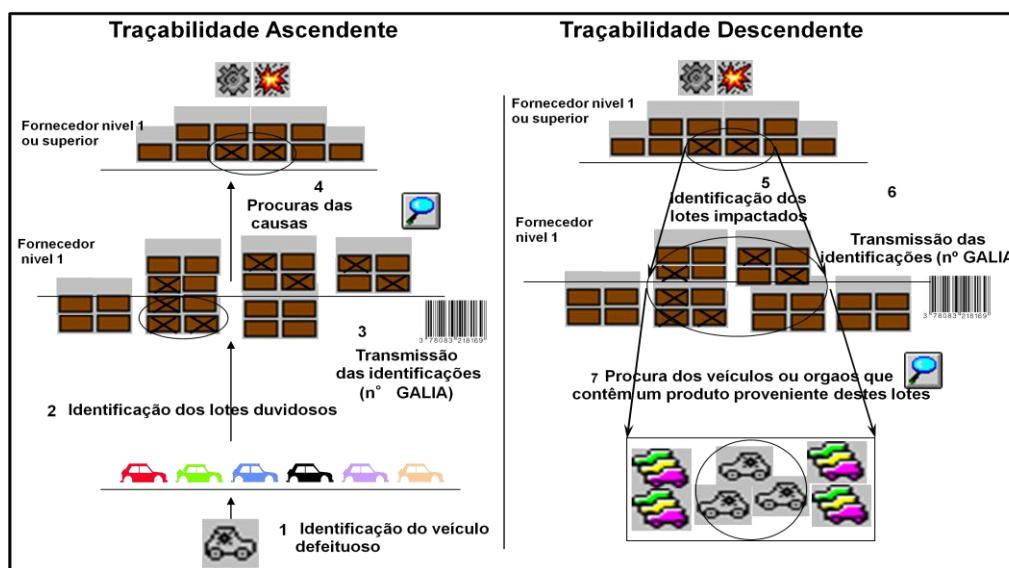


Figura 2.5. – Princípios de funcionamento da traçabilidade [8]

A traçabilidade ascendente consiste em, a partir de um veículo defeituoso, identificar lotes com automóveis defeituosos e posteriormente lotes com peças ou órgãos com defeito. A traçabilidade descendente consiste em, a partir de uma peça ou órgão

defeituoso, identificar os lotes duvidosos e se necessário os automóveis com produtos provenientes desses lotes duvidosos.

A traçabilidade ao processo é mais robusta, pois possibilita o controlo das informações da peça desde o início de sua produção até a chegada e aplicação no produto final. Assim, é possível localizar a qualquer momento informações sobre a fabricação e qualidade da peça, como por exemplo, quais os parâmetros presentes na máquina aquando da maquinção da peça. Este controlo garante que a peça passou por todas as operações de produção e que as informações a seu respeito estão guardadas e podem ser verificadas a qualquer momento, até mesmo depois de aplicadas ao produto final.

2.1.6. Tecnologias de Marcação

A traçabilidade pode ser estabelecida usando várias tecnologias e várias codificações. Portanto, existem diversas tecnologias utilizadas como formas de rastrear uma peça durante sua fabricação, sendo que a ideia básica é marcar cada artigo com uma identificação que pode ser registada à medida que o artigo é movido e modificado.

Entre as tecnologias mais usadas para traçabilidade no setor automóvel, existe o código de barras, que consiste numa pequena etiqueta impressa com códigos especiais que contém informações sobre a peça. É um dos mais conhecidos e utilizados pelas indústrias que procuram o controlo dos seus produtos devido à simplicidade e baixo custo de aplicação. Outra tecnologia é a *RFID* (*Radio Frequency Identification*), que consiste na utilização de etiquetas inteligentes que permitem sua leitura através de rádio frequência, à distância e com a peça em movimento. É uma tecnologia que está a revolucionar as cadeias produtivas, devido a sua flexibilidade de aplicação. Porém, nesta tecnologia os custos e a complexidade são maiores [9]. Nestes últimos anos, vem surgindo uma nova forma de identificação de peças que consiste em fazer uma marcação diretamente na peça. Uma das primeiras tecnologias baseadas neste conceito foi a riscagem. Esta permite a marcação de caracteres nas peças através de um deslocamento contínuo de uma ponta, de carbureto ou de diamante, que penetra na superfície a ser marcada sob o efeito de uma pressão pneumática. Esta técnica tem a desvantagem de estar dependente do espaço disponível na peça, para se marcar tudo o que se pretende. Uma tecnologia mais recente é a micro - percussão. Neste caso, a marcação é feita diretamente sobre a peça, em baixo relevo e em alta velocidade (até cinco caracteres por segundo). O último tipo de marcação é o laser,

onde a gravação é permanente e feita a alta velocidade sem contacto com o material, através de um feixe de luz e sem a necessidade de utilização de etiquetas. Para estas duas ultimas tecnologias, o tipo de codificação que pode ser aplicada é a seguinte: códigos numéricos ou alfanuméricos ou 2D (Bidimensional), como é o caso do Data Matrix, que permite uma marcação mais robusta e permanente. A codificação Data Matrix é considerada uma das melhores, pois, além de ser rápida e confiável, permite guardar um número maior de informações no código e, pelo fato de ser “impresso” diretamente sobre a peça, tem a sua durabilidade garantida, ou seja a marcação fica gravada na peça, ao longo de toda a sua vida útil.

2.1.6.1. Etiqueta de Código de Barras

Esta tecnologia começou por ser essencialmente usada na cadeia de abastecimento, mas com o passar do tempo, tornou-se uma mais-valia nos processos de produção em fábricas. Portanto, a nível fabril, esta tecnologia geralmente está presente em pré-impressos, junto com outras informações, na embalagem ou contentor e, ainda, pode ser aplicada diretamente no produto, através de uma etiqueta fixa. O código de barras tem como objetivo representar uma codificação numérica ou alfanumérica de um produto, através de barras verticais. O código tem de estar conforme os *standards* internacionais (por exemplo o código EAN (*European Article Number*) é um código de barras standard), o que significa que pode ser lido noutra parte da cadeia de abastecimento. No ramo automóvel, a implantação do código de barras nasceu em função das dificuldades de controlo durante o processo de fabricação e movimentação de grandes volumes de produto. A Figura 2.7 mostra um exemplo de código de barras usada no Módulo 3 - AT2 da Renault Cacia, que produz carters mecanismo TL4.



Figura 2.6. – Código de barras usado nos carters CM TL4 (M3)

Para a leitura automática dos códigos, existem dispositivos de leitura fixos ou manuais (com ou sem fios). As soluções *standard* de códigos de barras não tornam os produtos completamente rastreáveis só porque contém um código do produto. Um dos

problemas comuns dos códigos de barras é que estes são que frequentemente danificados pela humidade e pelo manuseio, e só são legíveis a pequenas distâncias.

2.1.6.2. Radio Frequency ID (RFID)

Os sistemas *RFID* são sistemas automáticos de identificação, que usam sinais de radiofrequência para a identificação e localização automática de dispositivos portadores de informação, designados por etiquetas *RFID*. Esta etiqueta pode ter diferentes formatos, dimensões e peso e a mesma pode ser colocada numa peça ou embalagem com o objetivo de possibilitar a sua identificação através de ondas de rádio [9]. A etiqueta *RFID* pode ser reutilizada e permite o armazenamento de grande quantidade de informação. A figura 2.8 mostra a estrutura básica de uma etiqueta *RFID*. Na figura é possível identificar-se o *microchip* e a antena de comunicação, representada pelas linhas brancas.

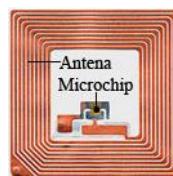


Figura 2.7. – Estrutura básica da etiqueta RFID (Adaptado de [6])

A *RFID* foi projetada para permitir que o armazenamento de dados seja efetuado, sem a necessidade de intervenção humana e vai de encontro às necessidades e exigências das empresas no assunto traçabilidade, sendo o custo de implantação desta solução ainda elevado. A figura 2.9 representa o funcionamento da tecnologia *RFID*.

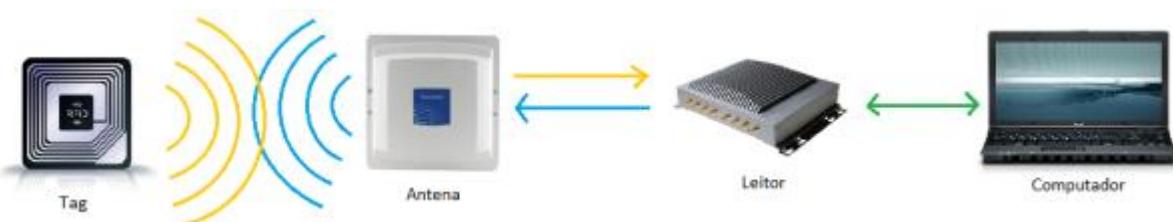


Figura 2.8. – Funcionamento da tecnologia RFID (Adaptado de [10])

As etiquetas são detetadas remotamente através de um leitor, utilizando ondas de radiofrequência, sem que haja necessidade de proximidade entre leitor e etiqueta, pois as ondas de radiofrequência atravessam praticamente quase todos os tipos de materiais

sólidos [11]. A antena faz a interligação entre o leitor e a etiqueta, possibilitando a comunicação entre eles. Os leitores *RFID* são os equipamentos utilizados para ler, escrever e interpretar etiquetas *RFID*. É através das antenas ligadas aos leitores que é efetuada a comunicação. O leitor envia às antenas a energia suficiente para que estas transmitam as ondas rádio necessárias para que se efetue a comunicação com as etiquetas *RFID* que estão presentes na zona de leitura. São também os leitores que traduzem os sinais recebidos pelas antenas enviados pelas etiquetas e que possuem informação. Quanto à mobilidade, os leitores podem ser classificados como fixos, móveis e manuais. Os leitores fixos são aqueles que geralmente são utilizados, por exemplo, em plataformas de carga, pórticos de entrada/ saída [10]. Os leitores móveis são aqueles que podem ser movimentados, por exemplo, em empilhadores e outros automóveis. Os leitores manuais são equipamentos facilmente manuseados e utilizados por humanos, tipicamente associados a um computador móvel e/ ou PDA (*Personal Digital Assistant*). Resumindo, a etiqueta entra no campo de rádio frequência, procurando o sinal enviado pelo leitor, através da antena, que ativa a etiqueta [12]. Esta transmite o seu código para o leitor, que o captura e o envia ao computador. Esta tecnologia não é usada na Renault Cacia.

2.1.6.3. Riscagem

Segundo Alexandre Bento [6], tecnologia por riscagem garante uma marcação permanente diretamente no produto, seja este de metal ou de plástico. A marcação é produzida por uma ponta de carbureto ou de diamante que penetra na superfície a ser marcada sob o efeito de uma pressão pneumática. O deslocamento contínuo da ponta é realizado com grande precisão e gerado por uma unidade de controlo totalmente autónoma. A marcação por riscagem pode sofrer ajuste na profundidade através do regulador da pressão pneumática, conforme a dureza do material utilizado. A velocidade de marcação está relacionada com o tamanho dos caracteres solicitados, sendo a altura dos mesmos ajustáveis de 0,5 a 100 milímetros. Com este desempenho, esta solução é ideal para a marcação permanente de bloco de motor, número de chassis, estruturas metálicas entre outros. A figura 2.10 é um modelo desta forma de gravação.



Figura 2.9. – Marcação por riscagem [2]

À semelhança da tecnologia RFID, a riscagem também não é usada na Renault Cacia.

2.1.6.4. Laser

O desenvolvimento desta tecnologia na indústria conheceu um crescimento excepcional, já há alguns anos. Paralelamente às outras tecnologias de marcação ditas "tradicionais", o laser conheceu uma ascensão fulminante, uma vez que permite obter uma identificação muito rápida, precisa e legível em muitos tipos de materiais. A marcação a laser permite uma marcação indelével, superficial ou profunda, sem aplicar esforço mecânico à peça. Esta marcação pode ser feita em diversos tipos de materiais do plástico até ao aço. Muitos segmentos de indústrias utilizam tecnologia de marcação a laser, entre eles a indústria médica, de componentes eletrónicos, aeronáutica e mecânica. Esta tecnologia oferece uma elevada fiabilidade e qualidade em praticamente todos os materiais, o que lhe confere uma vasta gama de opções de aplicação. A gravação é permanente e feita a alta velocidade sem contacto com o material, através de um feixe de luz, em áreas extremamente pequenas. A figura 2.11 demonstra a marcação por laser.



Figura 2.10. – Marcação por laser [10]

2.1.6.5. Micro-percussão (punção)

A marcação por micro-percussão baseia-se na deformação do material através de uma ferramenta vibratória. Esta tecnologia não gera tensões de rutura no material, independentemente da espessura da peça marcada e não há remoção do material, podendo este ser metal ou plástico. A marcação de cada ponto no produto é feita através de um fluxo contínuo de ar comprimido que é levado ao pistão na cabeça da punção, projetando-o contra a peça. Em seguida, o ar escapa através de orifícios de escape nas laterais e uma mola empurra o conjunto pistão e punção novamente para cima, evitando assim o risco de sobreaquecimento. A conceção do punção torna possível a marcação de peças com superfícies planas, irregulares, côncavas ou convexas, sem a necessidade de alterar a distância da peça a ser marcada. É ainda possível escolher qual a dimensão do ponto desejada. Este aspecto normalmente é tido em conta, uma vez que a dimensão da marcação afeta diretamente a capacidade de leitura dos dados, tanto visual como através de dispositivos óticos. Esta forma de marcação pode ser utilizada por diversos segmentos da indústria, pois a marcação fica permanente e resistente aos ambientes mais agressivos como altas temperaturas, fumos, poeira, humidade e outros. A figura 2.12 mostra um exemplo de gravação.



Figura 2.11. – Marcação por micro-percussão [2]

Tanto a tecnologia de marcação a laser como por micro-percussão permitem a marcação de uma codificação emergente: Data Matrix.

- **Data Matrix**

O data matrix ou 2D trata-se de uma solução baseada na marcação de um código diretamente sobre a peça, tornando a gravação permanente e, consequentemente, possibilitando durabilidade e aplicação em quase todo tipo de material, desde o aço aos

plásticos e madeira. Esta durabilidade, unida ao baixo custo de implementação, são as principais razões do grande interesse que esta tecnologia.

O apoio generalizado das indústrias automóvel e de eletrónica, da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e de outras instituições à codificação data matrix deve-se à sua capacidade de guardar elevada quantidade de informação num curto espaço. Assim, o data matrix pode ser reproduzido em praticamente qualquer tamanho com maior ou menor quantidade de dados, o que permite adaptação para diversas finalidades. Considerando a indústria automóvel, o facto de a durabilidade da marcação feita com data matrix ser muito maior que em outros sistemas, o cliente final do veículo poderá saber se a peça é original ou não ao consultar o código através de um equipamento tão simples como um telemóvel. Desta forma pode obter-se dados históricos da fabricação da peça, o que representa uma maior interação entre cliente/fornecedor. Da mesma forma, os problemas que possam ocorrer na linha de montagem do cliente também poderão ser identificados através do código data matrix.

Nas grandes linhas de produção, a rotatividade de funcionários resulta normalmente num problema quando se trata de traçabilidade, pois a formação para a operação destes sistemas pode ser complexo, com interferências manuais dos funcionários para gerar e colar etiquetas. De facto, este caso está presente numa das linhas de produção de carters, onde é o operador que cola as etiquetas diretamente na peça. No caso do data matrix, a formação é básica, visto que não existem tarefas manuais a serem executadas pelos funcionários, uma vez que todas as informações são geradas e gravadas de forma automática pelo sistema, garantindo a fiabilidade nos dados gerados. Como o equipamento de gravação está fixo na linha de produção, a sua durabilidade é ainda maior, uma vez que não há necessidade de contato humano para que se efetuem as marcações.

O data matrix é parecido com um tabuleiro de jogo formado por vários quadrados de tamanho igual (quadrados brancos e pretos), no caso do laser, ou pontos, no caso da micro-percussão. Este código pode representar até 2335 caracteres ou até 3116 números, portanto, numa só marcação, caracteres e números podem ser combinados formando um único código. A leitura do código pode ser feita até trinta por cento de problemas no código. Esta funcionalidade permite a completa recuperação da mensagem. O Data Matrix tem vindo a substituir o código de barras convencional, utilizado em muitas indústrias. Esta tecnologia de codificação está a tornar-se comum no mercado nacional e

internacional. A figura 2.13 mostra um modelo do código Data Matrix marcado com laser numa bomba de óleo produzida na Renault CACIA.



Figura 2.12. – Marcação de Data Matrix por laser numa bomba de óleo

A figura 2.14 mostra um modelo do código Data Matrix marcado com punção num carter AEQ (árvore de equilibragem) produzida na Renault CACIA.

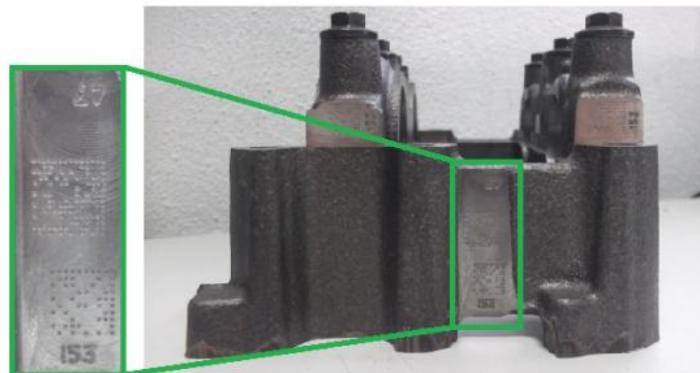


Figura 2.13. – Marcação de Data Matrix por micro-percussão num carter AEQ

Relativamente à leitura e descodificação do data matrix, é necessário que exista um dispositivo de verificação para capturar os dados codificados com capacidade de leitura a duas dimensões, uma vez que a figura tem de ser lida em ambos os eixos, x e y.

Atualmente, a simbologia data matrix é coberta pela norma ISO/EIC 16022 (*International Organization for Standardization / International Electrotechnical*

Commission). Esta norma define os requisitos: características, dados codificados, símbolos e formatos, dimensões e requisitos de qualidade de impressão, regras de correção de erros e algoritmo descodificação. É aplicável a todos os símbolos data matrix produzidos por qualquer impressão ou marcação com ajuda da tecnologia. Os fabricantes de equipamentos para marcação data matrix, devem aplicar as especificações desta norma para o seu desenvolvimento. A utilização do símbolo 2D foi disponibilizada para domínio público e permite que qualquer pessoa possa imprimir ou ler um código data matrix sem pagar uma licença. Existem atualmente aplicações para telemóveis que permitem a leitura da informação presente no código. Essa leitura depende da distinção dos quadrados pretos e brancos. Por exemplo, nos jornais, existem notícias que são codificadas em data matrix, cuja leitura pode ser feita com um telemóvel. Portanto este tipo de marcação futuramente poderá ser uma das mais usadas em todo o tipo de indústrias de todo o mundo.

2.1.6.6. Comparação das Tecnologias de Traçabilidade

A tabela 1 apresenta uma comparação entre as tecnologias enunciadas anteriormente. Essa comparação é efetuada através das características mais relevantes numa tecnologia de marcação.

Característica	RFID	Data Matrix (Marcação física)	Laser (caracteres)	Riscagem	Punção (caracteres)	Código de Barras
Resistência mecânica	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Relevo	Variados	Relevo	Relevo	Etiqueta
Exige contacto visual	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Vida útil	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa
Possibilidade de escrita	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Leitura simultânea	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Dados armazenados	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Funções adicionais	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
Segurança	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa
Custo inicial	Muito Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo

Custo de manutenção	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não	Não	Não	Não	Não

Tabela 1 - Comparativo das tecnologias RFID, Data Matrix, Laser, Riscagem, Punção e Código de Barras. [10]

De acordo com o quadro pode destacar-se o data matrix e o código de barras. Numa comparação entre estas duas tecnologias, o data matrix mostra-se superior em algumas características como a resistência mecânica, vida útil, dados armazenados e segurança. Relativamente ao custo inicial, o código de barras tem custo mais baixo, mas a verdade é que a longo prazo a marcação data matrix é mais económico, mas vez que não necessita de consumíveis, como etiquetas.

2.2. Lean

No início do século XIX, as máquinas disponíveis e utilizadas eram extremamente rudimentares, sendo a «arte» ou habilidade dos operários que as manejavam um aspeto fundamental na qualidade da produção [14]. Portanto tínhamos operários muito competentes e máquinas simples e flexíveis (uma máquina tinha capacidade de produzir várias peças diferentes). Ao longo do tempo em que a produção artesanal, ilustrada na figura 2.15, era predominante, os trabalhadores, transmitiam uns aos outros, a arte e os segredos do ofício. O volume de produção era muito baixo e dificilmente se conseguiam produzir dois produtos exatamente iguais.



Figura 2.14. – Produção artesanal [14]

À medida que a capacidade de produção das máquinas foi evoluindo, as tarefas a desempenhar pelos operários foram divididas e simplificadas, os processos aperfeiçoados e a disposição das máquinas adaptada. Na tentativa de racionalizar a mão-de-obra e substituir métodos de trabalho rudimentares por métodos científicos, foi feita uma primeira

abordagem, protagonizada por Taylor, a qual se veio a chamar organização científica do trabalho. Esta análise consistia no estudo dos movimentos elementares de cada operário na tentativa de identificar, no conjunto dos movimentos, aqueles que eram úteis e quais os que poderiam ser descartados, por forma a aumentar a produtividade. Desta forma apareceram os primeiros conceitos de eliminação do desperdício, neste caso o movimento. O norte-americano Henry Ford foi o primeiro a pôr em prática, em larga escala, os princípios do taylorismo na sua empresa *Ford Motor Company*. Ford protagonizou a introdução do conceito de linha de montagem em série, com o objetivo de produção de automóveis em grande quantidade e a baixo custo. Ford conseguiu criar condições nas quais tinha capacidade de fabricar um carro a cada 98 minutos [10], sem sacrificar os salários oferecidos aos seus operários. Este sistema de produção em massa desenvolvido por Taylor e Ford no início do século XX predominou até a década de 90. O objetivo principal da produção em massa, representada na figura 2.16, passava por reduzir os custos unitários dos produtos, especialização dos operários e divisão do trabalho.



Figura 2.15. – Produção em massa [13]

No entanto, este sistema tinha que operar com *stocks* e lotes de produção bastante elevados e a qualidade do produto não era um motivo de preocupação, uma vez que tudo o que era produzido, era consumido. As duas Grandes Guerras representaram um enorme esforço de produção, na medida em que funcionaram como catalisadores de um novo padrão de desenvolvimento tecnológico, com processos mais rápidos, inovações constantes e automatização da indústria.

Após a 2ª Guerra Mundial, a indústria Japonesa tinha sofrido enormes perdas, apresentando uma produtividade muito baixa e uma enorme falta de recursos, atingindo negativamente a situação económica do Japão, que rapidamente atingiu o crescimento nulo, o que fez com que muitas empresas falissem. Perante este contexto, a fábrica

japonesa de automóveis Toyota não ficou imune aos efeitos da crise: instalada num país dizimado por duas bombas atómicas, com o tecido industrial nacional praticamente destruído, uma plataforma de abastecimento nula, consumidores com pouco dinheiro e um mercado nacional com procura extremamente reduzida quando comparada com os grandes volumes de produção dos EUA (Estados Unidos da América) (cerca de 9.000 unidades mensais no EUA comparativamente com 900 unidades mensais no Japão), o fabricante de automóveis optou por adotar uma estratégia alinhada com os constrangimentos da sua envolvente [15]. A Toyota colocou assim em causa o sistema de produção em massa, face à realidade económica do país, o que veio a despertar a necessidade de estudar e desenvolver um modelo de produção que respondesse às especificidades do mercado em que se encontrava inserida. Neste sentido, vários membros da família fundadora da Toyota deslocaram-se aos EUA durante o período de 1930 e 1950 com o intuito de conhecer aquele que era o sistema de produção mais rentável do mundo.

Em 1950, após mais uma visita às plantas fabris dos EUA, Eiji Toyoda convocou uma reunião com Taichi Ohno para delinearem um novo plano de trabalho. Dessa reunião resultou o novo e competitivo sistema de produção da Toyota Motor Company, posicionado lado a lado com as indústrias europeias e norte-americanas [15]. Contrariamente à Ford, que se encontrava orientada para a produção em grandes quantidades de um número limitado de modelos, a Toyota, apostou numa estratégia de produção de pequenos volumes de diferentes modelos, tornando as linhas de montagem flexíveis, por forma a terem a capacidade de montagem de pequenas series. Desta forma impunha-se uma lógica de elevada qualidade, baixo custo, menor prazo de entrega e maior flexibilidade [11]. Foi neste contexto que surgiu o TPS (Toyota Production System). Baseando-se numa metodologia de trocas rápidas e lotes pequenos, a Toyota conseguiu tornar as suas linhas de produção muito flexíveis e produtivas, com um investimento inicial muito inferior ao necessário para a produção em massa. Apostou na construção de um elevado número de *setups*, os quais, apoiados num princípio de fluxo contínuo, permitiam a construção de lotes de menor volume, ajustados às necessidades impostas pelos consumidores e mercado. Os trabalhadores eram multifuncionais, ou seja, desenvolviam mais do que uma única tarefa e operavam em mais que uma única máquina [16]. No Sistema de Produção Toyota a preocupação com a qualidade do produto era extrema. Contudo, convém frisar que o Sistema de Produção Toyota foi um processo gradual de

aprendizagem e que se prolongou por várias décadas. A chave deste sistema passou sobretudo pela “capacidade dinâmica de aprendizagem” desta organização. O Sistema de Produção Toyota deu origem ao Lean. Este termo foi criado no final da década de 80 num projeto de pesquisa do Massachusetts Institute of Technology (MIT) sobre a indústria automobilística mundial. A pesquisa resultou no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (The Machine that Changed the World) de Womack, Jones e Roos publicado nos EUA em 1990 [17]. Neste trabalho ficaram evidentes as vantagens do desempenho do Sistema Toyota de Produção, que traziam enormes diferenças em produtividade, qualidade, desenvolvimento de produtos, etc, e explicava, em grande medida, o sucesso da indústria japonesa. Apesar de ter tido origem no Sistema de Produção Toyota, o Lean não se trata de um conceito exclusivo da Toyota, podendo ser aplicado por empresas de qualquer negócio e em qualquer país ou região e deve ser visto como um sistema de gestão para toda a empresa. A gestão Lean procura fornecer, consistentemente, valor aos clientes com os custos mais baixos, através da identificação de melhoria dos fluxos de valor primários, e de suporte e do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativa. O foco da implementação deve estar nas reais necessidades dos negócios e não na simples aplicação das ferramentas Lean. A produção Lean difere tanto da produção artesanal quanto da produção em massa. A tabela 2 mostra as principais diferenças existentes entre a produção tradicional e a produção Lean.

Tradicional	Lean
Foca-se na exploração de economias de escala, produtos estáveis e tecnologia não exclusiva	Foca-se no cliente e no que este considera ser valor acrescentado
Produz grandes quantidades com níveis de qualidade aceitáveis	Produz a quantidade que o cliente quer com zero defeitos
Estrutura que encoraja o seguimento de ordens e desencoraja a passagem de informação que faça sobressair problemas	Estrutura que encoraja a iniciativa e a passagem de informação vital para a identificação de problemas
Vê-se livre de <i>stocks</i> através de liquidações, vendas a preço promocional	Produz apenas a quantidade pedida pelo cliente
Liderança autoritária	Liderança através de uma visão ampla e da participação
Produções longas, de um mesmo produto, e grande quantidade de <i>stocks</i>	<i>Stocks</i> reduzidos ou nulos
Baixa flexibilidade perante mudanças no planeamento	Grande flexibilidade relativamente a mudanças do planeamento

<i>Layout</i> funcional com grandes máquinas	<i>Layout</i> à escala humana (células de produção)
Gestão da informação baseada em relatórios abstratos	Gestão da informação baseada no controlo visual feito por todos os colaboradores
Conceito de produção desenvolvido sem grande <i>input</i> por parte do cliente	Conceito de produção desenvolvido em equipa, com grande <i>input</i> do cliente
Falta de capacidade de resolução de problemas	Desenvolvimento da capacidade de identificação e resolução de problemas
Grandes lotes de produção a movimentar entre operações	Pequenos lotes de produção a movimentar entre operações (<i>one-piece-flow</i>)
Divisão interna por departamentos	Divisão interna por projetos, linhas ou famílias de produtos
Pouca informação sobre o desenvolvimento das tarefas	Muita informação sobre o desenvolvimento das tarefas. Os trabalhadores têm a responsabilidade de identificar e implementar melhorias

Tabela 2 - Produção Tradicional vs Produção Lean (Adaptado [14] e [18])

A adoção dessa filosofia tem trazido resultados extraordinários para as empresas que a praticam, ainda que poucas tenham conseguido replicar totalmente o sucesso e a eficiência operacional alcançados pela Toyota. Originalmente concebidas como práticas de produção, tem sido gradualmente difundidas em todas as áreas da empresa e também para empresas dos mais diferentes tipos e setores. Os resultados obtidos geralmente implicam aumento da capacidade de oferecer os produtos que os clientes querem, na hora que eles precisam, aos preços que estão dispostos a pagar, com custos menores, qualidade superior, prazos de entrega mais curtos, garantindo, assim, maior rentabilidade para o negócio. Embora a produção lean não englobe a utilização de sistemas de traçabilidade, estes podem desempenhar um papel importante em alguns dos sistemas produtivos atuais.

2.2.1. Princípios do Lean

Na produção lean, cinco princípios são definidos como fundamentais na eliminação das perdas. Esses princípios são ensinamentos que orientam as empresas que queiram adotar esta filosofia, mostrando o que deve ser realizado para alcançar os seus objetivos.

Definir Valor: O ponto de partida para uma empresa implementar um sistema lean é a

definição correta de valor [19]. É o cliente, e não a empresa, que define o que é valor. O significado de valor está relacionado a todas as características do produto desejadas pelo cliente. A correta definição permitirá a identificação das atividades que contribuem para que o produto atenda aos requisitos exigidos pelo consumidor. As restantes serão consideradas fontes de desperdícios e, portanto, deverão ser eliminadas [18].

Identificar o fluxo de valor: O segundo princípio num sistema lean é a identificação do fluxo de valor, entendido como o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um bem ou serviço a passar por três tarefas de gestão críticas: desenvolvimento do produto (da conceção até o lançamento), gestão da informação (do pedido à entrega) e transformação física (da matéria-prima ao produto acabado) [20]. O fluxo de valor de um produto não se limita às atividades de uma única empresa. Em geral, um grande número de fábricas colaboram para que um produto seja devidamente produzido e chegue às mãos do consumidor. Ao analisarmos fluxo de valor, podemos encontrar três tipos de atividades [19]:

- Atividades que geram valor
- Atividades ambíguas, que não geram valor, devendo ser eliminadas
- Outras atividades que não agregam valor mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade

Num processo, a quantidade de atividades que não criam valor para o produto é muito significativa, como evidencia a figura 2.17. Tudo que não acrescenta valor a um produto ou serviço é considerado desperdício deve ser eliminado e todos os esforços devem ser focados nas atividades de valor acrescentado [17].



Figura 2.16. – Tipos de atividades presentes num processo

Criar fluxos contínuos: Após o valor ter sido especificado com precisão, o fluxo de valor de determinado produto ter sido totalmente identificado e as etapas que geram desperdícios eliminadas, o próximo passo é fazer com que as atividades fluam. Esta é a mudança mais dramática do ponto de vista cultural da empresa, pois implica passar da mentalidade departamental para a mentalidade de fluidez total dos processos. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de conceção de produtos e de processamento de pedidos e na diminuição de *stocks* [19].

Sistema de produção puxada: O fluxo contínuo permite a inversão do fluxo produtivo: as empresas deixaram de “empurrar” os produtos para o consumidor através de descontos e promoções [18]. O consumidor passa a “puxar” a produção, eliminando *stocks* e dando valor ao produto.

Procura da perfeição: A procura de um aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve conduzir todos os esforços de uma empresa, embora seja utópico pensar-se que a perfeição é possível de ser atingida [19]. É sempre possível especificar melhor o valor, eliminar desperdícios ao longo do fluxo, suprimir obstáculos que interrompam o fluxo do produto e fazer com que o cliente puxe mais a produção.

Todos os princípios apresentados estão orientados para a redução de perdas, aumentando a eficiência do sistema e reduzindo custos. Somente através de uma equipa dedicada e que compreenda esta nova cultura, será possível utilizar-se esta filosofia da

forma mais otimizada possível.

2.2.2. Eliminação de Desperdícios

“All we are doing is looking at the time line from the moment the customer gives us an order to the point when we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the non-value-added wastes” - Taichi Ohno [21]. A eliminação do desperdício é provavelmente a expressão mais ouvida quando se fala em princípios lean. Os desperdícios são considerados perdas e a análise destas é um aspeto bastante relevante nas empresas, uma vez que se tratam de fortes oportunidades para melhoria de produtividade. Existem oitos tipos fundamentais de desperdícios, sendo estes descritos pormenorizadamente e ainda ilustrados na figura 2.18.



Figura 2.17. – Tipos de desperdícios Lean [21]

Excesso de produção: Neste tipo de desperdício podemos ter perda por duas razões: a produção além do volume programado (sobram peças) ou antecipação, que é a perda por produzir antes do momento necessário, ficando assim os produtos no *stock* à espera da oportunidade de serem consumidos [19]. Desse modo, a filosofia lean sugere que se produza somente o que é necessário no momento e, para isso, é necessário que se sincronize a produção com a procura.

Tempo de espera: Neste tipo de desperdício podemos ter perda por três razões: da máquina, quando ocorre a falta ou atraso de matéria-prima; do lote, quando este se encontra incompleto à espera das restantes peças para poder seguir para o armazém; do operador, quando este permanece à espera que a máquina termine a sua operação [22]. Existem ferramentas que são utilizadas para eliminar a perda por espera, como, por exemplo, a técnica Kanban usada para melhorar a sincronização da produção.

Excesso de transporte: Este tipo de desperdício é causado pelos deslocamentos desnecessários de materiais ou produtos [21]. Encaradas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, através da elaboração de uma organização física adequada, que minimize as distâncias a serem percorridas. Além disso, custos de transporte podem ser reduzidos se o material for entregue no local onde vai ser usado (sem paragem intermédias onde o produto fica armazenado à espera de ser transportado para o seu destino final).

Excesso de processamento: Este tipo de desperdício é causado pela execução de tarefas desnecessárias para que o produto atinja as características desejadas pelo cliente [21].

Excesso de movimentação: Este tipo de desperdício consiste nos movimentos desnecessários executados pelos operadores. Um exemplo claro deste desperdício é quando o operador procura peças ou ferramentas sobre a bancada de trabalho. Essa procura não adiciona valor ao produto. A racionalização dos movimentos nas operações pode ser obtida através da automação de operações. Porém, a automatização de operações é recomendada depois de terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhorias na movimentação do operador e nas rotinas das operações.

Produtos defeituosos: Este tipo de desperdício consiste na fabricação de produtos com alguma característica de qualidade fora do especificado [21]. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de produtos defeituosos, armazenagem de produtos defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. As técnicas para solucionar este desperdício consistem em métodos de controlo de qualidade na raiz do problema.

Excesso de stock: Este tipo de desperdício consiste em manter em excesso, no armazém, matérias-primas, produtos em vias de fabrico e produto acabado. Este desperdício significa recursos financeiros “aprisionados” no sistema produtivo. A redução do excesso de *stock* deve ser feita através da sincronização entre os pedidos do cliente e a produção dos produtos.

Criatividade inaproveitada: Este tipo de desperdício consiste no não aproveitamento das sugestões e ideias dos trabalhadores [21]. Com a metodologia lean, as ideias e sugestões são tratadas e aproveitadas. Se as organizações tiveram pessoal envolvido, comprometido e participante e com orgulho de pertencer à equipa irão ter um contributo positivo por parte dos seus operários.

2.2.3. Ferramentas LEAN

Para eliminação dos desperdícios enunciados no subcapítulo anterior, foram desenvolvidas diversas ferramentas para colocar em prática os princípios do lean. As principais ferramentas usadas são [7]:

- VSM (*Value Stream Map*): é uma ferramenta para identificar e desenhar os fluxos de informação, dos processos e dos materiais, ao longo de toda a cadeia de abastecimento, desde os fornecedores das matérias primas até à entrega do produto ao cliente.
- Kaizen: Kaizen é o conjunto de ferramentas de melhoria contínua que permite atingir os sistemas livres de desperdício.
- Kanban: método que consiste em sobrepor ao fluxo físico de produtos um fluxo inverso de informação.
- 5S: é uma metodologia desenvolvida no Japão, para tornar e manter ambientes de trabalho - limpos e organizados [22].
- TPM (*Total Productive Maintenance*): é um método para melhorar a disponibilidade dos meios através da melhor utilização dos recursos da manutenção e da produção [23].
- Poka-Yoke: Consiste na eliminação de todas as causas potenciais de erros, seja pela conceção (design), pelo processo, ou através de sistemas anti-erro.

- SMED (*Single-Minute Exchange of Die*): metodologia que consiste na redução de tempo de troca de ferramentas.
- JIT (*Just in Time*): é um sistema de gestão da produção que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata. Pode ser aplicado em qualquer organização, para reduzir stocks e os custos decorrentes.

Nos últimos anos, o número de empresas praticantes do lean tem vindo a aumentar significativamente em todos os setores industriais e de serviços, no entanto a adoção do lean não é algo fácil de ser alcançado. O fato de a empresa utilizar ferramentas lean não significa, necessariamente, que foi obtido sucesso na implementação da metodologia.

3. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

Neste capítulo irão ser caracterizadas as linhas de produção dos carters, assim como as particularidades associadas a cada uma delas. Ainda neste capítulo serão descritos os principais parâmetros do processo de produção de carters.

3.1. Os produtos

Como já foi referido no capítulo 1, as linhas de produção que são objeto de estudo produzem carters de mecanismo e carters embraiagem, sendo que existem quatro famílias de carters. As diferentes famílias produzidas atualmente em Renault Cacia, estão representadas na figura 3.1.



Figura 3.1. – Famílias de carters produzidas na Renault Cacia

Os carters CED apresentam diversidade, por exemplo os carters CED TL4 apresentam 8 tipos de peças diferentes que originam 8 referências do mesmo tipo de carter.

As diferenças por vezes não são muito evidentes, mas são o suficiente para que seja gerada uma referência diferente.

3.1.1. Evolução de referências

Uma das particularidades das linhas de produção de carters é a existência de diversos tipos de peças produzidas nas linhas, sendo que a cada um delas está associada uma referência. A tabela 3 mostra todas as referências produzidas na Renault Cacia desde o início de produção de carters até ao ano de 2013.

TL4	CM	CED							
Divers.	--	K9K S2	M1G N	M1G R	F4R	K4M	H4J	K9K S3	H5FT
Data	Abr-05	Abr-05	Ago-06	Abr-06	Mai-06	Jun-06	Abr-09	Mar-09	Jan-12

JRQ	CM	CED									
Divers.	JS3	K9K Fech c/ Taq.	K9K Fech s/ Taq.	K9K Abe c/ Taq.	K9K Abe s/ Taq.	S2G std.c/ Taq.	S2G std.s/ Taq.	S2G pc.c/ Taq.	S2G pc.s/ Taq.	H5F	JS5 (H4)
Data	Set-13	Out-08	Out-08	Out-08	Out-08	Out-08	Abr-12	Abr-12	Mai-12	Mai-12	Jul-12

JHQ	CM	CED		
Divers.	--	S2G c/ Taq.	S2G s/ Taq.	H4B s/ Taq.
Data	Set-14	Abr-12	Abr-12	Jul-12

ND4	CM	CED	
Divers.	--	F9Q	R9M
Data	Jan-09	Jan-09	Fev-11

NDO	CM	CED	
Divers.	--	0	101
Data	Jan-01	Jan-01	Jan-01

ND6	CM	CED	
Divers.	--	YD	TR
Data	Jan-01	Jan-01	Jan-01

Tabela 3 - Referências produzidas na Renault Cacia

O gráfico presente na figura 3.2 mostra a evolução da produção das diferentes referências ao longo do tempo, nomeadamente as próximas referências que iram ser produzidas.

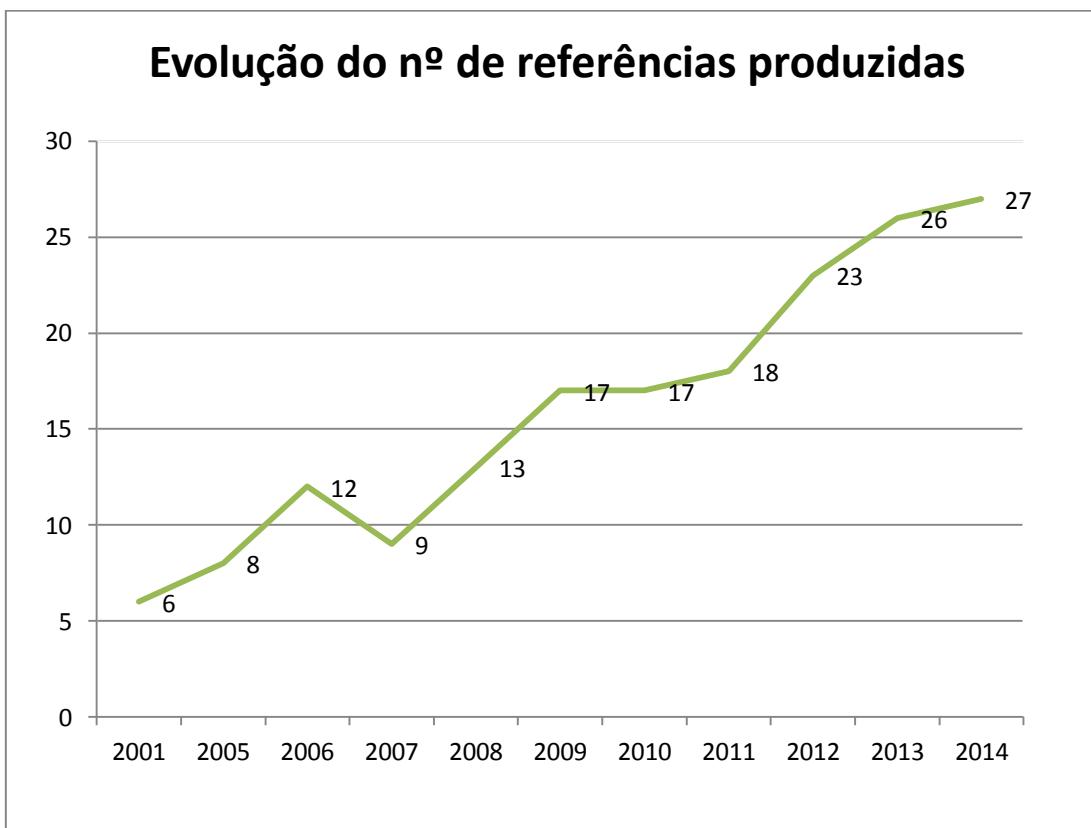


Figura 3.2. – Evolução do número de referências ao longo do tempo

Existem 2 famílias de carters que já não são produzidas em série na Renault Cacia, designadas por ND0 e ND6. Em 2006 fizeram-se as últimas peças de ND6 e ND0 deixou de ser produzida em Setembro do ano de 2011, embora por vezes seja necessária a produção de um ou outro lote desta família. Assim, a ND0 passou a ser uma referência “exótica”, uma vez que não é produzida em série. Atualmente produzem-se, em série, 23 referências de carters.

3.1.2. Material constituinte do carter

O material que compõe os carters é o alumínio e a sua utilização deve-se às suas excelentes propriedades, uma vez que o alumínio é um metal leve, devido à sua baixa densidade, o que confere um menor consumo de combustível e um menor desgaste mecânico aos automóveis. O alumínio é muito resistente à corrosão devido à camada de óxido que o protege, pois o óxido de alumínio é uma substância dura, resistente à ação da água e impermeável ao oxigénio. Uma vez que o alumínio é leve, confere um menor consumo de combustível e menor desgaste mecânico aos automóveis, é durável, ou seja, oferece uma excelente resistência a agentes externos mesmo em ambiente agressivos. Sendo impermeável, garante a estanquidade da caixa de velocidades.

3.1.3. Não conformidades dos carters

Considera-se que um carter está não-conforme quando os parâmetros do plano de vigilância não são respeitados. O plano de vigilância, ou PS4N (Plan de surveillance 4 Niveaux), é um documento que apresenta todos os parâmetros relativos a uma peça, neste caso a um carter, parâmetros esses relativos ao carter em bruto e maquinado. Os tipos de não-conformidades encontradas nos carters com origem em problemas de bruto são os seguintes:

- Poros: originam-se quando os gases que existem dentro do metal líquido não são eliminados durante o processo de vazamento e solidificação;
- Excesso ou Faltas de Material: originam-se devido ao processo de solidificação, causado por projeto de massalote mal elaborado.
- Fissuras: originam-se devido à qualidade ou tempo de arrefecimento da liga.
- Fugas: originam-se devido a porosidades, faltas de matéria ou fissuras.
- Arrastamento de Material: origina-se quando ao fazer o desacoplamento do molde a matéria ainda não está bem solidificada e vem com este.
- Incrustações: tem origem quando pedaços de metal ficam presos no carter, podendo originar ferramentas partidas.
- Oxidação: resulta de uma exposição prolongada ao ar.

Relativamente às peças maquinadas, os tipos de não-conformidades encontradas nos carters com origem em problemas de maquinação são os seguintes:

- Características desviadas: resultam de uma maquinação numa localização que não é correta; são causadas por desvios do processo de centramento, deriva de maquinação e/ou deriva de ferramenta.
- Traços de bruto: Resultam de maquinação incompleta originada, por exemplo, por falha de energia.
- Arrastamento de material: pode ser provocado por uma ferramenta danificada ou um corpo estranho agregado à ferramenta.
- Choques: podem ter origem em quedas na máquina de lavar ou mesmo durante o transporte no contentor
- Características duplamente maquinadas: esta dupla maquinação pode dever-se a falhas nos poka-yoke's dos CU's (Centre d'Usinage).
- Diâmetros largos: podem ser originados quando existe limalha ou outro material nas ferramentas que maquinam a peça.
- Fugas: originam-se quando existe, por exemplo, um risco numa face maquinada.
- Características não-conformes por quebra de ferramenta: por vezes quando uma ferramenta está a maquinar uma característica, quebra.

Os restantes defeitos comuns nos produtos compostos por ligas de alumínio são eliminados ainda na fábrica do fornecedor, uma vez que são detetados antes da maquinação, defeitos esses, na sua maioria dimensionais. O tratamento das não-conformidades será abordado no subcapítulo 3.6.

3.2. Processo de produção atual

Atualmente, o processo de produção tem início nas ordens de produção, estabelecidas semanalmente pela logística através do TGP (Technicien de Gestion de Production). Este técnico tem a função fazer a gestão da produção e dos *stocks* e, através desta gestão, fazer as encomendas aos fornecedores e às linhas de produção da fábrica. Quando a logística entrega as peças no armazém da linha, o operador faz um registo na folha de traçabilidade de brutos (Anexo D) por forma a ter um seguimento de quais os contentores que foram recebidos na linha. O operador responsável pelo carregamento dos brutos visualiza num *display*, localizado na zona de carregamento dos brutos, quais as

referências que deve carregar. Quando do carregamento, o operador faz uma inspeção visual a cada uma das peças que coloca no tapete do transportador. A figura 3.3 mostra a operação de carregamento ser efetuada por um operador, no módulo 1.



Figura 3.3. – Carregamento da linha do módulo 1

Essa inspeção tem como objetivo detetar possíveis defeitos nas peças com origem no fornecedor, para desta forma não serem maquinadas. Estas peças que no fim do processo são consideradas sucata. Os tipos de defeitos que podem ser encontrados com origem no fornecedor serão descritos mais adiante.

Uma vez aprovada a peça, esta segue para a operação seguinte, que neste caso é a maquinagem. O operador que está junto aos CU's marca a peça, usando um marcador, com o nº da peça, data (dia e mês), e nº de máquina onde a peça será maquinada. A figura 3.4 mostra uma marcação feita pelo operador numa peça.

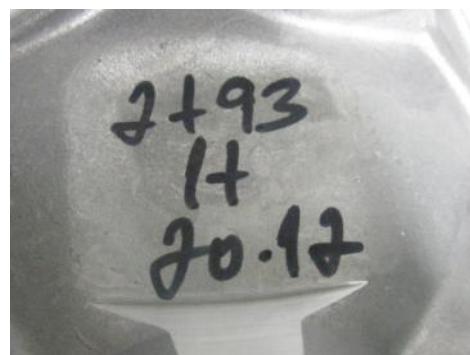


Figura 3.4. – Marcação manual no carter

Existem dois tipos de maquinção: 110 – maquinção vertical e 120- maquinção horizontal. A operação de maquinção tem o seguinte procedimento: a peça 1 é colocada dentro do CU para que se proceda à maquinção vertical (110). No fim desta operação, a peça 1 é retirada do CU e é colocada junto à máquina, num suporte de rilene como evidenciam as como mostra a figura. A peça 2 é introduzida para que se proceda à maquinção vertical. No fim desta maquinção a peça é colocada junto á máquina e volta-se a introduzir a peça 1 para a maquinção horizontal (120). Entre estes procedimentos, tanto a peça como o CU são soprados com uma pistola de ar para retirar o excesso de óleo de corte. Os centros de maquinção existentes em Cacia, e que estão apresentados na figura, são da marca DMC e GROB e estão apresentados na figura 3.5.



Figura 3.5. – CU's - centros de maquinção de peças

Relativamente à contagem das peças nos módulos, ela é feita sequencialmente em cada máquina pelos operadores. A contagem é iniciada às 6h da manhã (início do 1º turno) e reiniciada às 14h e 22h (2º e 3º turno, respetivamente). É ainda iniciada uma nova contagem, quando existe uma mudança de rafale (mudança de referência). A primeira peça de cada turno (6h, 14h, 22h), depois de maquinada, é sujeita a um controlo frequêncial de N1. Esta operação consiste em comparar as medidas da peça produzida como um padrão especificado e aprovado pelo cliente final. Esta operação é feita por um dispositivo denominado Marposs (medição de diâmetros) e o BdL (Borde de ligne) (conformidade do diâmetro). Uma vez por turno, os calibres são controlados através de padrões que são mantidos à temperatura de 20°C (em cada linha existe um frigorífico que é mantido à

temperatura de 20°C). Depois deste controlo a peça que sai da maquinção (também a 20°C) é medida. A figura 3.6 mostra o equipamento em questão e as ferramentas usadas para a medição da peça.

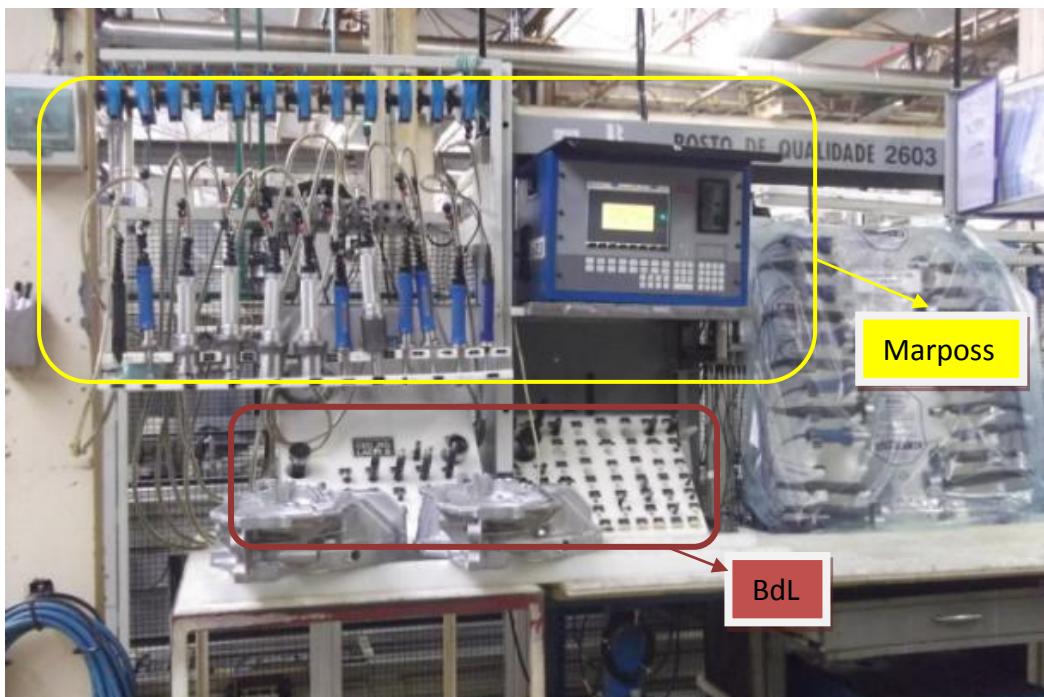


Figura 3.6. – Bancada destinada ao controlo frequêncial N1 - Marposs e BdL

Caso as medidas estejam dentro do padrão, a peça é considerada conforme e enviada para a máquina de lavar (operação seguinte), através do transportador. Depois da passagem das peças pela máquina de lavar, onde as mesmas são sujeitas à lavagem e secagem, elas seguem no transportador para o posto de visão, onde o tipo de peça é identificado. Esta identificação é essencial para que quando o robô pega na peça, para o controlo da estanquidade, coloque as pinças nos locais predefinidos e para que saiba em qual posto dele colocar (existem cerca de 3 postos de estanquidade por cada módulo, que são adaptados para receber certo tipo de referências). Depois do controlo de estanquidade (capacidade de um conjunto fechado não deixar nenhum fluido ou gás passar as suas paredes), e caso a peça seja estanque, é guardado um código no *balogh*, (etiqueta dinâmica) que está presente debaixo da palete onde circula a peça. A figura 3.7 mostra a palete que transporta os carters e o respetivo *balogh* fixo na parte de baixo. O *balogh*



Figura 3.7. – Paleta com balogh

posteriormente é lido pelo autómato do transportador, que faz a descodificação da informação e a envia para a impressora para que sejam geradas as etiquetas de código de barras para traçabilidade. A informação que é enviada para a impressora é a referência da peça. Se as peças não estiveram estanques, serão colocadas no transportador de peças sucata, representado na figura 3.8.

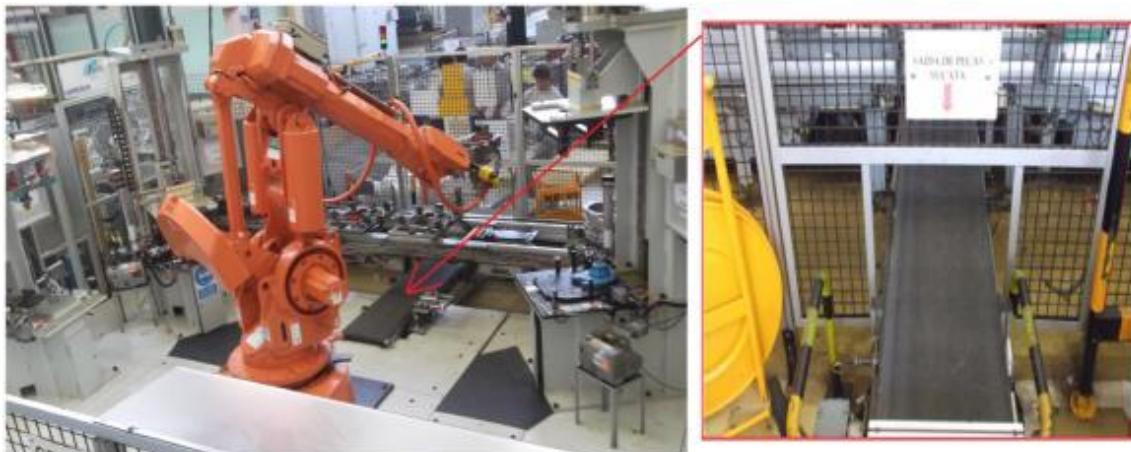


Figura 3.8. – Posto de estanquidade do módulo 2

Portanto são geradas as etiquetas código de barras com a referência correspondente ao tipo de carter lido no posto de visão. Quando da colagem da etiqueta, existe também uma leitura para confirmar que esta foi colada, que não existe problemas de impressão com o código de barras, e que a referência coincide com a que foi recebida pelo robô da estanquidade. A colagem da etiqueta e a sua leitura é feita de maneiras diferentes, consoante cada módulo, à exceção dos módulos 3 e 4 onde o procedimento é o mesmo. Portanto, nestes dois módulos a etiqueta é colada por um braço que está agregado à impressora e a leitura é feita por um leitor que está também junto a impressora. No módulo 1, a colagem da etiqueta é feita por um robô, figura 3.9, que efetua também a leitura, uma vez que na cabeça do mesmo está integrado um leitor.



Figura 3.9. – Colagem de etiqueta no módulo 1

Já no módulo 2 não existe nenhum leitor que proceda a esta verificação, uma vez que a etiqueta é impressa e colada na peça pelo operador. A figura 3.10 mostra a operação de colagem efetuada por um operador no módulo2.

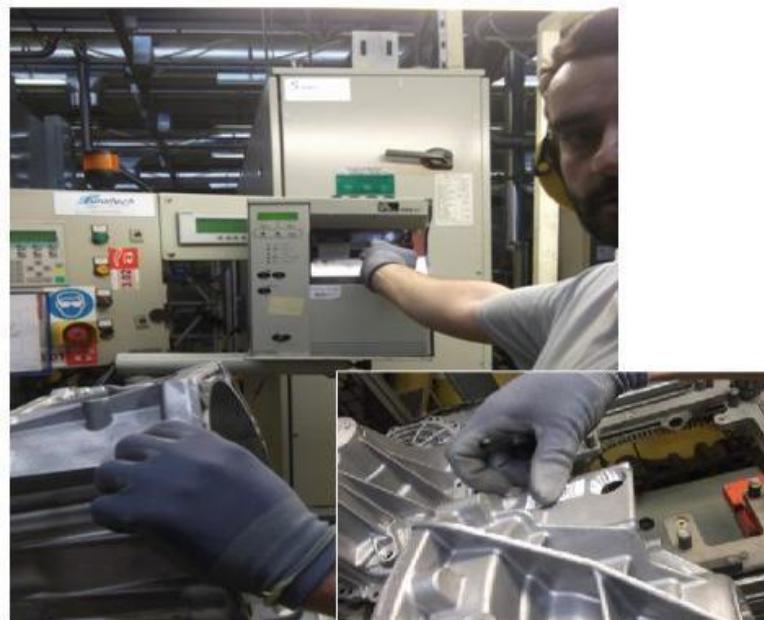


Figura 3.10. – Colagem de etiqueta no módulo 2

Em seguida, é feito um controlo visual e efetuada a zipagem desta etiqueta. A zipagem da etiqueta consiste numa leitura do código de barras pelo leitor, manual ou fixo. A zipagem permite libertar a palete onde circulava o carter e permite que haja uma contagem das peças que são colocadas no contentor. Quando a quantidade de carters zipados tiver atingido a lotação do contentor é impressa a etiqueta GÁLIA (*Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile*) e colocada junto ao contentor respetivo. A etiqueta GÁLIA é usada para identificação do contentor de peças (este assunto será abordado no subcapítulo 4.1.2). Essa contagem é efetuada pelo PSFp (*Pilotage et Suivi des Fluxs pièces*). Esta aplicação está instalada num computador, localizado junto ao posto de carga/descarga. Depois de o lote estar completo, a informação presente no código de barras é associada à GÁLIA e esta é impressa. O PSFp além de fazer a gestão do nº de peças presentes no contentor, envia também a informação presente na GÁLIA, quando esta é imprimida, para uma base de dados, Stratus. Portanto o Stratus é uma ferramenta de auxílio à traçabilidade que será desenvolvida no subcapítulo 4.1.3. A

última operação do processo é o embalamento, onde a peça será acomodada num contentor, que tem como função protegê-la contra agentes externos, além de protegê-la durante o transporte até ao cliente. A figura 3.11 mostra o acondicionamento de um contentor de produto acabado e a sua identificação com a etiqueta GÁLIA.



Figura 3.11. – Embalamento/ Identificação de contentor com etiqueta GÁLIA

Os códigos de barras que vão colados nas peças são lidos na linha de montagem das caixas de velocidades para verificação da referência da peça. A peça é zipada e colocada no transportador, para que se proceda à montagem da caixa de velocidades. Na figura seguinte 3.12, estão localizados os pontos onde existe a marcação e a leitura do código de barras.

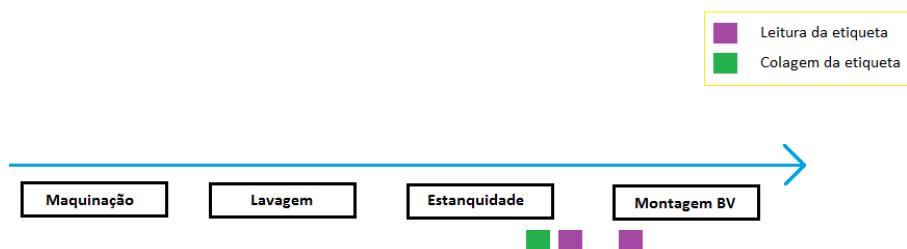


Figura 3.12. – Leitura e colagem da etiqueta código de barras

Na linha de montagem existe uma linha onde se procede à alimentação da mesma com carters CM. A referência destes não é zipada, uma vez que apenas existe uma referência de cada CM, CM ND4 e CM JR. Relativamente aos CED existem 2 linhas onde estes são introduzidos e o código de barras é zipado para confirmar a referência da peça, para que não haja troca na montagem das caixas. No cliente Renault em Sevilha as peças também são zipadas, com a mesma finalidade que na linha de montagem. A diferença entre

Sevilha e Cacia, é que em Sevilha o leitor de código de barras é fixo, uma vez que eles só montam caixas TL4 (a diversidade presente nos CED TL4 não são um problema, uma vez que as etiquetas são coladas no mesmo local). Já em Cacia o leitor de código de barras é manual, uma vez que aí são produzidas caixas de velocidades de duas famílias com várias referências cada, o que não permitiu até ao momento desenvolver um projeto viável para a instalação de um leitor fixo.

Todas as operações enunciadas anteriormente são classificadas com um número. Essa classificação encontra-se no Anexo C. Encontra-se ainda neste anexo a sequência de operações de cada módulo, uma vez que essa sequência difere de módulo para módulo.

As peças que são produzidas nas linhas, além de serem controladas por BdL e Marposs, por vezes são também controladas na mini-metrologia, um serviço de qualidade prestado à fabricação. O controlo destas peças torna-se necessário quando:

- Controlo frequencial
- Após intervenção da manutenção na máquina
- Após troca de ferramenta
- Validação de amostras iniciais (brutos que vão passar a ser maquinados em Cacia)
- Ciclos interrompidos(ex: quebras de energia)
- Validação de peças da engenharia (maquinados)

Os equipamentos usados no controlo dos carters estão representados na figura 3.13.

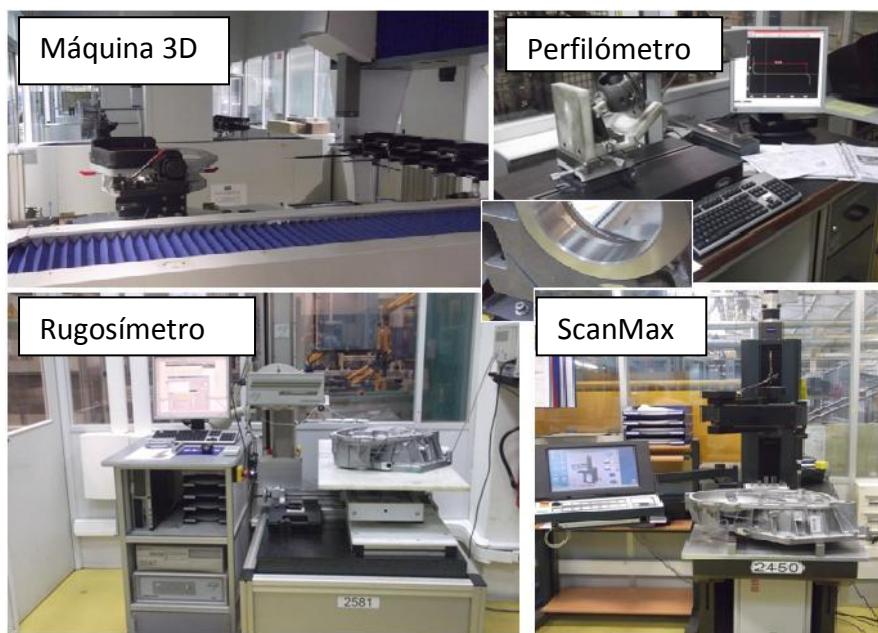


Figura 3.13. – Leitura e colagem da etiqueta código de barras

A máquina 3D faz uma medição de todas as cotas das características da peça. O perfilómetro traça perfis de chanfros das características. O ScanMax faz a validação da altura dos furos existentes na peça. O rugosímetro mede a rugosidade da peça.

Além dos controlos efetuados anteriormente, existe uma análise que é feita duas vezes em cada mês a cada uma das famílias do carter, CM e CED. Esta análise, chamada análise *properté*, consiste em averiguar o nível de poluição de partículas presentes no carter. Para isso é analisada a gravimetria, que se refere ao peso das partículas ($\text{mg poluente}/1000 \text{ cm}^2 \text{ peça}$) e a granulometria, que se refere à quantidade de partículas de substâncias não-combustíveis (fibras, sílica). A gravimetria é obtida através da lavagem da peça no banco pall (figura 3.14), onde o líquido de lavagem da peça é filtrado. O filtro é pesado antes de ser passado o líquido e é colocado num forno durante 3h. Depois desse período o filtro é novamente pesado e a diferença de peso resultantes do filtro novo e do filtro usado é a gravimetria. A contagem de partículas, de acordo com o seu tamanho, é conseguida através do uso de um software de contagem. As partículas com tamanho superior a $400\mu\text{m}$ são contabilizadas e incluídas no relatório que é disponibilizada ao CUET (*Chef d'Unité Elémentaire de Travail*) da linha de produção da peça. O objetivo da análise é assegurar as metas de fiabilidade e durabilidade.



Figura 3.14. – OP 160 (Operação 160): Controlo Banco Pall

3.3. Fornecedores de carters

A Renault Cacia tem ao todo 5 fornecedores de carters: Fagor, Cléon, Alfisa, Vilanova e Dacia. Para uma melhor documentação da folha de traçabilidade de brutos, foi criada uma representação standard na Renault Cacia, como mostra a tabela 4. Cada um destes fornecedores produz carters através de vários moldes. Está especificado que um molde pode ser usado até 150.000 injeções, portanto, 150.000 peças.

Fornecedor vs Molde		
Fornecedor	Molde	Representação
Fagor 1	x.x	1 0xx
Cléon 2	x.x	2 0xx
Alfisa 3	x.x	3 0xx
Vilanova 4	xx.x	4 xxx
Dacia 5	x.x	5 0xx

Tabela 4 - Codificação do fornecedor e molde

Neste momento a Fagor tem 19 moldes, Cléon tem 9, Alfisa tem 19, Vilanova tem 12 a Dacia tem 18, e cada um dos moldes produz no mínimo 2 referências diferentes.

3.4. Custos

Relativamente aos custos do AT2, todas as semanas é feita uma análise, por forma a colmatar os desvios que possam estar a ocorrer nas UET's. Portanto, a pessoa responsável pela gestão dos custos do AT2, faz um seguimento com os chefes da linha de cada UET para identificar quais os custos que estão fora do objetivo para que o CUET tenha atenção e tente diminuir esse gasto. Os custos que estão sobre análise são: MOD (Mão-de-obra direta) (operadores), MOD (apoio técnico), fornecimentos, energia/fluidos, ferramentas, sucata, manutenção e diversos. Os gráficos seguintes mostram a evolução mensal dos custos das ferramentas e da sucata que são os custos mais importantes do

processo. Por uma questão de confidencialidade não foi possível o uso de valores concretos, mas é possível fazer-se uma comparação entre os valores obtidos (reais) e os objetivos. Os gráficos 3.15 e 3.16 mostram a evolução dos custos de ferramentas e de sucata desde 2011 até março de 2012.

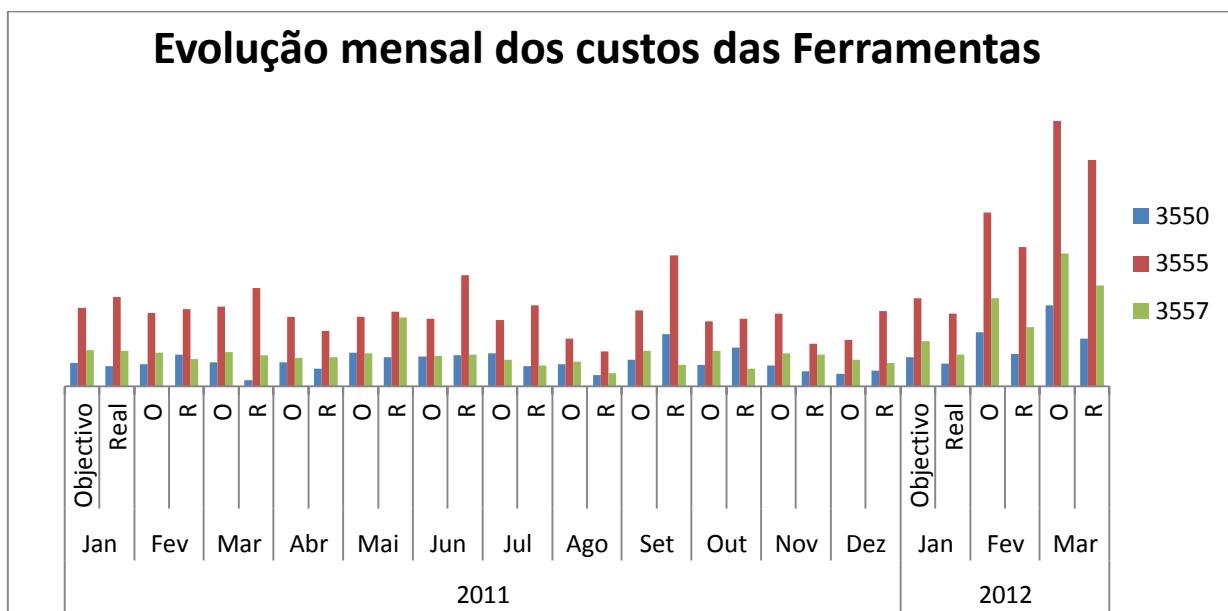


Figura 3.15. – Evolução mensal dos custos das ferramentas

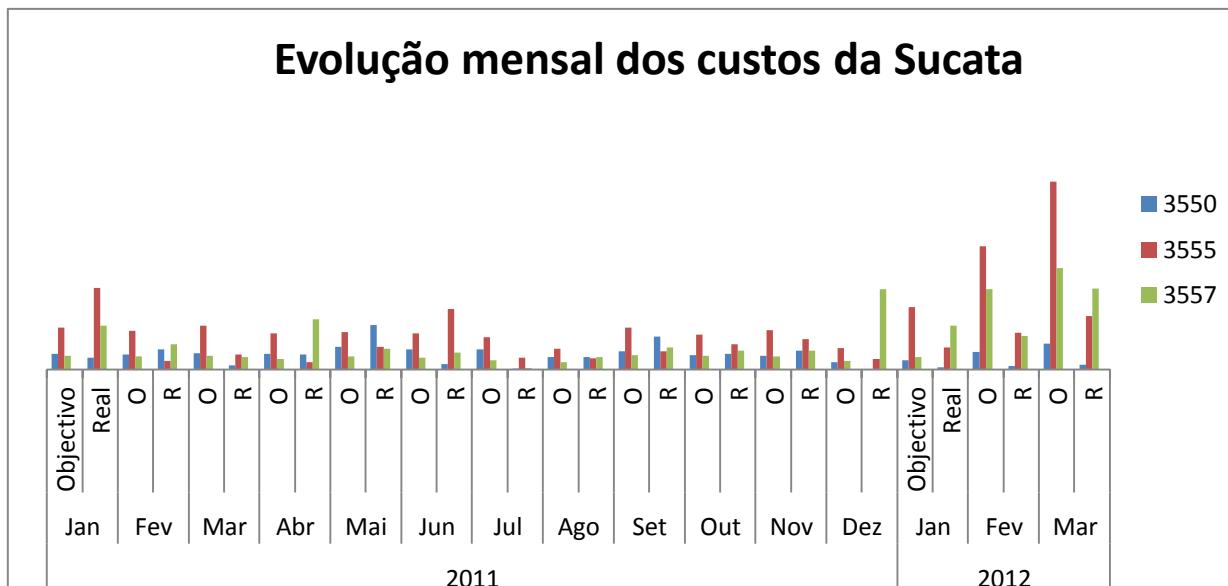


Figura 3.16. – Evolução mensal dos custos da Sucata

A traçabilidade não irá ter qualquer impacto nos custos de ferramentas. Já quanto aos custos de sucata, a traçabilidade permitirá um aumento de qualidade das matérias-

primas recebidas, através de ações juntas de fornecedores, que diminuirá o número de sucatas e consequentemente os seus custos.

3.5. PPM (Partes por milhão) Sucata

Relativamente aos PPM's de sucata produzidos nas linhas dos carters, essa análise é feita diariamente na reunião QRQC(Quick Response Quality Control), onde entre outros parâmetros, também é analisado o RO (Rendimento Operacional). Os valores apresentados na tabela 5 dizem respeito a sucata de maquinção. Este tipo de sucata é tratado pela fabricação.

	Nº de sucatas registadas em 2011													Nº de sucatas registadas em 2012					
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL	Média PPM	Jan	Fev	Mar	TOTAL	Média PPM
3557-M1	4	8	8	4	15	14	1	8	14	14	11	51	152	512	19	17	20	56	612
3550-M2	4	3	1	4	5	2	6	4	1	0	1	0	31	627	2	0	1	3	91
3555-M3	8	15	6	17	16	8	21	8	7	16	19	3	144	333	10	5	4	19	164
3555-M4	20	26	10	18	17	22	10	11	11	12	22	8	187	303	12	18	5	35	284

Tabela 5 - Quantidade de sucatas registadas nos módulos dos carters

Os limites estabelecidos pela Renault, seja alvo ou objetivo, estão apresentados na tabela 6.

PPM SUCATA	Objetivo	Alvo
3557-M1	600	400
3550-M2	900	700
3555-M3	500	400
3555-M4	450	300

Tabela 6 - Principais causas da origem de sucata

Tendo em conta a média anual de 2011 e o primeiro trimestre de 2012, os PPM de sucata estão, em geral dentro dos limites. A única situação em que o valor de PPM de sucata está fora do objetivo é no módulo 1, mas como esse desvio se verifica no primeiro trimestre de 2012, ainda existe a possibilidade de haver uma recuperação. A tabela 7 mostra as principais causas da origem de sucatas de maquinção.

	M1		M2		M3		M4	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Ferramentas partidas	33	32	12		12		57	11
Avarias CU	41							
Dupla maquinado	14							
Peça NC após troca de ferramenta	13				21			
Perfurado pelo PokaYoke	13							
Queda de peças na MAL (Máquina de Lavar)					38	6		
Peça de correção após falha do CU					13			
Diâmetros largos							78	22
Falta de energia							18	

Tabela 7 - Principais causas da origem de sucata

Pela análise do gráfico ... verifica-se que grande parte das sucatas produzidas na linha se deve, a problemas nas OP 110/120. Ainda existe a sucata POI (*Pièces Ouvrées à l'Intérieur*) que é sucata proveniente de peças fornecidas por fábricas do grupo Renault, Dacia e Cléon, e a sucata POE (*Pièces Ouvrées à l'Extérieur*) que tem origem nas fábricas externas à Renault, tais como Fagor, Alfisa e Vilanova. A sucata POI e POE é tratada pelo SQF (Serviço Qualidade Fornecedores).

3.6. Tratamento das não-conformidades

A gravidade das não-conformidades depende da zona onde aparecem e da sua dimensão. Se forem encontradas em zonas funcionais (que são zonas que vão ter impacto no funcionamento do conjunto), o carter é rejeitado. Se forem encontradas não-conformidades fora destas zonas e que não originem qualquer tipo de fuga, o carter poderá ser considerado conforme, sob derrogação. Uma derrogação consiste numa alteração dos parâmetros do plano da peça. É importante referir que cada derrogação tem um custo de cerca de 500€, portanto só fará sentido pedir uma derrogação se o nº de peças a derrogar justifique essa medida. Relativamente às não-conformidades com origem no cliente, quando esta é detetada procede-se à análise do defeito e dependendo do mesmo, procede-se a um certo tipo de tratamento, embora a proteção cliente para estes casos seja igual: é feita uma triagem (bruto e maquinado), por forma a não enviarmos peças com defeito para os

nossos clientes, que é paga pelo fornecedor das respetivas peças. Portanto para as sucatas com origem no fornecedor, é feito o seguinte tratamento:

- **Oxidação:** a peça é colocada no contentor de peças NC do fornecedor para posteriormente ser analisada pelo SQF; é feita uma triagem das peças em bruto; se a peça estiver oxidada numa zona que posteriormente vai ser maquinada ou a oxidação for muito reduzida, a peça poderá ser reintroduzida no processo, sob aprovação da qualidade de série. Se a peça estiver bastante oxidada, é enviada para a logística onde eles têm reservado um perímetro para peças oxidadas. Quando o nº de peças atingir um número considerável, elas são enviadas para o fornecedor para serem submetidas à granalhagem. Depois de recuperada a peça, ela volta à Renault Cacia para ser maquinada.
- **Choques:** a peça é colocada no contentor de peças NC fornecedor, para posteriormente ser analisada pelo SQF; é feita uma triagem das peças em bruto e maquinado; dependendo do tamanho e da localização do choque, esta peça pode ou não ser considerada sucata; e reintrodução da peça no processo está sujeita à aprovação da qualidade de série.
- **Fissuras:** a peça é colocada no contentor de peças NC fornecedor, para posteriormente ser analisada pelo SQF; é feita uma triagem das peças em bruto e maquinado; dependendo do tamanho e da localização da fissura, a peça poderá ser ou não reintroduzida, embora à partida este tipo de defeitos sejam considerados sucata.
- **Fugas:** as peças com fuga são colocadas no contentor de sucata do fornecedor, para serem devolvidas, a fim de garantir que não retornem à linha de produção, uma vez que este tipo de defeito não tem recuperação possível.
- **Poros:** as peças são colocadas no contentor de peças NC fornecedor, para posterior análise do SQF. Existe uma FOS (*Feuille d'Opération Standard*) onde está estabelecido o tamanho máximo que o poro pode ter (Anexo G); é feita uma triagem das peças em bruto e maquinado; Depois da análise do SQF, as peças só poderão ser reintroduzidas na linha depois da aprovação da qualidade de série.
- **Excesso/ falta de material e arrastamentos de material/ incrustações:** estas não-conformidades têm o mesmo tratamento; são colocadas no contentor NC de fornecedor para análise SQF, é feita uma triagem ao bruto e maquinado. Consoante o nº de peças defeituosas é pedida uma derrogação, dependendo do tamanho e localização do defeito; a reintrodução de peças na linha está sujeita à aprovação da qualidade de série.

Relativamente às sucatas com origem na maquinção, é feito o seguinte tratamento:

- Características desviadas: peça é colocada no contentor de peças NC maquinado, para posteriormente ser analisada pelo SQF; verifica-se qual foi o CU que provocou o defeito e pára-se a máquina para analisar o problema; é feita uma triagem das peças maquinadas; dependendo da característica e do tamanho do defeito, é pedida uma derrogação; e reintrodução da peça no processo está sujeita à aprovação da qualidade de série.
- Choques: a peça é colocada no contentor de peças NC maquinado, para posteriormente ser analisada pelo SQF; é feita uma triagem das peças em bruto e maquinado; dependendo do tamanho e da localização do choque, esta peça pode ou não ser considerada sucata; e reintrodução da peça no processo está sujeita à aprovação da qualidade de série.
- Diâmetros largos: a peça é colocada no contentor de peças NC maquinado, para posteriormente ser analisada pelo SQF; é feita uma triagem das peças em bruto e maquinado; verifica-se qual foi o CU que provocou o defeito e pára-se a máquina para analisar o problema; sempre que este defeito se verifica, a peça é imediatamente considerada sucata.
- Arrastamento de material: a peça é colocada no contentor NC de maquinado para análise da qualidade de série, é feita uma triagem ao bruto e maquinado; consoante o nº de peças defeituosas é pedida uma derrogação, dependendo do tamanho e localização do defeito; a reintrodução de peças na linha está sujeita à aprovação da qualidade de série.
- Maquinção incompleta: peça é colocada no contentor de peças NC maquinado, para posteriormente ser analisada pela qualidade de série; é feita uma triagem das peças maquinadas; verifica-se qual foi o CU que provocou o defeito e pára-se a máquina para analisar o problema; é feita uma triagem das peças maquinadas; reintrodução da peça no processo para finalizar a maquinção está sujeita à aprovação da qualidade de série.
- Fugas: as peças com fuga são colocadas no contentor de sucata de maquinado, a fim de garantir que não retornem à linha de produção, uma vez que este tipo de defeito não tem recuperação possível.
- Características NC por quebra de ferramenta: as peças com fuga são colocadas no contentor de sucata de maquinado, a fim de garantir que não retornem à linha de produção, uma vez que este tipo de defeito não tem recuperação possível.

3.7. Tratamento das reclamações

Existem situações de carters com defeitos dos clientes, seja em Sevilha (TL4) ou na linha de montagem AT5 (JR, ND). Os defeitos mais frequentes são: trocas de etiquetas, desvios de maquinção e fugas. Se o cliente tiver um problema de POI, e o perímetro incriminado de peças para triagem tiver um custo até 100.000€, será o cliente a fazer a triagem das peças. No caso de o custo ser superior a 100.000€ a decisão de quem irá ou não triar as peças será tomada pelos órgãos superiores. Se o problema for POE, a responsabilidade pela triagem é do fornecedor das peças. Apesar de tudo, quando a Renault Cacia recebe alguma reclamação inicia a proteção cliente. É feito o alerta posto, onde os operadores são avisados do erro ocorrido, é feita uma triagem interna e é criado um *dossier* QRQC para se descobrir a causa do defeito. Com o atual sistema de traçabilidade, é vista a marcação manual e de código de barras para se proceder à triagem. São consultados os registos de traçabilidade para delimitar o perímetro de triagem.

3.8. TCy (Temps de Cycle)

O TCy, é um dos parâmetros mais importantes do processo, uma vez que é esse tempo que dita qual a cadência de produção na linha. Para o cálculo do TCy, é usado um programa que está incorporado em todos os CU's de todas as linhas dos carters. Esse programa é o TCy Register e depois de se mandar correr a aplicação, existe uma contagem do tempo de maquinção. A análise dos tempos deve ser feita semestralmente, embora em alguns casos essa análise seja mais frequente. Este último caso verifica-se quando existem modificações nas máquinas que influenciam este parâmetro. Esses dados depois são tratados, uma vez que podem ocorrer paragens de máquinas que inevitavelmente irão influenciar os valores. Depois desse tratamento, os dados são armazenados num ficheiro criado para o efeito. A tabela 8 mostra a média dos TCys reais das máquinas e o valor da Bíblia, que é o valor de referência. A atribuição dos valores da Bíblia é feita pela engenharia, e a alteração dos mesmos é feita quando existe uma modificação no processo.

		TCy Real	TCy Bíblia
M3	CM TL4	6,50	6,71

M4	CED TL4 K9K S3	6,82	6,70
	CED TL4 K9K S2	6,44	6,32
	CED TL4 M1G N	6,95	6,81
	CED TL4 M1G R	6,83	6,64
	CED TL4 H4J	6,61	6,47
	CED TL4 F4R	3,36	6,12
	CED TL4 K4M	6,67	6,51
M2	CED ND4 R9M	11,22	11,26
	CED ND4 F9M	10,97	11,04
	CM ND4	9,42	9,14
M1	CED JRQ 059 c/T	9,325	9,37
	CED JRQ 061 c/ T	8,877	8,89

Tabela 8 - Comparação entre TCy real e TCy Bíblia

A automatização da traçabilidade não vai ter qualquer influência nos TCy, uma vez os CU's não vão sofrer alterações, logo o tempo de maquinação irá manter-se. A alteração deste parâmetro poderia levar à inviabilidade de uma proposta, uma vez que muitas das energias gastas pelos trabalhadores prendem-se com a diminuição do tempo de ciclo, pois este tem influência direta na taxa de produção de peças.

3.9. Análise VA/NVA (Value Added/ Non Value Added)

A análise VA/NVA procura saber qual o peso que cada atividade tem numa UET e ainda qual o peso dessas atividades em cada operação. Esta análise deve ser feita semestralmente. O gráfico 3.17 mostra a média de atividades realizadas no módulo 4, onde a inatividade é a parcela com mais peso (27%).

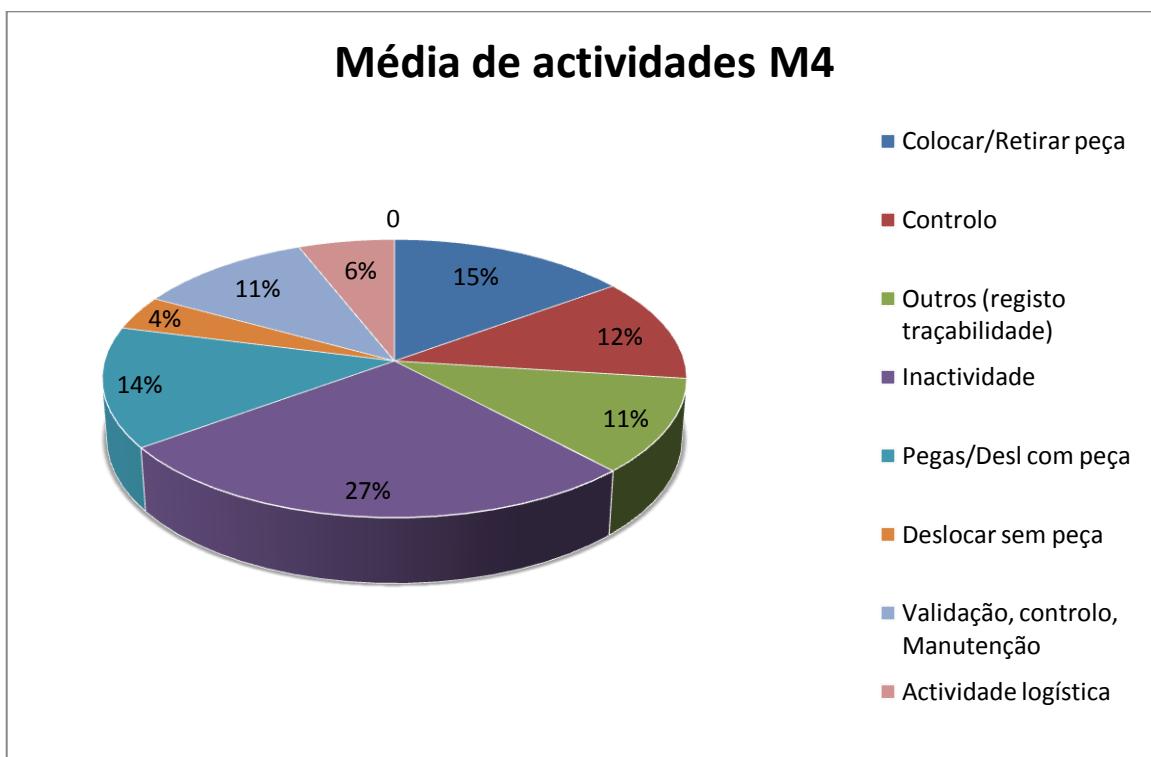


Figura 3.17. – Média de atividades no módulo 4

Outra análise interessante e pertinente é constatar o peso que cada atividade tem em cada posto da linha, onde as atividades que estão presentes em todos os postos são: outros (registos de traçabilidade), inatividade, deslocações sem peça, pegar/deslocar com peça e ainda validação, controlo e manutenção. A figura 3.18 mostra a repartição de atividades por posto em percentagem, no módulo 4.

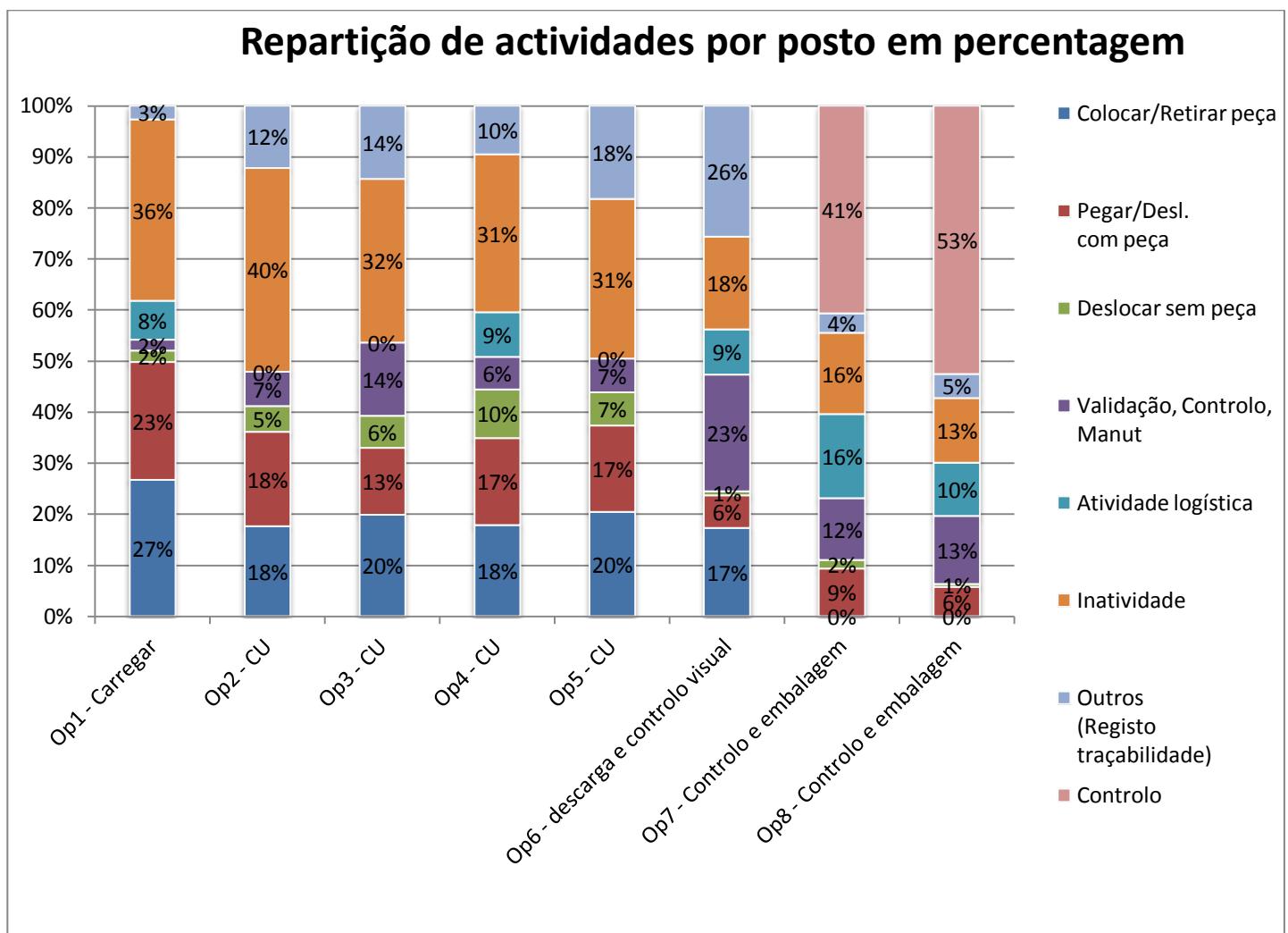


Figura 3.18. – Repartição de actividades por posto em percentagem no módulo 4

Uma das actividades que mais contribui para a elevada percentagem de NVA, é a inatividade dos operadores. Para isto contribui o facto de o tempo de ciclo ser elevado. Outra actividade que tem um grande peso na percentagem de NVA é colocar/retirar a peça, uma vez que a peça tem de ser carregada e descarregada da linha, e ainda carregada e descarregada dos CU's, além dos controlos que são feitos, que também implicam a movimentação das peças. O objetivo desta análise, apresentada na figura 3.19, é ter uma percepção clara das operações que trazem valor acrescentado ao produto, e tentar fazer com que as actividades tenham valor acrescentado no produto final.

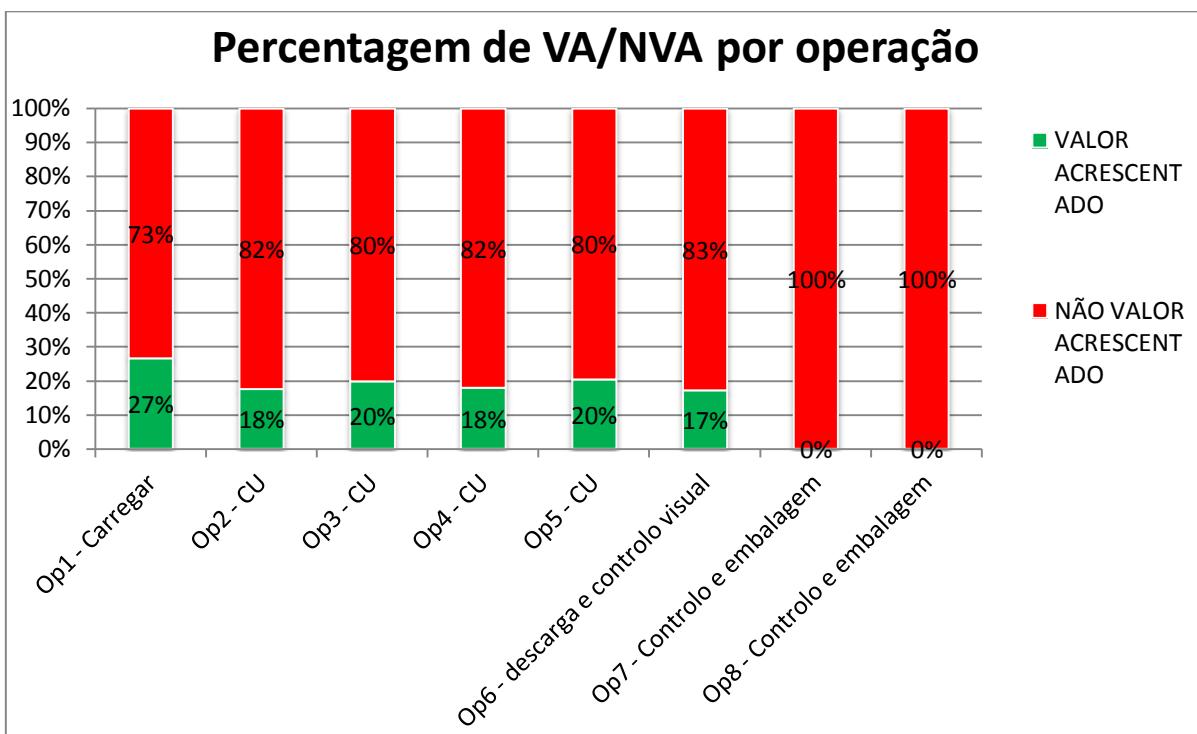


Figura 3.19. – Percentagem de VA/NVA por operação no módulo 4

O resultado da média do VA/NVA da UET M4, ilustrado na figura 3.20, permite-nos concluir que existem muitas atividades não rentáveis que são levadas a cabo na UET, o que é um indicador de que grande parte das energias gastas durante a produção de uma peça não traz valor ao produto final.

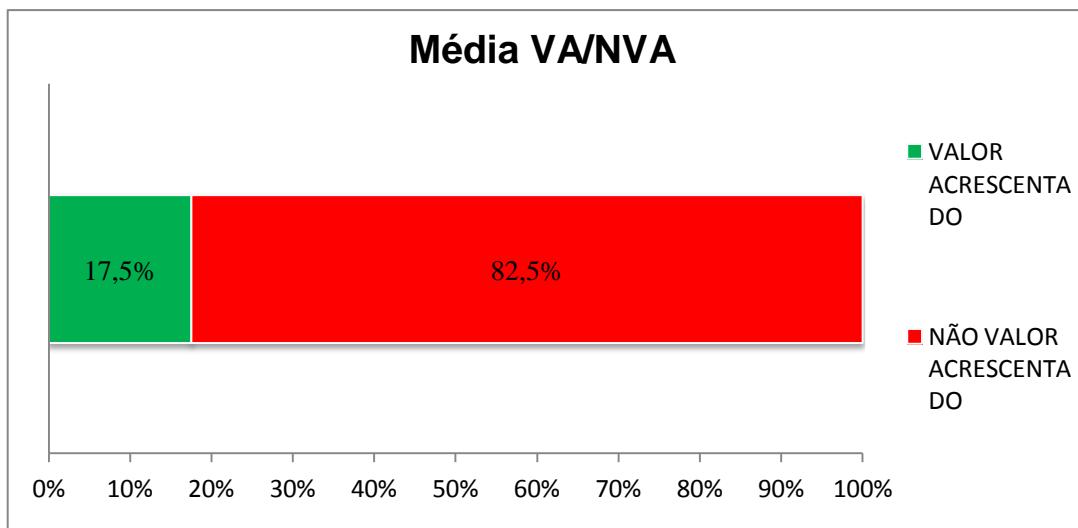


Figura 3.20. – Média VA/NVA no módulo 4

A automatização da traçabilidade vai influenciar a percentagem VA/NVA, uma vez que o tempo na marcação manual e na recuperação dos registos será eliminado. O resultado que iríamos obter com a automatização da traçabilidade está apresentado na figura 3.21.

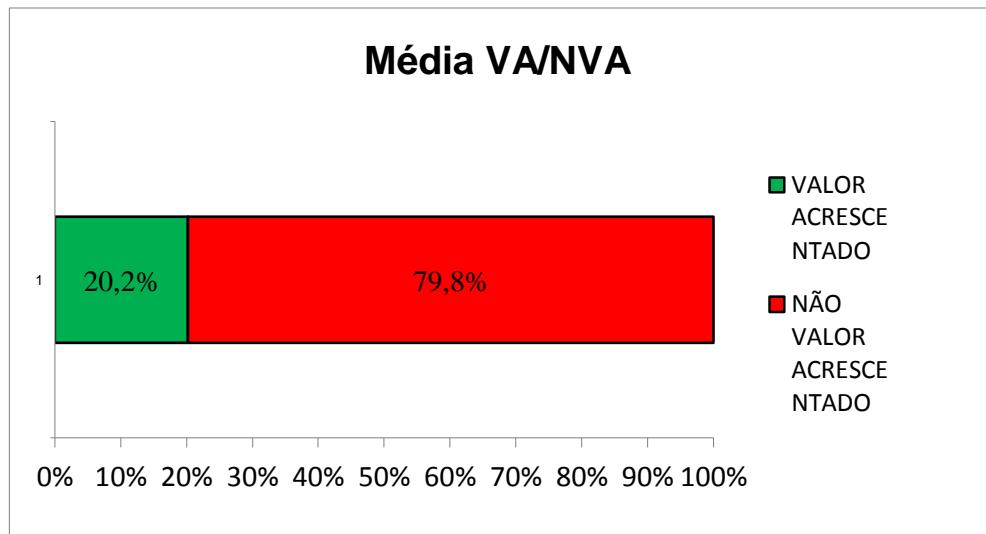


Figura 3.21. – Média VA/NVA no módulo 4 depois da automatização da traçabilidade

Portanto com a alteração pode obter-se um aumento de 2,7 pontos percentuais. No módulo 2, a diferença seria ainda maior, uma vez que a colagem de etiqueta manual também seria eliminada.

4. SISTEMA DE TRAÇABILIDADE

Neste capítulo é discutido o sistema aplicado na empresa, sistema atual, e também o sistema de traçabilidade proposto, que proporciona vantagens sobre o sistema atual, como melhoria na qualidade de marcação, agilidade no processo de marcação, durabilidade do código e menores custos a longo prazo

4.1. Sistema de traçabilidade atual

O alto volume de peças produzidas pelo setor automóvel faz com que o isolamento de uma peça ou lote defeituoso seja uma tarefa complexa. Para facilitar a identificação da origem de defeitos em peças, os sistemas de traçabilidade foram inseridos e vem sendo utilizados tradicionalmente pelas indústrias do setor automóvel. Quando o sistema convencional foi adotado, respondia às necessidades existentes. Mas a verdade é que o retorno na identificação, isolamento de peças defeituosas e identificação da origem dos defeitos começou a ter falhas. Além disso, o custo com a operação e manutenção desses sistemas tem-se tornado proibitivos. Assim, as linhas de produção de carters, que são objeto deste estudo, serão alvo de uma análise com objetivo de serem equipadas com um sistema de traçabilidade adequado às necessidades.

O primeiro sistema de traçabilidade usado na Renault Cacia começou a ser usado quando as linhas de carters foram instaladas. O sistema convencional foi aplicado devido à imposição dos clientes (naquela altura era só o AT 5 - montagem de caixas de velocidade de Cacia). A escolha do tipo de sistema foi influenciada pela observação do que era aplicado pelos concorrentes na época. Para instalação do sistema de traçabilidade convencional foi escolhida como exemplo as linhas de produção de carters das fábricas da Renault localizadas em Sevilha e Cleón. A escolha destas linhas deveu-se ao facto de pertencerem ao grupo Renault, onde os requisitos de qualidade são elevados.

Inicialmente, quando as linhas foram instaladas, todas as etiquetas eram coladas manualmente e já vinham todas impressas do fornecedor, ou seja, não existiam impressoras. Havia um suporte onde eram colocados os rolos de etiquetas e à medida que

se verificava uma mudança de rafale, o rolo era substituído pelo que continha o código de barras com a respetiva referência. A zipagem servia apenas para fazer avançar a palete no transportador. A traçabilidade não era apenas controlada através das etiquetas. Havia registos feitos pelos operadores, que ainda hoje são usados, para o controlo de contentores de brutos que chegam à linha, contentores de produto acabado que vão para o armazém, traçabilidade das peças após passarem pelo posto de estanquidade e peças não-conformes, sejam elas de fornecedor ou da maquinaria. Na figura 4.1 estão representados os locais, no módulo 3, onde as folhas de traçabilidade são preenchidas e ainda os locais na linha onde o operador faz a marcação nas peças.

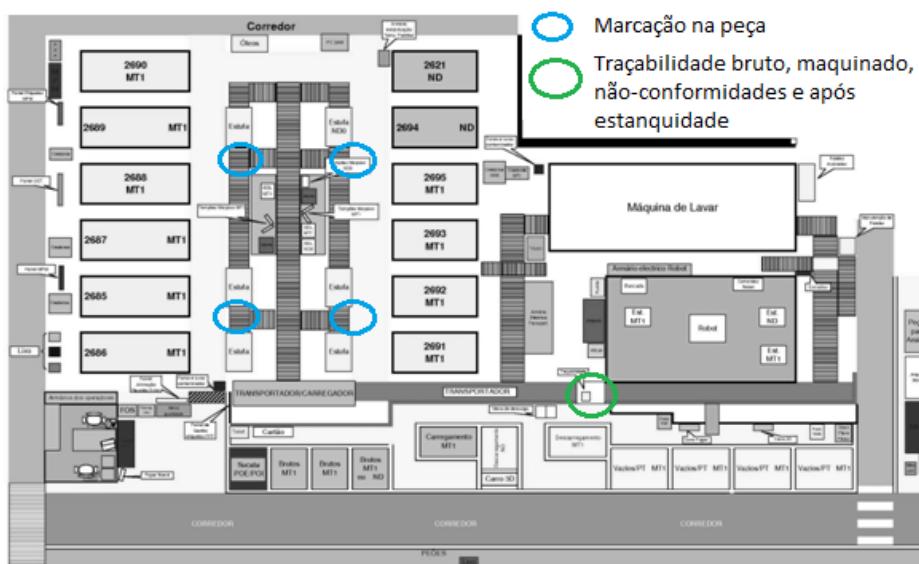


Figura 4.1. – Localização dos registos de tracabilidade e da marcação da peça

No Anexo D encontram-se as folhas, destinadas à traçabilidade, usadas no módulo 3 e no Anexo F existe ainda uma FOS que explica como o operador deve fazer a traçabilidade às peças.

Ao longo do tempo foram feitas algumas melhorias a nível de traçabilidade, como a instalação de impressoras térmicas e a automatização da impressão. As impressoras térmicas utilizam um filme (ribbon), que é uma espécie de fita de impressão especial, para imprimir o código de barras nas etiquetas. Para que o sistema de impressão e leitura de etiquetas funcione são necessários os seguintes equipamentos: leitores manuais, leitores fixos, *balogh's*, células de leitura/escrita, módulos de processamento, autómatos, uma impressora térmica e um posto de visão. Portanto é essencial a identificação da referência

da peça, para que se possam imprimir as etiquetas de código de barras com essa informação.

O processo de geração e impressão da etiqueta de código de barras não é igual em todos os módulos, portanto irá ser feita uma descrição deste processo para cada módulo, tenho em conta que no módulo 3 e 4 o processo é igual.

- Módulo 1: no módulo 1 o processo inicia-se com a passagem da peça por uma estrutura que deteta se é uma peça com ou sem taquímetro (no Anexo E encontra-se a figura de um carter com e sem taquímetro); de seguida o robô da estanquidade pega na peça e coloca-a no meio de estanquidade (é o meio de estanquidade que identifica qual é o tipo de peça, através de apalpadores); depois de a peça passar pelo posto de estanquidade, é gravado um código correspondente à identificação feita no posto de estanquidade, no PLC da estanquidade; o robô coloca a peça novamente no transportador, e nessa altura escreve no *balogh* qual o código que estava guardado na memória do PLC da estanquidade; no momento da impressão, o PLC do transportador consulta o código presente no *balogh* e converte esse código na referência respetiva (o PLC do transportador tem guardado na sua memória a correspondência entre código e referência; a cabeça do robô possui um leitor que verifica se o código de barras foi impresso corretamente (sem problemas de leitura)).

- Módulo 2: no módulo 2 o processo inicia-se com a passagem da peça pelo posto de visão, onde é feito o reconhecimento do tipo de carter; o posto de visão envia um código para o PLC da estanquidade (cada código corresponde a uma referência) para que o robô saiba onde deve pegar na peça e em que meio de estanquidade deve colocar a peça; depois de a peça passar pelo posto de estanquidade, o robô coloca a peça novamente no transportador, e nessa altura escreve no *balogh* qual o código que estava guardado na memória do PLC da estanquidade; no posto de impressão de etiqueta, o PLC do transportador consulta o código presente no *balogh* e converte esse código na referência respetiva (o PLC do transportador tem guardado na sua memória a correspondência entre código e referência; no módulo 2, por ser o único módulo onde a etiqueta é colada à mão, o leitor ótico que é usado para zipar as peças no final, também tem a função de detetar erros na impressão da etiqueta).

- Módulo 3 e 4: no módulo 3 e 4 o processo inicia-se com a passagem da peça pelo posto de visão, onde é feito o reconhecimento do tipo de carter; o posto de visão envia um código para o PLC da estanquidade para que o robô saiba onde deve pegar na peça e em que meio de estanquidade deve colocar a peça; depois de a peça passar pelo posto de estanquidade, o PLC do transportador comunica coloca a peça no transportador e escreve no *balogh* a informação que estava guardada no PLC da estanquidade; no posto de impressão de etiqueta, o PLC do transportador consulta o código presente no *balogh* e converte esse código na referência respetiva (o PLC do transportador tem guardado na sua memória a correspondência entre código e referência; a leitura da etiqueta é feita por leitor fixo que se encontra junto à impressora).

Os esquemas representados pelas figuras 4.2, 4.3 e 4.4 permitem uma melhor percepção do sistema de traçabilidade convencional.



Figura 4.2. – Esquema de geração e leitura de etiqueta no módulo 1



Figura 4.3. – Esquema de geração e leitura de etiqueta no módulo 2

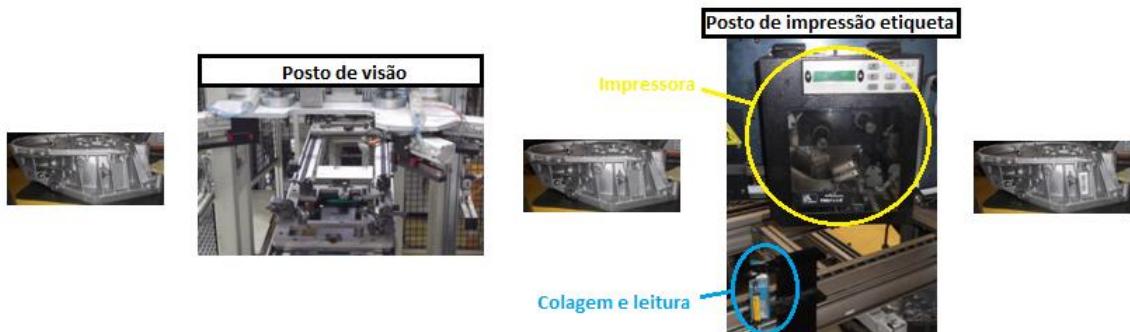


Figura 4.4. – Esquema de geração e leitura de etiqueta nos módulos 3 e 4

A figura 4.5 mostra os dois tipos de etiquetas existentes nas linhas dos carters. Quando uma peça chega ao final do processo, seu código de barras é lido por um leitor ótico. Neste processo de leitura, o nº de etiqueta GÁLIA é associado à referência da peça, e essa informação é enviada para uma base de dados, a qual chamamos Stratus.



Figura 4.5. – Etiquetas código de barras usadas nos carters (À dir.: etiqueta usada nos módulos 1 e 2; À esq.: etiqueta usada nos módulos 3 e 4)

A figura 4.6 identifica os campos que estão presentes na etiqueta usada no Módulo 3.

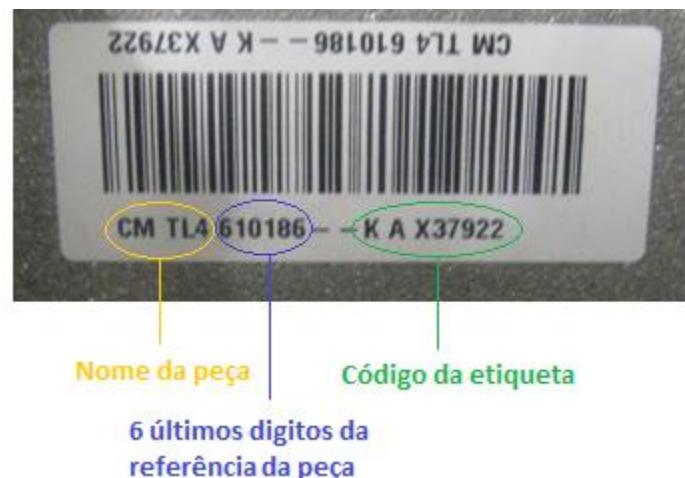


Figura 4.6. – Legenda do código de barras usado nos carters CM TL4 (M3)

A informação presente no código de barras é a referência da peça. Além da etiqueta ser representada no código de barras, os 6 últimos dígitos da mesma, também estão presentes na etiqueta sob a forma de caracteres. A vantagem do uso das etiquetas com um nº sequencial (módulo 3 e 4) prende-se com o facto de cada peça ter uma etiqueta única, não havendo assim possibilidade de dupla zipagem da mesma peça. A referência será posteriormente incluída na etiqueta GÁLIA (a etiqueta GÁLIA é emitida quando um contentor de produto acabado está completo) de forma a identificar o tipo de carter presentes no contentor. Esta referência é usada pela logística, para saber que tipo de produto está presente no contentor. Para a leitura automática dos códigos, existem dispositivos manuais e de leitura à distância. Os problemas comuns dos códigos de barras são que frequentemente eles são danificados pela humidade e pelo manuseio, e só são legíveis a pequenas distâncias. Além disso, por vezes a etiqueta descola-se da peça, causando uma disfuncionalidade grave, uma vez que toda a traçabilidade é perdida. Além disso a peça tem de ser novamente reintroduzida na linha.

O fluxograma representado na figura 4.7 mostra as atividades relacionadas com a traçabilidade levadas a cabo na linha, atualmente.

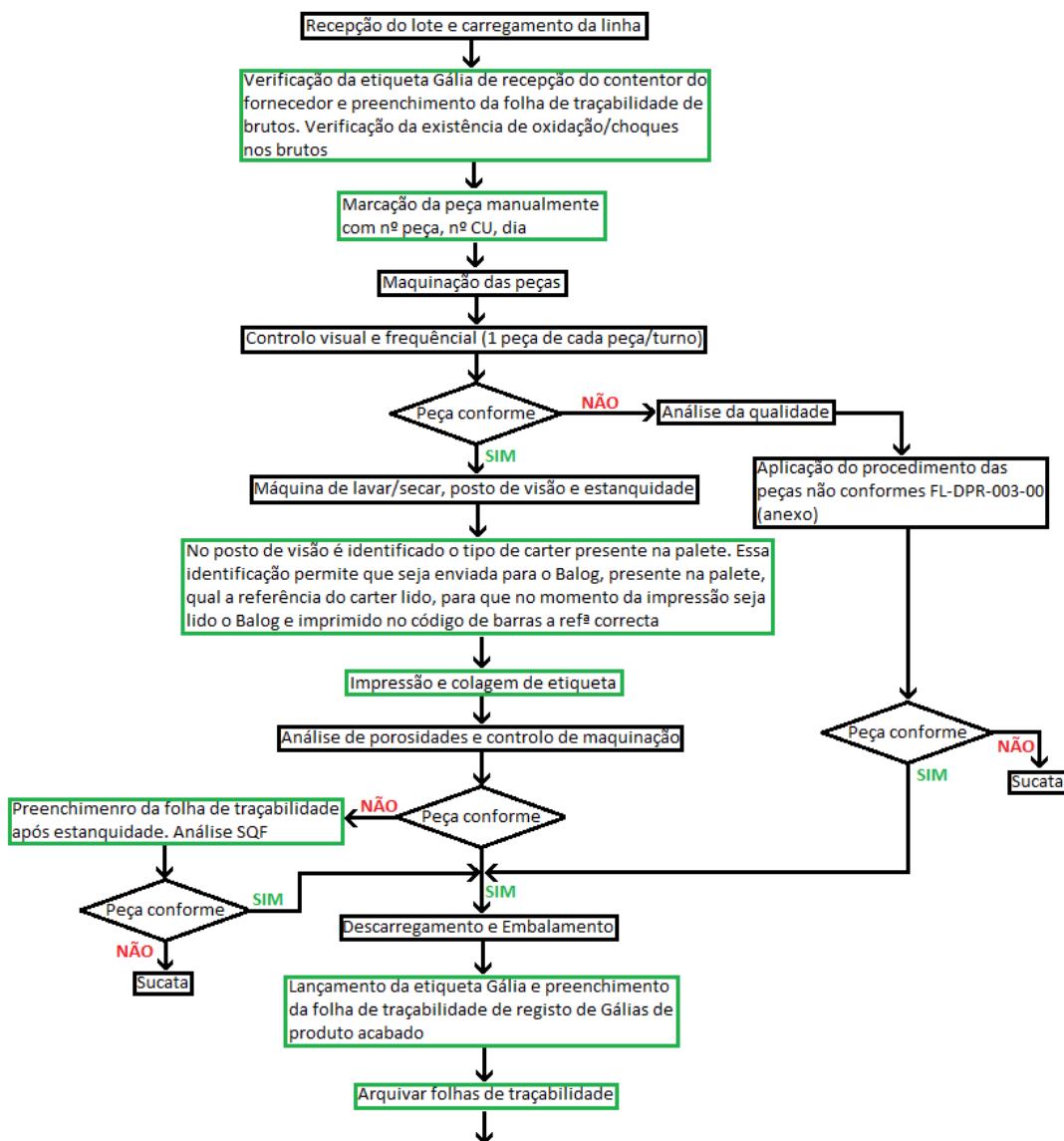


Figura 4.7. – Fluxo do sistema atual

A partir dos requisitos de traçabilidade e monitorização solicitada pelo cliente, o sistema foi montado e posteriormente homologado pela Renault, a fim de comprovar sua eficácia e garantir a adequação do mesmo na linha de produção. Depois de todos os colaboradores estarem formados e o processo de traçabilidade ter sido aprovado, iniciou-se o processo de produção das peças com este sistema, assegurando desta forma a recuperação do histórico de informações das peças que se produziam na linha, através de registos.

4.1.1. Custos

Os custos associados com a traçabilidade verificam-se a nível de papel gasto com registos (este custo não é significativo, por isso não será descrito), custo com a manutenção das impressoras de etiquetas, custos com os rolos de etiquetas, custos com marcadores e o custo associado ao tempo de o operador gasta para fazer os registos nas folhas de traçabilidade, na peça e na impressão da GÁLIA.

- O custo com a manutenção das impressoras, no ano de 2011 foi de 2.262€, sendo impressora do M4 a mais dispendiosa a nível de manutenção, com um custo anual de 699€.
- O custo com rolos de etiquetas desde 2010 até Março de 2012 foi de 71.800€ nos módulos 3 e 4 e de 25.272€ nos módulos 1 e 2. Esta diferença de custos deve-se a dois motivos: a produção efetuada nos módulos 3 e 4 é superior à dos módulos 1 e 2; o custo unitário dos rolos de etiquetas usados nos módulos 3 e 4 foi de 142,16€ até 2012, sendo que a partir dessa data passaram a ter um custo de 118, 16€, enquanto que os rolos dos módulos 1 e 2 têm um custo de 91,90€.
- Relativamente aos marcadores, é mais difícil obter um valor concreto para os carters, uma vez que as encomendas são feitas para todo o AT2 e não para cada UET individualmente. Ainda assim os números são significativos: em 2010 o custo com marcadores foi de 1995€, 2011 de 2580 € e em 2012 já vamos em 717€. A verdade é que pode considerar-se que grande parte do custo com marcadores se deve aos módulos de carters, onde a informação que é escrita com marcadores é significativa. Nas restantes UET's são apenas efetuadas pequenas marcas na peça, enquanto que nos carters

4.1.2. GÁLIA

As etiquetas GÁLIA são registos que estão anexados aos contentores de peças, sejam elas em bruto (POI ou POE) ou produto acabado. A figura 4.8 mostra as diversas etiquetas GÁLIAs que são usadas nas linhas dos carters. A caracterização dos campos de

cada uma das etiquetas encontra-se no Anexo B. As GÁLIAs são um documento imprescindível para a logística, mas também para a traçabilidade das linhas dos carters. Relativamente às etiquetas GÁLIA de brutos, a informação útil para a traçabilidade na linha de produção de carters é a referência da peça em bruto, nº de contentor, o nº da GÁLIA e o fornecedor. Existe ainda um autocolante colado pelo fornecedor no contentor, onde temos a informação do nº de molde em que as peças foram maquinadas. Essa informação é útil quando existem sucatas do fornecedor ou de maquinção. Muitas vezes a origem dos defeitos dos brutos está no molde. Relativamente às GÁLIAs que seguem no contentor de produtos acabados, grande parte da informação presente na etiqueta já está preenchida por defeito no PSFp (Pilotage et Suivi des Fluxes pièces - ferramenta usada pelos CUET's das linhas de produção para a consulta de ordens de produção de peças e do stock armazenado na linha de produção). A única informação que não está definida por defeito na etiqueta GÁLIA do produto acabado é a referência, que é inserida pelo operador. Existe muitas vezes a necessidade de emissão da mesma GÁLIA de produto acabado mais do que uma vez, o que faz com que seja necessário a anulação da primeira. O procedimento para impressão de etiquetas de GÁLIA de produto acabado e para a sua anulação estão presentes no Anexo A. A anulação de GÁLIAs deve-se a problemas como: avarias na impressora, desaparecimento das GÁLIAS (por vezes durante o período em que o contentor está no armazém da linha à espera para ser transportado para o armazém de stock, a folha perde-se) ou engano na digitação dos dados a imprimir.



Figura 4.8. – Etiquetas GÁLIA usadas nas linhas dos carters (1- Etiqueta produto acabado, 2- Etiqueta brutos POI, 3- Etiqueta brutos POE)

4.1.3. Stratus

Além da traçabilidade efetuada no sistema atual de marcação de peças, existe uma ferramenta usada nos carters que nos possibilita conhecer em tempo real a localização de um contentor. Essa ferramenta dá pelo nome de Stratus e permite-nos fazer pesquisas (por exemplo, através da referência da peça) de embalagens fabricadas, expedidas ou distribuídas. Essas pesquisas resultam no local físico onde se encontram as embalagens. Esta ferramenta tem um papel de extrema importância no nosso processo. Um exemplo disso é quando se encontra um defeito numa peça e, através da análise das causas do defeito, percebe-se que existem contentores que poderão ter peças defeituosas. Fazendo uma pesquisa no Stratus através do nº das GÁLIAs dos contentores incriminados, podemos rapidamente saber se as peças estão ainda em Cacia, se já foram expedidas ou mesmo montadas. As ilustrações seguintes são o resultado de uma pesquisa efetuada no Stratus. A figura 4.9 mostra uma pesquisa onde são analisadas as embalagens fabricadas na Renault Cacia.

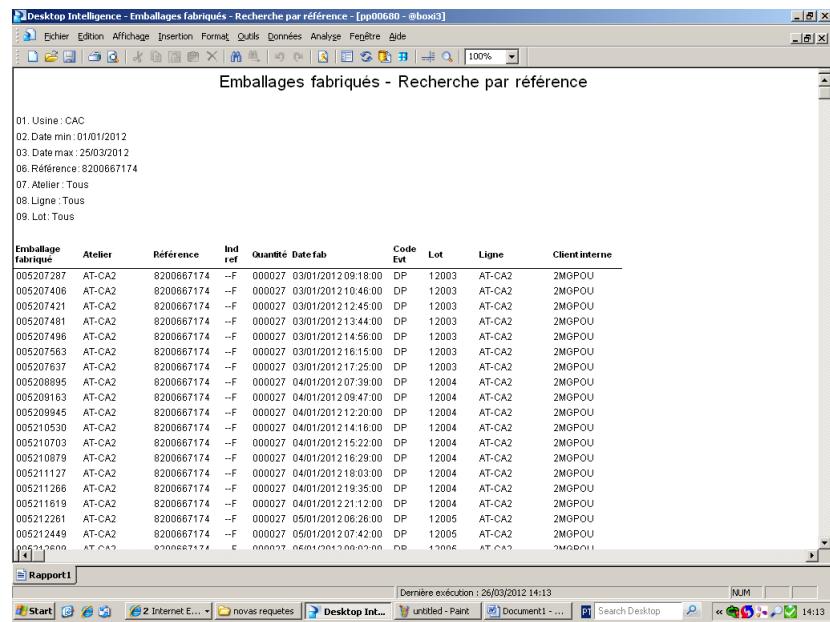


Figura 4.9. – Pesquisa das embalagens fabricadas através da referência do maquinado 8200667174 – CM ND4

Esta pesquisa fornece informações como: nº da embalagem (GÁLIA), AT e módulo onde foi produzida a embalagem, referência da peça, data e hora da fabricação, nº do lote e local no armazém onde se encontra a embalagem. O armazém 2MGPOU é o armazém de peças para consumo interno, nomeadamente de carters do M1 e M2, uma vez que essas peças são consumidas pelo AT5. A figura 4.10 mostra uma pesquisa onde são analisadas as embalagens distribuídas na Renault Cacia.

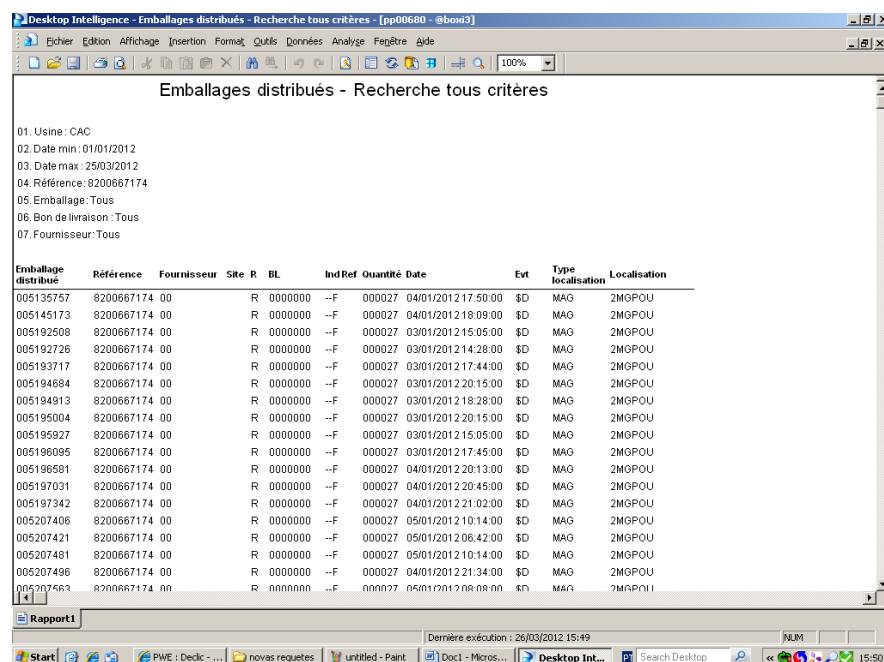
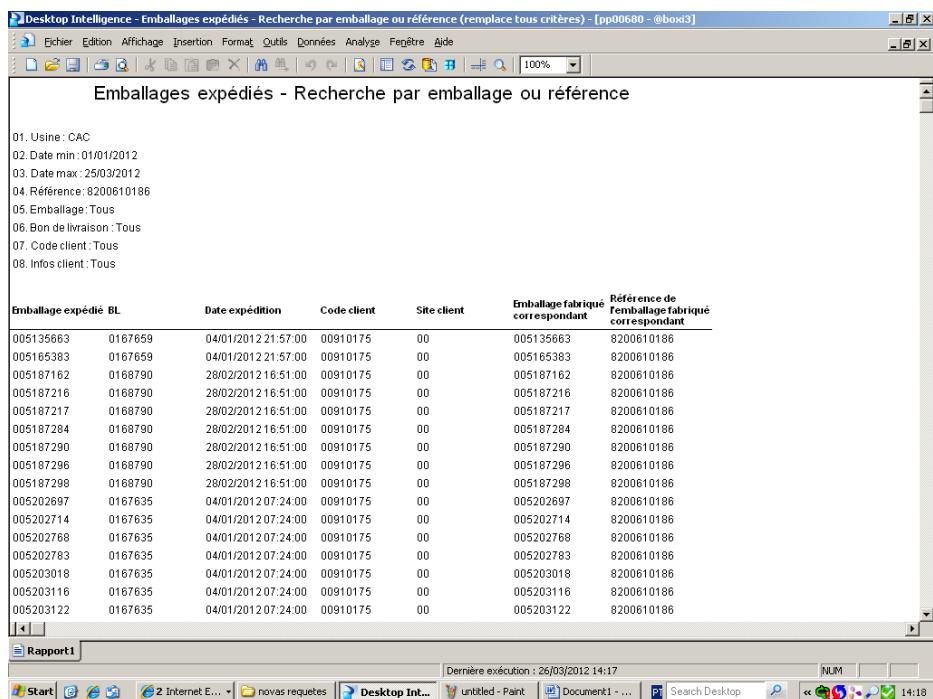


Figura 4.10. – Pesquisa das embalagens através da referência do maquinado 8200667174 – CM ND4

Esta pesquisa fornece informações como: nº embalagem (GÁLIA), referência da peça, quantidade de peças na embalagem, data e hora de distribuição e local no armazém de onde saiu a embalagem. De salientar que as embalagens distribuídas, são embalagens que são consumidas internamente. O armazém 2MGB é o armazém de grandes embalagens, portanto onde estão localizados os carters, uma vez que têm uma dimensão considerável.

A figura 4.11 mostra uma pesquisa onde são analisadas as embalagens expedidas da Renault Cacia.



The screenshot shows a software window titled "Emballages expédiés - Recherche par emballage ou référence". The search parameters listed are: Usine : CAC, Date min : 01/01/2012, Date max : 25/03/2012, Référence : 8200610186, Emballage : Tous, Bon de livraison : Tous, Code client : Tous, Infos client : Tous. The main area displays a table with columns: Emballage expédié BL, Date expédition, Code client, Site client, Emballage fabriqué correspondant, and Référence de l'emballage fabriqué correspondant. The table contains 20 rows of data, each corresponding to a different package number (e.g., 005135663, 005165383, etc.) with its details.

Emballage expédié BL	Date expédition	Code client	Site client	Emballage fabriqué correspondant	Référence de l'emballage fabriqué correspondant
005135663	0167659	04/01/2012 21:57:00	00910175	00	005135663
005165383	0167659	04/01/2012 21:57:00	00910175	00	005165383
005187162	0168790	28/02/2012 16:51:00	00910175	00	005187162
005187216	0168790	28/02/2012 16:51:00	00910175	00	005187216
005187217	0168790	28/02/2012 16:51:00	00910175	00	005187217
005187284	0168790	28/02/2012 16:51:00	00910175	00	005187284
005187290	0168790	28/02/2012 16:51:00	00910175	00	005187290
005187296	0168790	28/02/2012 16:51:00	00910175	00	005187296
005187298	0168790	28/02/2012 16:51:00	00910175	00	005187298
005202697	0167635	04/01/2012 07:24:00	00910175	00	005202697
005202714	0167635	04/01/2012 07:24:00	00910175	00	005202714
005202768	0167635	04/01/2012 07:24:00	00910175	00	005202768
005202783	0167635	04/01/2012 07:24:00	00910175	00	005202783
005203018	0167635	04/01/2012 07:24:00	00910175	00	005203018
005203116	0167635	04/01/2012 07:24:00	00910175	00	005203116
005203122	0167635	04/01/2012 07:24:00	00910175	00	005203122

Figura 4.11. – Pesquisa das embalagens expedidas através da referência do maquinado 8200610186 – CM TL4

Esta pesquisa fornece informações como: nº embalagem (GÁLIA), BL, data e hora de expedição no armazém de onde saiu a embalagem, código de cliente, nº embalagem de fabricação (GÁLIA) e referência da peça presente no contentor. Ao contrário das embalagens distribuídas, as expedidas são embalagens que são enviadas para fábricas exteriores à Renault Cacia, no caso dos carters, para Sevilha.

4.1.4. Benefícios e Desvantagens do sistema atual de traçabilidade

Durante algum tempo, os sistemas de traçabilidade ficaram estagnados porque as indústrias fizeram altos investimentos em sistemas de traçabilidade complexos e difíceis de manter. Com o passar dos anos esses sistemas ficaram obsoletos e desfasados tecnicamente, o que acabou impulsionando novas pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias de traçabilidade.

Depois de cinco meses de estágio, apenas encontrei uma vantagem associada ao sistema de traçabilidade atual. Essa vantagem baseia-se no facto de existir um sistema de traçabilidade, ainda que deficiente. Portanto, grande parte dos aspetos que constatei no processo são desvantagens:

- Possibilidade de falha humana

A maior parte das operações de traçabilidade dependem dos operadores, e portanto estão sujeitas a erro humano, como por exemplo, o operador trocar um algarismo quando está a fazer um registo.

- Custos

Os custos associados ao sistema de traçabilidade atual são extremamente elevados, nomeadamente no que diz respeitos a rolos de etiquetas código de barras.

- Uso de etiquetas código de barras

Foram constatados problemas em peças que chegaram ao cliente com etiqueta de código de barras danificada, removida ou trocada. A falta de etiqueta impede a montagem das peças, pois a identificação da peça com código de barras é requisito obrigatório do cliente. Devido a estes problemas existiram algumas paragens na linha de montagem do cliente, e portanto ocorreram perdas financeiras e descredibilização do processo do fornecedor.

- Consulta morosa do histórico

Em caso de problemas na montagem da peça pelo cliente, o sistema não se mostrou ágil na recuperação das informações de traçabilidade da peça produzida, uma vez que era necessário a consulta de folhas de traçabilidade, o que se torna muito moroso. Portanto a reação, relativamente às triagens, era muito mais lenta.

- Dificuldade em encontrar a causa de um defeito

Quando é detetado um defeito de maquinção numa peça, podemos saber qual foi a máquina que fez a operação de maquinção através da marcação feita pelo operador, mas não é possível conhecermos a hora exata da maquinção, e essa é uma informação relevante no que diz respeito à deteção do problema que tenha dado origem ao defeito.

Por tudo isto, o sistema começou a entrar em descrédito. O código de barras já há muito que tem vindo a ser substituído por outras formas de identificação mais eficazes no segmento automóvel. Todo este histórico negativo começou a influenciar na credibilidade do sistema convencional e impulsionou a proposição de um novo sistema, mais eficaz e moderno, que permitisse atender às novas formas de padronização impostas pelas normas de qualidade, que utilizasse equipamentos mais modernos e robustos e que garantissem menores índices de falhas humanas durante a sua aplicação, assegurando novamente a credibilidade no cliente.

5. PROPOSTAS PARA NOVO SISTEMA DE TRAÇABILIDADE

5.1. Objetivo do novo sistema

Devido a problemas para identificar peças automóvel e o alto custo de manutenção dos equipamentos utilizados, o sistema de traçabilidade por etiquetas de código de barras caiu em descrédito o que impulsionou a indústria automóvel a desenvolver um novo sistema de traçabilidade com ajuda de uma tecnologia atual que aplica a marcação direta na peça.

Assim, depois de um período inicial em que se procurou compreender o processo produtivo e sistematizar as necessidades internas, evoluiu-se para a definição dos requisitos que o sistema de traçabilidade deverá cumprir:

- Identificar o nº da máquina, nº da peça e a hora associadas à peça, garantindo que se surgirem peças defeituosas seja possível identificar o problema que originou o defeito;
- Reduzir o tempo de resposta na aplicação da proteção cliente
- Minimizar a intervenção dos operadores no sistema de traçabilidade
- Ter em conta, nos custos dos sistemas, os condicionalismos atuais que limitam novos investimentos na Renault Cacia;

Assim, e tendo presente os objetivos do sistema e os requisitos antes referidos, foram definidos os dados relativos à peça que deveriam passar a ser registados sistematicamente. Além do registo da informação dos produtos iria ser possível ter acesso a informações relativas ao processo.

Em relação à peça de uma determinada referência, foi estabelecido pela empresa que a informação indispensável a ser guardada numa BD (Base de Dados) seria:

- Data (data descarregamento)
- Hora (hora maquinagem)

- Nº peça (4 caracteres)
- Nº de máquina (4 caracteres)

Além da informação essencial pensou-se em adicionar mais alguma informação, como:

- Referência da peça (10 caracteres)
- Código fornecedor (4 caracteres)
- Estado da peça (A (acabado), NC (não conforme), R (recuperado) ou pura e simplesmente estar em branco, o que significa que ainda está a ser maquinado)

Relativamente ao processo, foram definidos os seguintes conteúdos informativos mínimos, que com o sistema a trabalhar, poderão estar disponíveis.

- As quantidades de cada uma das referências de produto produzidas diariamente;
- A produção de uma determinada máquina;
- A qualidade dos produtos efetuados por uma máquina;
- Os parâmetros da máquina aquando da maquinação dos produtos.

5.2. Tipo de traçabilidade do novo sistema

Tendo presente as decisões anteriores, equacionaram-se duas soluções possíveis para a implementação do sistema de traçabilidade: o registo peça a peça e o registo com base nos elementos de transporte. No registo peça a peça, cada um dos carters é identificado individualmente. Para que tal seja possível será necessário efetuar uma marcação, mecânica ou a laser nos produtos ou continuar com etiquetas. A marcação na própria peça apresenta-se como uma dificuldade inerente a um sistema de marcação, uma vez que a superfície do corpo passa por um processo de maquinação onde é sujeito a um banho de óleo, que pode inviabilizar algumas tecnologias de marcação. Além disso, a geometria do próprio carter apresenta-se como uma dificuldade, uma vez que a superfície é muito irregular. O carter também tem uma textura rugosa, de modo que é possível a marcação em zonas maquinadas, uma vez que estas estão associadas à estanquidade dos

carters. Nestas circunstâncias, seria necessário criar um dispositivo de marcação para cada tipo de peça que permitisse contornar as dificuldades antes apontadas.

A segunda opção passa pelo registo com base nos elementos de transporte, portanto, identificação por lote. Neste caso, a marcação seria efetuada no suporte que transporta as peças. A identificação de cada um dos suportes seria feita, ou através de etiquetas código de barras, ou por etiquetas RFID. Em cada um destes registos — a realizar entre operações do processo produtivo—, constaria toda a informação pré-definida, nomeadamente, o conteúdo do contentor, a sua origem, referência do produto, etc.

Avaliadas as duas opções anteriores, chegou-se às conclusões apresentadas na figura 5.1.



Figura 5.1. – Pontos fracos e fortes do registo peça a peça e registo por lote [Algumas recomendações gerais]

O ponto forte do registo peça-a-peça, garantia da traçabilidade das peças independentemente do FIFO, pretende mostrar que se eventualmente houver uma triagem na linha, a ordem de produção que tinha sido cumprida até então não tem qualquer

influência aquando da reintrodução de peças, uma vez que elas já estão rastreadas. Além dos pontos fortes e fracos, foi feita uma análise a uma árvore de decisão, presente no *standard* de traçabilidade da Renault, apresentado na Figura 5.2.

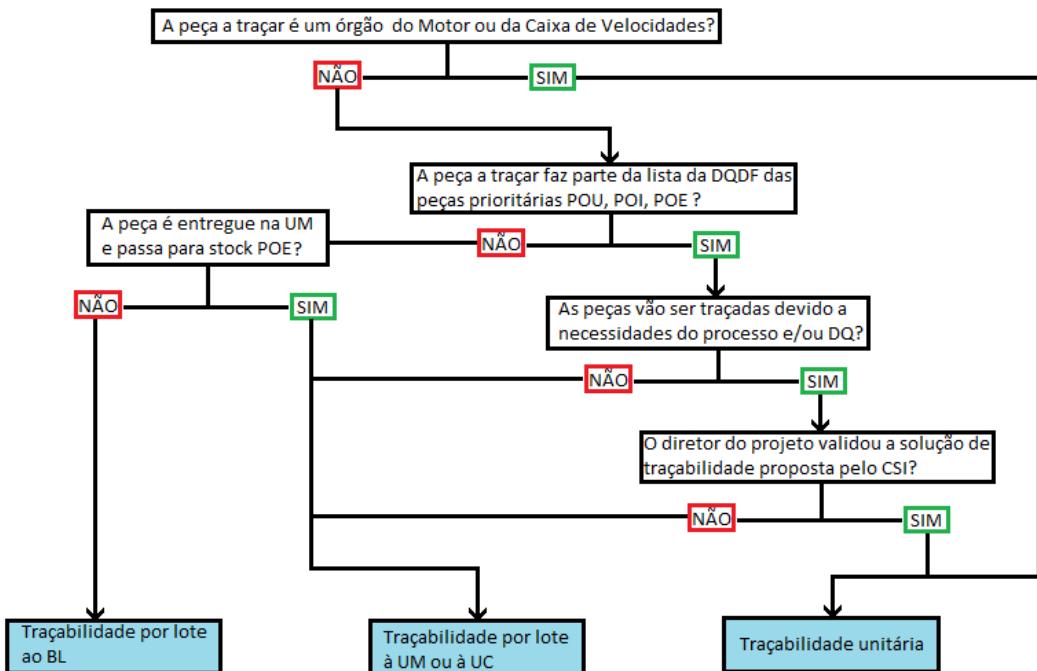


Figura 5.2. – Árvore de decisão para a escolha de diferentes soluções de traçabilidade [24]

Analizados os pontos fortes e fracos e a árvore de decisão, facilmente se conclui que a melhor opção a implementar seria a marcação peça a peça.

O custo de implementação de um novo sistema de marcação de peças é um dos grandes condicionantes, uma vez que as linhas de produção de carters tem uma cadência relativamente baixa, comparado com outras linhas de produção de outros componentes para motores. Portanto para que o projeto seja aceite, ele tem de ser rentável. Desde que se iniciou este projeto, estudei várias possibilidades para solucionar o problema que foi proposto. Essas propostas irão ser abordadas ao longo do trabalho, ainda que existam algumas que por qualquer razão não são exequíveis. A ordem que foi adotada para abordar estas propostas, não foi necessariamente a ordem pela qual foram pensadas.

5.3. Proposta 1: Alteração estrutural do transportador

O sistema de traçabilidade desta proposta pode ser aplicado, usando uma das opções seguintes:

- Impressão de etiqueta código de barras com mais informação
- Impressão de etiqueta código de barras com a informação atual
- Impressão de etiqueta com código Data Matrix
- Marcação do Data Matrix diretamente na peça

Esta proposta permite que a marcação de peças possa ser feita de diversas formas e isso deve-se ao facto desta proposta apresentar uma modificação nas linhas de produção: redefinição da estrutura do transportador. Esta alteração é essencial para que a proposta possa ser aplicada, isto porque nesta, a utilização das etiquetas eletrónicas (*Balogh's*) presentes nas paletes dos carters irá ser feita de forma exaustiva, isto é, toda a informação que no fim do processo vai ser armazenada na base de dados e gravada na peça, vai sendo guardada ao longo da linha nos *Balogh's*. A figura 5.3 mostra o *layout* do módulo 1, assim como a planta do transportador.

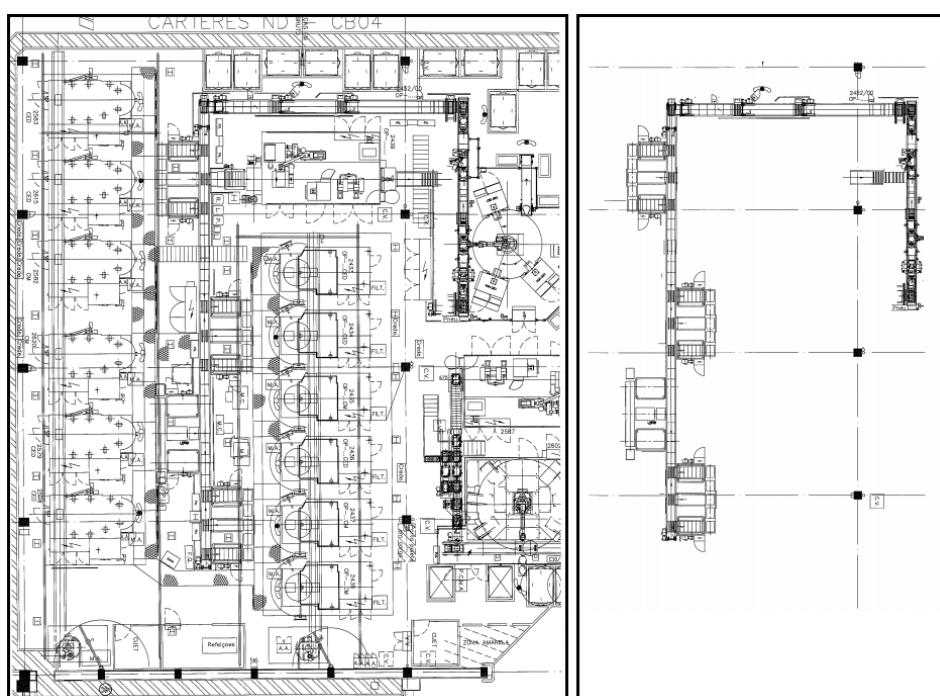


Figura 5.3. – Layout e planta do transportador do módulo 1 (À esq.: layout módulo 1; À dir.: transportador módulo 1)

A figura 5.4 mostra a alteração que se pretende fazer ao transportador. A alteração consiste em colocar uma saída no transportador para cada CU.

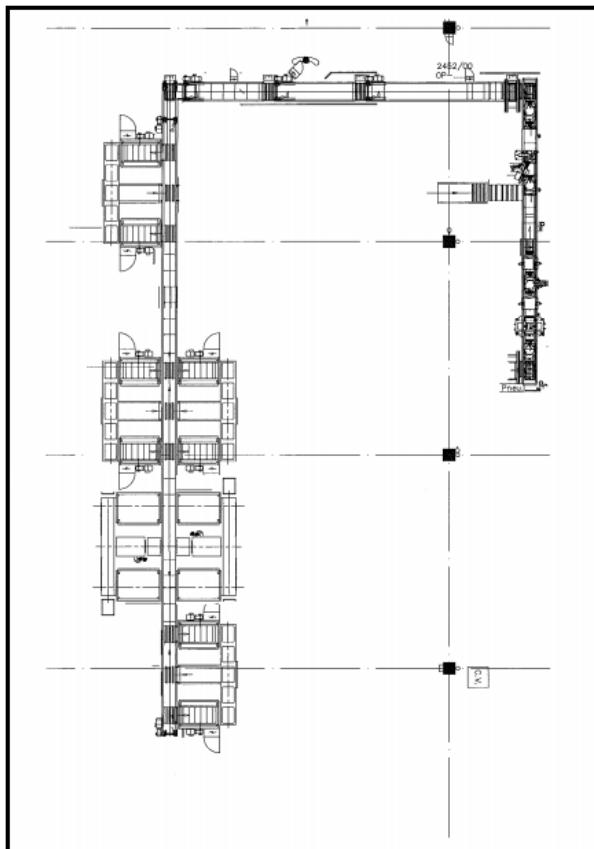


Figura 5.4. – Alteração pretendida no transportador do módulo 1

Independentemente da forma como esta proposta vai ser aplicada, existem certos aspectos que vão ser iguais, seja qual for a opção aplicada, tais como:

- Quando a peça chega junto ao CU, é maquinada e nesse instante a informação do nº série, nº peça, nº Cu, dia e hora serão enviados para o *Balogh*.
- No posto de visão, o funcionamento vai manter-se igual ao usado atualmente, ou seja, é identificada a referência da peça e essa informação é enviada para o *Balogh*.
- Quando o tipo de marcação estiver a ser efetuado a informação que o *Balogh* transportar na palete vai ser enviada para a base de dados.
- São necessários certos elementos essenciais: autómatos, módulos de processamento, células de leitura/escrita e *Balogh's*.

O nº de autómatos (PLC) que existem atualmente nas linhas é suficiente, apenas terão de ser adquiridas mais células de leitura/escrita (células r/w (read/write)) e módulos de processamento. A tabela 9 apresenta o nº módulos de processamento e células r/w necessários para que a comunicação se faça sem problemas, em cada uma das linhas.

	Módulos de processamento	Células de leitura/escrita
Módulo 1	2	4
Módulo 2	2	4
Módulo 3	4	8
Módulo 4	2	4

Tabela 9 - Nº de módulos de processamento e células r/w nos módulos

Portanto as alterações que esta proposta impõe relativamente ao sistema atual são:

Computador: Além do computador dedicado à impressão das GÁLIAS, teríamos de ter também um computador com a base de dados, que poderá mostrar em tempo real a informação que está a ser guardada na peça e que permitirá ao operador executar alterações na BD, se necessário.

Módulos de processamento: Os módulos de processamento fazem a interface entre as células R/W e os *Balogh's*.

Células r/w: As células de leitura/escrita, fazem a leitura da informação que o *Balogh* transporta e escrevem essa informação no próprio *Balogh*.

Estrutura de marcação: Poderá ser uma impressora ou um equipamento de marcação com punção.

A figura 5.5 mostra a localização dos elementos essenciais para que esta proposta de traçabilidade automática possa ser implementada.

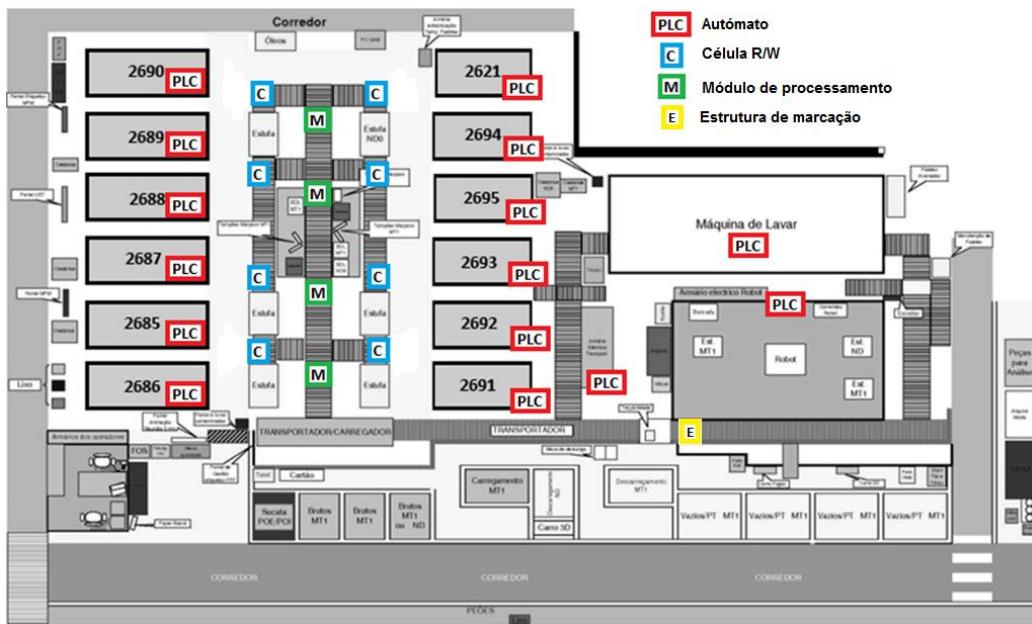


Figura 5.5. – Localização das células de r/w, módulos de processamento e estrutura de marcação no módulo 3

5.3.1. Impressão de etiqueta com código de barras com mais informação

Quando foi apresentado o problema a estudar, uma solução relativamente simples emergiu: guardar mais informação no código de barras. Atualmente a informação que é guardada no código de barras é apenas a referência do carter, portanto colocou-se a hipótese de manter a impressora de código de barras, e aumentar a quantidade de informação que atualmente é guardada. O operador deixaria de escrever a informação manualmente na peça. Para estudar a viabilidade desta hipótese, tive-se em consideração duas variáveis: dimensão do espaço disponível na superfície onde hoje em dia é colada a etiqueta e dimensão do código de barras com toda a informação necessária à traçabilidade das peças. Relativamente ao espaço existente na peça, recolhi as dimensões da superfície de todos os carters e considerei as dimensões do carter CM ND4, cuja zona de colagem da etiqueta é mais pequena. A figura 5.6 mostra a zona de colagem de etiqueta do carter CM ND4 (5 por 2 cm).

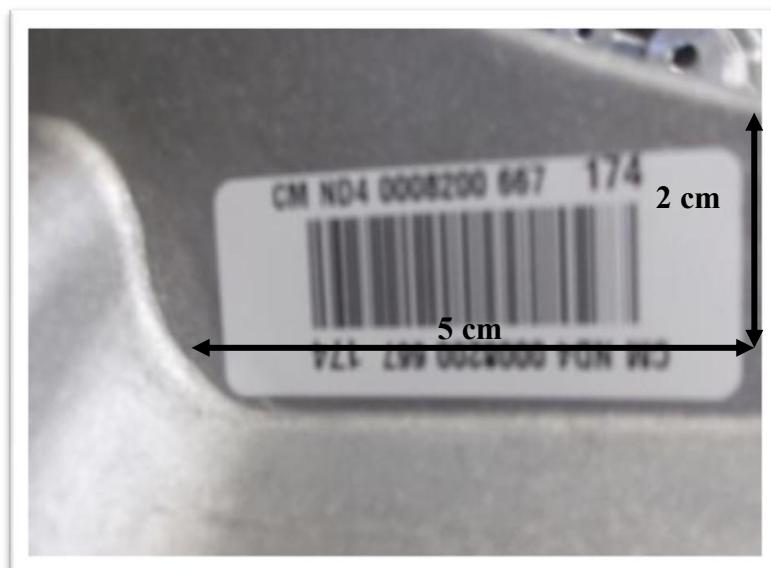


Figura 5.6. – Carter CM ND4: Zona de colagem da etiqueta

Depois de recolher esta informação simulei o tamanho com que iria ficar a etiqueta através de um programa, CODESOFT 8 PRO [25], que permite a conversão de caracteres em códigos de barras. A informação que introduzi no código de barras foi: Data de maquinação (8 caracteres), hora de maquinação (5 caracteres), nº peça (3 caracteres), nº de máquina (4 caracteres) e referência da peça (12 caracteres). Verifiquei que o tamanho do código de barras ficaria excessivamente grande, relativamente à área disponível. Então diminuí a largura de barra estreitando o código de barras de 0,17mm para 0,08mm, como mostra a figura 5.7.

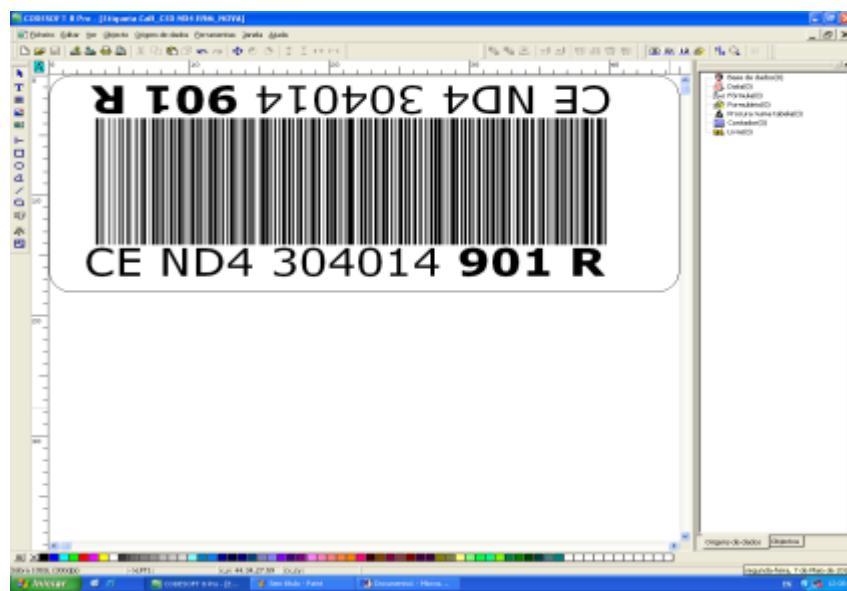


Figura 5.7. – Aumento da quantidade de informação no código de barras

Depois de imprimir a etiqueta testou-se a leitura da informação presente no código de barras, mas tal não foi possível, uma vez que a largura de barra estreita é demasiado pequena. Esta hipótese foi então posta de lado, uma vez que a alteração punha em causa o objetivo da proposta.

5.3.2. Impressão de etiqueta código de barras com alteração de uma das linhas de caracteres

Mais uma vez pensou-se em manter a impressão da etiqueta código de barras, mas desta vez ela teria uma ligeira diferença relativamente à original: uma das linhas de caracteres iria sofrer uma modificação. Uma vez que as duas linhas de caracteres têm informação igual, testou-se a alteração de uma delas com a informação do nº peça, dia, hora e nº CU. O resultado desse teste está presente na figura 5.8.



Figura 5.8. - Alteração de uma das linhas da etiqueta código de barras

Deste modo, verifica-se que a alteração é possível de ser aplicada. O processo, segundo esta proposta, encontra-se representado na figura 5.9.

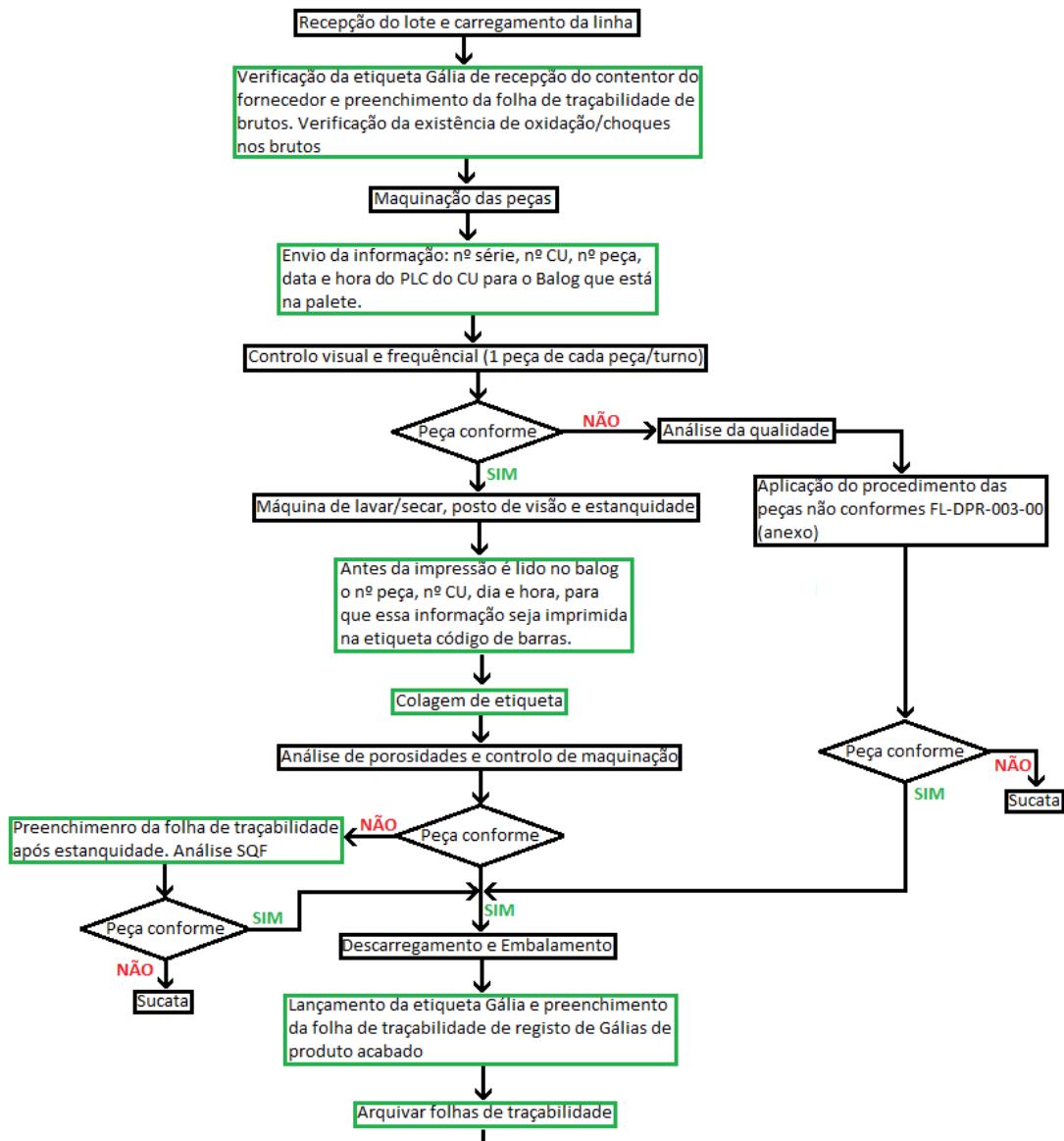


Figura 5.9. - Fluxo do sistema de traçabilidade com impressão de etiqueta código de barras com mais informação

Assim, esta opção é perfeitamente exequível, embora a alteração da etiqueta atual implica que uma alteração ao plano peça e aceitação por parte do cliente.

5.3.3. Impressão etiqueta com Data Matrix

Mais uma vez pensou-se em manter o sistema de etiquetagem, mas desta vez, imprimir o código Data Matrix na etiqueta onde hoje é impresso o código de barras, com a

vantagem de se puder guardar toda a informação que se pretende. Esta opção de marcação, apesar de ser válida foi deixada de parte precocemente, uma vez que a proposta anterior cumpria a mesma função e com mais vantagens, já que é uma opção mais económica (não implicava mudança de software das impressoras presentes na linha) e não estava sujeito à aceitação da alteração dos leitores por parte dos clientes. Além disso esta opção não trazia ganhos palpáveis, portanto não era rentável fazer a alteração.

5.3.4. Marcação do Data Matrix diretamente na peça no final da linha de produção

Com a descoberta das novas tecnologias de marcação de objetos, surgiu entre outras tecnologias, o Data Matrix. Com esta tecnologia passaríamos a guardar a informação que hoje é escrita manualmente, no código de barras e nos registos de traçabilidade, num código Data Matrix. Quando surgiu a ideia de usar este tipo de marcação, surgiu também a seguinte dúvida: será possível a implementação desta tecnologia no sistema de traçabilidade dos carters? Esta questão surgiu por 3 motivos. O primeiro é que o alumínio é um material relativamente claro e havia receio que a distinção dos pontos não fosse suficiente; segundo é que no momento da leitura iria existir alguma luminosidade, o que na leitura de códigos 2D pode ser uma barreira; o terceiro motivo foi levantado pelo facto da superfície bruta do carter ser algo rugosa (não é possível marcar a peça em zonas já maquinadas, devido à estanquidade dessas mesmas superfícies). Para dissipar as dúvidas existentes pedi a uma empresa, Technifor, que fizesse um teste num pedaço de carter bruto. Foi feito um pedido de gravação da informação: Data (data descarregamento), Hora (hora maquinação), Nº peça (4 caracteres), Nº de máquina (4 caracteres), Referência da peça (12 caracteres) e Código fornecedor (4 caracteres). O resultado da análise foi positivo, ou seja, foi possível a leitura do código. A figura 5.10 revela o resultado da análise.



Figura 5.10. - Resultado do teste de marcação na Technifor

Depois da confirmação da possibilidade de leitura das peças, pediu-se à empresa que realizasse o teste de leitura na fábrica com as condições que futuramente existirão para a leitura das peças, uma vez que o teste de leitura feito pela Technifor mostra que a luminosidade existente era reduzida, o que nas linhas da Renault Cacia, não acontece.

Inicialmente pensou-se em fazer a marcação das peças no final da operação de maquinção, com dispositivos portáteis de marcação. Esta opção iria fazer diminuir o tempo de inatividade dos operadores e desta forma aumentar a percentagem de valor acrescentado (VA). Então contatou-se a Tratinox, que tal como a Tecnhifor se dedica à comercialização de equipamentos de marcação em peças. Um representante da marca deslocou-se a Cacia e foi-lhe dado a conhecer o processo e a intenção de instalar os equipamentos de marcação portátil. Depois de lhe mostrar as peças que desejava marcar foi dito que a marcação por equipamento portátil iria ser dificultado pela não existência de uma superfície regular, portanto o equipamento não iria ter uma base de suporte, e quando o operador fosse fazer a marcação a peça poderia vibrar, deslocar-se e marcar os pontos em outro local que não o desejado, ou ainda fazer uma marcação imperfeita. Logo essa opção foi abandonada de imediato.

Portanto não sendo viável a opção anterior, surgiu a ideia de marcar a peça com uma estrutura de marcação com punção no final do processo. Com esta proposta iria ser necessário que sempre que um carter estivesse a ser maquinado, fosse enviada a informação do nº de série, nº de CU, nº peça, dia e hora para o *Balogh* da palete que acompanha aquela peça. Posteriormente, o posto de visão iria reconhecer a peça, por forma a guardar no *Balogh* a informação da referência da peça lida, como de resto já é feito atualmente. A diferença é que essa informação não iria ser impressa numa etiqueta. Depois do posto de estanquidade, a informação presente no *Balogh* deveria ser lida e enviada para

a base de dados, através do PLC do transportador, recorrendo à rede *ethernet*. Por fim, efetuava-se a marcação do código Data Matrix na peça. A localização da marcação seria efetuada no local onde atualmente é colada a etiqueta código de barras. Para que a marcação seja feita no local correto, a estrutura de marcação teria de ser programada para deslocar o punção para uma localização que dependeria do tipo de referência que iria ser marcada. O equipamento de marcação com punção, só faria a marcação em peças, que até aquele instante não tivessem sido consideradas não-conformes. Os equipamentos utilizados no sistema proposto, como a estrutura de marcação e leitor do código Data Matrix, teriam de ser específicos para utilização em ambientes industriais agressivos e a sua manutenção normalmente é preventiva, ocorrendo a cada seis meses, para troca da cabeça do punção. O processo descrito nesta proposta encontra-se na figura 5.11.

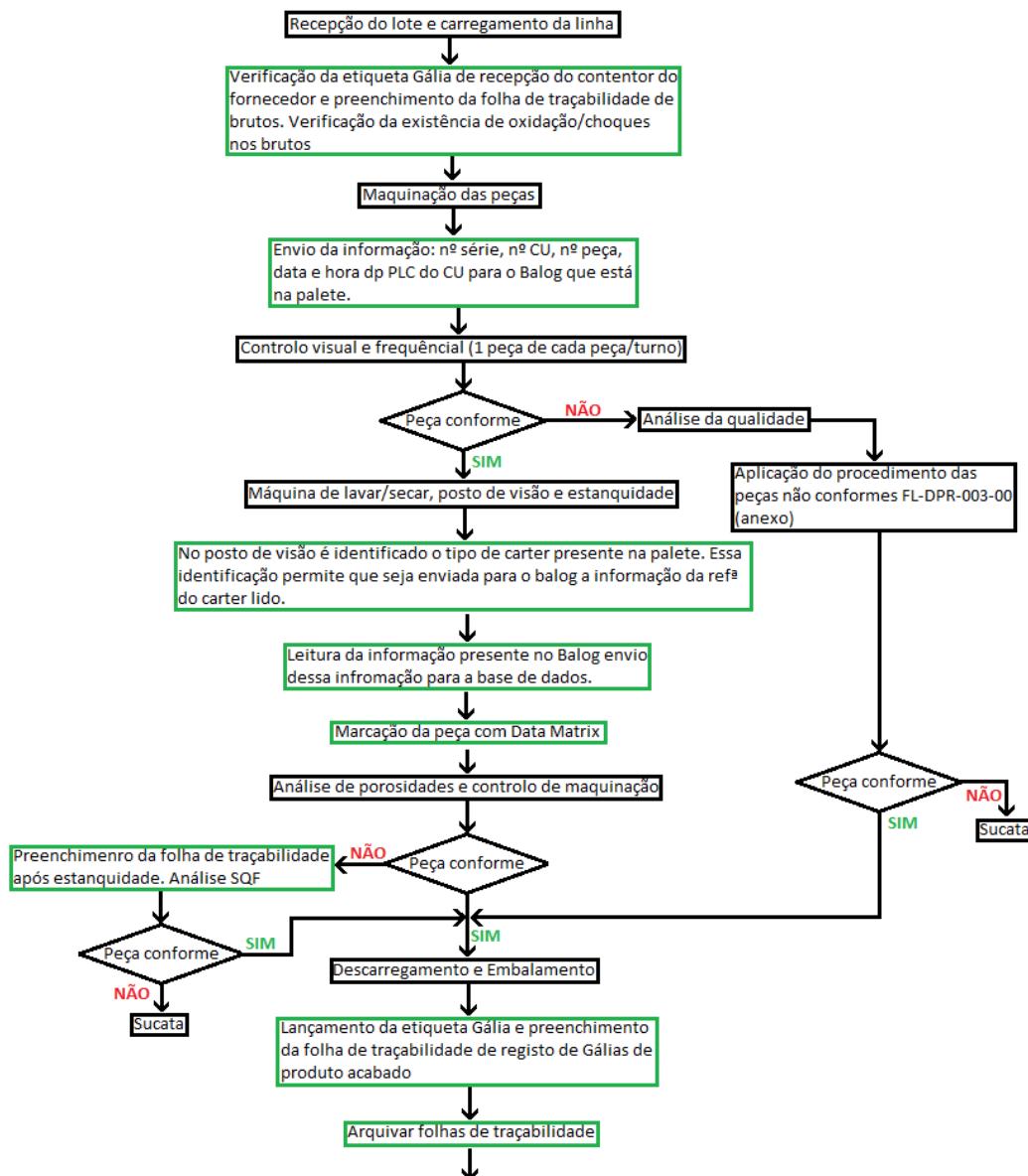


Figura 5.11. - Fluxo do sistema de traçabilidade com marcação Data Matrix diretamente na peça

5.3.5. Custos da proposta 1

Depois de elaboradas todas as propostas enunciadas acima, e afim de perceber se a nível económico eram exequíveis, foram contactadas várias empresas para que fosse estabelecido um orçamento. As empresas inicialmente contactadas estavam ligadas à alteração estrutural do transportador, que à partida seria o aspeto mais encarecedor da

proposta. Depois da visita das empresas à Renault Cacia, para conhecerem os pormenores da alteração, foi recebido o orçamento da Atena, cujos valores são apresentados na tabela 10. Estes valores foram estabelecidos no primeiro contato.

Quantidade	Equipamentos	Custo Unitário (€)	Custo Total (€)
6	Parte Frontal Entrada/saída	24.615 €	147.692 €
4	Modificação tapete saída	10.000 €	40.000 €
6	Realização tapete entrada (4) e saída (2)	14.154 €	84.923 €
1	Descensor final	15.385 €	15.385 €
1	Armário elétrico	23.077 €	23.077 €
Total			311.077 €

Tabela 10 - Custos associados à proposta de impressão de etiqueta código de barras com mais informação

Tendo em conta este orçamento, não foi difícil de perceber que a proposta 1, apesar de ter opções válidas, dificilmente seria aplicada, uma vez que o custo de alteração do transportador era proibitivo. Além disso o tempo que iríamos necessitar para a alteração do transportador, iria causar disfuncionamentos na produção de peças, uma vez iria ser relativamente elevado. Sendo assim, esta proposta foi abandonada sem que fossem avaliados os restantes custos associados a cada uma das opções exequíveis enunciadas anteriormente.

5.4. Proposta 2: Marcação diretamente na peça no início da linha de produção

Algumas das propostas apresentadas anteriormente são exequíveis, mas têm agregadas a elas um grande inconveniente, a alteração estrutural do transportador, que além de ser uma alteração bastante dispendiosa é também muito complexa. Houve, portanto, a necessidade de elaborar um sistema de traçabilidade exequível sem necessidade de alteração do transportador. Tendo em conta esta necessidade, a única hipótese de tornar um sistema de traçabilidade exequível seria fazer uma marcação na própria peça, no início do processo, em todas as peças. Portanto, no início do processo (posto de carregamento)

teríamos de ter uma estrutura de marcação onde cada peça teria de ser marcada com a seguinte informação:

- Nº de série
- Código fornecedor
- Referência da peça.

A opção de marcação no início do processo, da referência da peça, prendeu-se com a possibilidade de eliminarmos a etiqueta código de barras das peças que tem como destino a linha de montagem de Cacia, AT5. Os módulos onde neste momento são enviadas peças para o AT5 são os módulos 1 e 2. O módulo 1 produz exclusivamente para o AT5 e de no módulo 2 grande parte da produção também é destinada ao AT5. O facto de se decidir retirar as etiquetas código de barras apenas nas peças que tenham como destino o AT5, prendeu-se com o facto de existir uma maior facilidade de implementação de alterações à linha de montagem de Cacia, uma vez que só implica a mudança de leitores óticos. Já na linha de montagem de Sevilha esta alteração seria dificilmente aceite uma vez que eles têm um leitor fixo para leitura das peças. Além disso nos contactos que foram feitos para Sevilha, houve sempre alguma resistência para que o sistema de etiquetagem código de barras se mantivesse. Para que a referência da peça e o código de fornecedor sejam marcados é de necessário que haja uma ligação entre o display existente nas linhas e a estrutura de marcação através da rede *ethernet*. O *display* existente nas linhas de produção de carters tem a função de mostrar a referência que os operadores devem carregar na linha. A figura 5.12 mostra o *display* do módulo 1.

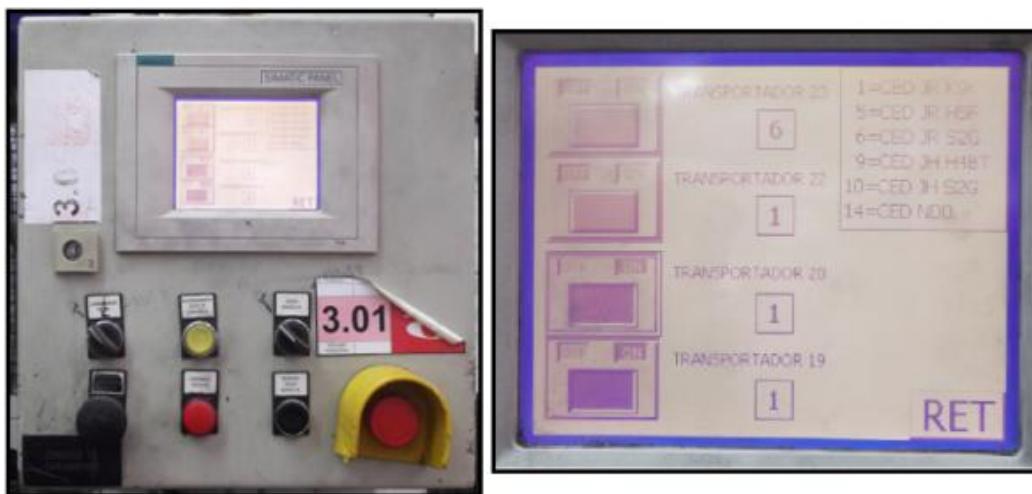


Figura 5.12. - Display do módulo 1

O display mostra quais as referências que terão de ser carregadas pelos operadores. Neste caso serão a CED JR S2G e a CED JR K9K. O facto de haver 4 transportadores identificados no ecrã, deve-se à existência de um armazém no próprio transportador, constituído por vários níveis.

Portanto a ideia é ter uma estrutura que leia a peça que está a passar no transportador e que dependendo do tipo de peça, seja programada para marcar o código num determinado local. Por uma questão de coerência pensou-se que marcar o código no local onde hoje em dia é colado o código de barras.

Quando as peças seguem para a operação seguinte (maquinação), as marcações tem de ser lidas. Essa leitura só é efetuada no fim das duas maquinações (110 e 120). Pelo facto de não haver no transportador uma saída individual para cada CU (quando as peças chegam à operação de maquinação 110, podem ser levadas para o CU x,y ou z), a leitura da marcação não poderia ser feita por um leitor fixo, mas sim por um leitor manual, leitor esse que tem de estar associado a um só CU para que a informação enviada para a base de dados seja correta. Quando se pensou em avançar para leitores individuais para cada máquina, percebeu-se que além de ser um investimento elevado, era muito suscetível ao erro humano, uma vez que com tantos dispositivos, o operador poderia ler um código de um CU, que não o mesmo onde a peça tivesse sido maquinada. Pensou-se então em associar um leitor a cada 3 ou 4 CU's (dependendo das linhas, um operador está afeto a 3 ou 4 CU's) onde cada CU terá uma etiqueta com um código do CU; sempre que a peça saia

da OP 120 do CU, para que o nº deste seja associado corretamente ao nº de série da peça maquinada, decidiu-se ler o código do CU e logo de seguida a marcação na peça.

Depois dessa leitura e das informações estarem devidamente guardadas na base de dados, as peças seguem o seu percurso na linha. No final, quando o operador zipa o código, vamos estar a ler a informação presente no mesmo e assim associamos o nº da GÁLIA, para onde irá a peça, à restante informação que está na base de dados. Portanto a informação que irá constar na base de dados está presente na tabela 11.

Nº série	Ref ^a	Fornecedor/molde	Nº Máq	Nº peça	Dia	Hora	Nº contentor	Estado
AA000001	8200977059	Fagor / 1.3	2583	1	12-Mai	6:02	5393862	Acabado
AA000002	8200977059	Fagor / 1.3	2620	2	12-Mai	6:02	5393862	Acabado
AA000003	8200977059	Fagor / 1.3	2615	3	12-Mai	6:03	5393862	Acabado
AA000004	8200977059	Fagor / 1.3	2582	4	12-Mai	6:05	5393862	Acabado

Tabela 11 - Registo de informação de traçabilidade das peças

Relativamente à tecnologia de marcação, pensou-se em três opções:

- Data Matrix: Relativamente à marcação com esta tecnologia, todas as dúvidas da possível leitura de peças já tinham sido sanadas, portanto era uma hipótese perfeitamente exequível.
- Riscagem: O *feedback* que houve dos fornecedores de estruturas de marcação e de leitores é que esta tecnologia não era fiável uma vez que se por qualquer motivo houvesse danificação do código, por muito pequena que fosse impossibilitaria a leitura de caracteres, enquanto que usando Data Matrix era possível a leitura até 30% de danificação do código. Para além disso a zona onde iria ser feita a marcação tinha um espaço que limitava o uso da riscagem, uma vez que a informação a marcar tinha uma dimensão considerável, relativamente ao nº de caracteres.
- Código de barras: Uma outra hipótese seria a colagem de uma etiqueta código de barras no carter. Para testar a viabilidade desta opção fez-se um teste que consistiu em colar uma etiqueta a um carter, e ao longo do processo ir fazendo leituras ao código Data Matrix para ver se a leitura era possível e verificar se a etiqueta resistia às maquinações e à lavagem/secagem. O resultado foi positivo, ou seja a etiqueta resistiu a todas as operações.

Depois de todos os resultados obtidos a opção escolhida foi a marcação por Data Matrix.

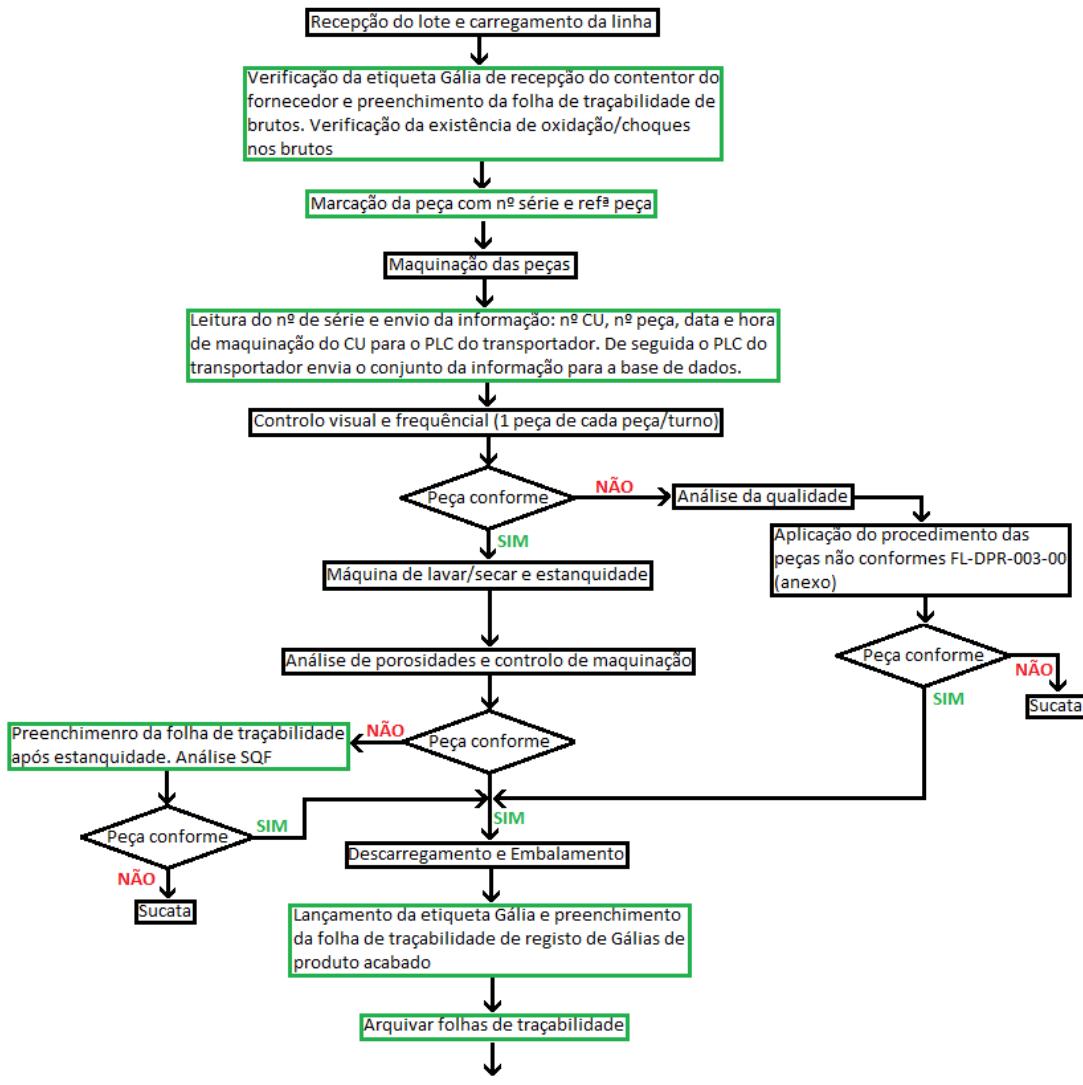
Uma vez que o módulo 1 produz exclusivamente para o AT5, o estudo dos custos inerente a esta proposta foi feito com base neste módulo, embora a aplicabilidade técnica tenha sido abordada nos 4 módulos. Uma das maiores vantagens deste método de marcação é que iríamos conseguir um ganho considerável com a extinção das etiquetas código de barras, uma vez que estas têm um custo por ano bastante elevado. Mas esse ganho só é possível com a aceitação por parte dos clientes deste novo sistema de marcação.

A figura 5.13 representa as principais alterações no módulo 1.



Figura 5.13. - Layout do módulo 1 com as alterações referentes à proposta 2

A figura 5.14 apresenta o fluxo, resultante da proposta 2, para o módulo 1.



Na eventualidade de Sevilha não aceitar a alteração, nos módulos 2, 3 e 4 o processo teria de continuar a contemplar a impressão de etiquetas, mas com mais informação, informação essa essencial à traçabilidade (Impressão de etiqueta código de barras com mais informação- opção apresentada anteriormente) e ainda a marcação Data Matrix. O processo proposto relativamente aos módulos 2, 3 e 4 é representado na figura 5.15.

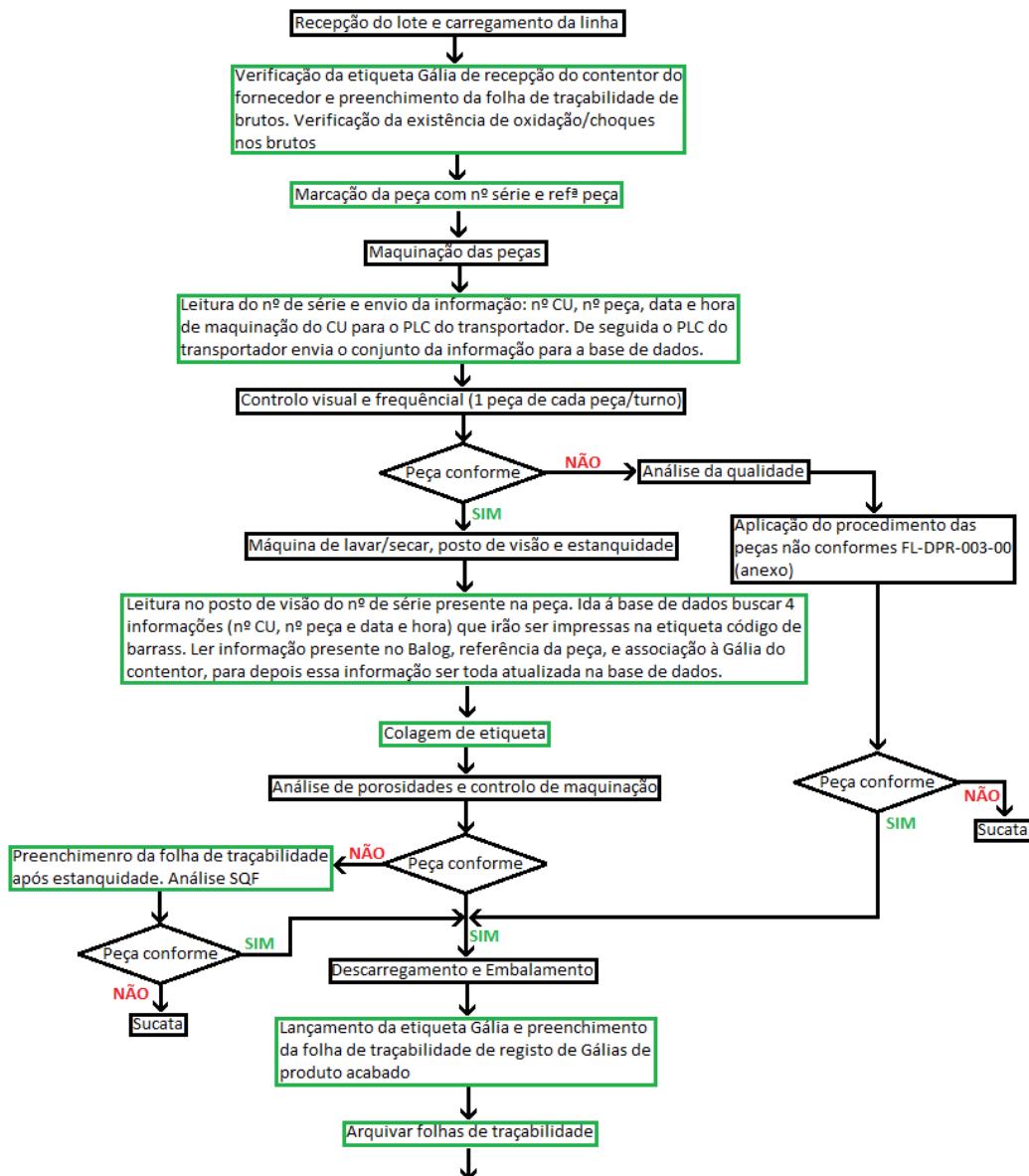


Figura 5.15. - Fluxograma do sistema proposto para os módulos 2, 3 e 4

No módulo 2, existe a produção de peças para o AT5 e para Sevilha, portanto iremos ter peças com e sem etiquetas código de barras. A família ND4 tem como cliente exclusivo o AT5, já a família JH tem como cliente exclusivo a fábrica em Sevilha. A solução encontrada para apenas ser colocada a etiqueta código de barras nas peças que vão para Sevilha, passa por reprogramar a impressora para apenas imprimir etiquetas cuja referência seja da família JH. O que vai acontecer é que no posto de visão, onde as peças são identificadas, a informação da referência vai ser guardada no *Balogh* da palete, informação que vai ser lida pelo autómato do transportador, que envia essa informação

para a impressora. Ainda relativamente ao módulo 2, existe uma particularidade inerente ao *display* presente no posto de carregamento. O *display* não é tátil, portanto teria de ser substituído.

5.4.1. Custos da proposta 2

Para obtenção de um orçamento para a proposta apresentada, foi contactada a Technifor. Por uma questão de simplicidade na elaboração do pedido de orçamento, decidiu-se fazer o pedido apenas para um dos módulos, neste caso o módulo 1, uma vez que este é um dos que produz para o AT5. Os custos associados a esta proposta são apresentados na tabela 12. Estes valores foram estabelecidos no primeiro contato.

Quantidade	Equipamentos	Custo Total (€)
4	Leitor 8500 - Wireless Cognex	63.800,52
1	Câmera de Visão ID - Cognex	
1	PC Industrial Beckhoff	
1	Consola 7" Beijer	
1	Quadro Elétrico c/ componentes	
1	Pneumática amarre Chassis	
1	Integração do sistema de marcação	

Tabela 12 - Custos associados à segunda proposta

5.4.2. Ganhos da proposta 2

Quantidade	Equipamentos	Custo Unitário (€)	Custo Total (€)
70	Rolos etiquetas	91,90 €	8.363 €
1	Desinvestimento posto de etiquetagem automático (amortização anual)	797 €	797 €
1	Manutenção impressora	500 €	500 €
461	Marcadores	1,03 €	475 €
Total			9.635 €

Tabela 13 - Ganhos associados à segunda proposta

6. CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta as conclusões dos resultados obtidos com o desenvolvimento das propostas, ou seja, qual das propostas é mais adequada para o sistema de produção apresentado. Ainda neste capítulo são feitas algumas sugestões para trabalhos futuros.

6.1. Proposta escolhida

As propostas de implementação apresentadas, resultaram do estudo e da análise cuidada da situação atual e da situação desejada. O diagnóstico da situação atual constitui-se, como a etapa fulcral deste projeto, absorvendo muitas das energias disponíveis. Para a criação das possíveis propostas apresentadas, foi determinante o estudo de sistemas de traçabilidade já existentes, assim como o envolvimento de alguns elementos, externos ao AT2. Relativamente à proposta escolhida, deverão ser tidos em conta os seguintes fatores:

- Tempo de implementação
- Custos de implementação e manutenção
- Ganhos
- Qualidade
- Fator humano
- Qualidade de marcação
- Reintrodução de peças

Foi sendo claro ao longo da descrição das propostas, qual a que seria a escolhida. As opções descritas relativas à proposta 1 foram abandonadas devido ao fator custo de implementação. Portanto a proposta 2, é a solução mais vantajosa para o processo em questão.

6.2. Propostas para trabalhos futuros

O tema da traçabilidade no setor automóvel continua a ser de extrema importância para a competitividade do setor. Portanto à uma grande necessidade de desenvolvimento de

trabalhos futuros relacionados com o assunto. Além disso, a automatização da traçabilidade permite que novos aspetos sejam melhorados no processo de fabrico. As sugestões apresentadas a seguir foram surgindo ao longo do desenvolvimento deste trabalho. O facto de estas sugestões não terem sido aprofundadas deve-se ao facto de existirem limitações de tempo e de recursos, decorrentes do contexto académico em que se enquadra este projeto:

- No momento em que os carters que vão para a linha de montagem são zipados, a informação da referência do carter e do nº de série deverá ser guardada numa base de dados. No caso de no futuro haver algum problema com a caixa de velocidades, se o defeito estiver no carter, é mais fácil fazer um diagnóstico através do nº de série.
- Implementar um serviço para cliente/fornecedor (Sevilha e AT5 / AT2) via web, de informações sobre as peças que são traçadas.
- Realizar um estudo de aplicação do modelo Data Matrix em todas as linhas de produção de carters da Renault Cacia.
- Estudo da automatização da traçabilidade nas restantes UET's do AT2 (Eixos finos, Eixos marcha-atrás e caixa diferencial).
- Controlo do desempenho de máquinas através do histórico de dados armazenados na base de dados.
- Facilidade no controlo da qualidade das peças recebidas do fornecedor e melhoria contínua junto dos mesmos. Este controlo já é feito, mas o agrupamento da informação é lento.
- Automatização da leitura de peças à entrada da linha de montagem do AT5 (atualmente é usado um leitor manual e o objetivo seria estudar a possibilidade de termos um ou dois leitores fixos na prensa para que a marcação de cada carter fosse lida, seja código de barras ou Data Matrix).
- Estudar a possibilidade de colocar na estrutura de marcação um posto de visão. Com este posto de visão far-se-ia uma medição das cotas do bruto, para que o sistema garanta a qualidade da matéria-prima recebida e assim rejeite logo à partida peças que estejam não-conformes. Esta atitude irá diminuir o risco de erro humano e ainda de quebras de ferramentas devido a problemas no bruto.

Portanto, este projeto teve como principal objetivo abrir caminho a uma implementação, mas serviu também como linha orientadora para futura atuações, de carácter interno ou externo, no At2.

6.3. Balanço do estágio

Quanto aos objetivos de crescimento pessoal e profissional do autor, estes foram de forma geral alcançados. Foi um privilégio desenvolver este projeto numa empresa de dimensão multinacional, tendo oportunidade de colocar em prática muitos dos conceitos teóricos debatidos aprendidos ao longo da licenciatura e do mestrado. Esta experiência, única e inédita, constituiu uma introdução extremamente interessante e motivadora no mundo empresarial. Permitiu assimilar formas de trabalhar e de atuar no terreno, proporcionando uma experiência real e uma visão prática do funcionamento de uma estrutura organizacional de grandes dimensões e atual líder de mercado, não só em Portugal, como a nível mundial. De salientar, também, o excelente trabalho desenvolvido pela Renault Cacia, nomeadamente, o profissionalismo e a dedicação de muitos dos seus colaboradores, mas, também — e é importante destacá-lo — o posicionamento enquanto empresa que procura constantemente inovar e melhorar os seus processos. Embora todo o presente trabalho efetue uma crítica construtiva e aponte pontos de melhoria aos processos de fabrico de carter do AT2, este é um ateliê cujo funcionamento se pauta pela constante aposta na otimização da produção e na aplicação de princípios de melhoria contínua. Aliás, se fosse de outra maneira este projeto nunca teria sido uma realidade.

Uma das grandes dificuldades recaiu sobre a gestão do tempo e o investimento para momentos de estudo e de análise da situação atual da empresa, que são muito mais reduzidos do que aquilo que seria expectável. As pressões da produção, os mecanismos de rotina e a falta de recursos para inovar e melhorar são fatores de constrangimento a processos da natureza do descrito neste trabalho. E a verdade é que o facto de não se ter avançado para a implementação integral de uma das propostas de intervenção, condicionou a construção de uma etapa de avaliação.

Por todos os elementos enunciados, o balanço final do projeto é extremamente positivo, não só do ponto de vista do autor, como, também, da organização pelos contributos recebidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Sobral, Pedro Nuno Gonçalves (2003), “Implementação do SAM (sistema para melhoria dos meios de fabrico) no projeto de fabricação de carters da caixa de velocidades MT1”. Relatório de estágio curricular da Licenciatura em Engenharia Eletrónica e de Computadores, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

[2] <http://www.renault.pt/descubra-a-renault/cacia/>

[3] Santos, Tiago Sá Alves dos (2008), “Análise das não conformidades encontradas nos Carters da Renault CACIA em 2007”. Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade de Aveiro, Aveiro.

[4] Principes Généraux de Traçabilité, Grupo Renault

[5] Nota interna sobre traçabilidade, Renault Cacia

[6] Bento, Alexandre Rodizio (2009), “Uma contribuição para a melhoria de um sistema de rastreabilidade no setor automóvel”. Tese de Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia. Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba.

[7] Slides da cadeira de Gestão de Produção do professor Cristóvão Silva.

[8] Règle de Traçabilité des Produits Renault, Grupo Renault

[9] Junior, Joel Andrelo (2007), “RFID – Identificação por Radiofrequência”. Monografia para obtenção de título de tecnólogo em informática para gestão de negócios. Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, Praia Grande.

[10] Neves, Silvério Manuel dos Santos (2005), “Rastreabilidade de componentes na cadeia de fornecimento”. Tese de Mestrado em Gestão de Operações, Universidade de Aveiro, Aveiro.

- [11] Narciso, M. G. (2008), “Aplicação da tecnologia de identificação por radiofrequência(RFID) Para Controlo de Bens Patrimoniais Pela Web”. Acedido a 13 de Fevereiro de 2012, em <http://www.cefetrv.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/download/11/10>.
- [12] Marques, Rui Pedro Figueiredo (2008), “Ferramentas de apoio ao ciclo de fabricação de produtos – um caso de estudo na indústria dos moldes”. Tese de Mestrado em Engenharia Eletrónica e Telecomunicações, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- [14] Marcos, José Augusto Buck, “Lean manufacturing - ferramentas e aplicações em processos produtivos e transacionais”. Acedido a 12 de Maio de 2012, em <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/Slides/Lean.pdf>.
- [15] T. Ohno, O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Bookman, 1997.
- [16] Goi, Roldo, “Lean Manufacturing”. Acedido a 30 de Maio de 2012, em <http://www.brief.com.br/downloads/lean.pdf>.
- [17] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, “Lean manufacturing ou Toyotismo”. Acedido a 20 de Março de 2012, em [http://www.joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Sistemas%20Industriais/SID_2011-a1_Lean%20manufacturing%20\(complemento\).pdf](http://www.joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Sistemas%20Industriais/SID_2011-a1_Lean%20manufacturing%20(complemento).pdf).
- [18] Moretti, Diego de Carvalho; Módulo, Rafael Augusto, “Lean: A Máquina Perfeita”. Acedido a 12 de Maio de 2012, em <http://www.nortegubisian.com.br/o-que-fazemos/artigos/166-lean-a-maquina-perfeita>.
- [19] Waddell , Bill (2012), “*Lean' and 'Good' are not synonyms*”. Acedido a 13 de Abril de 2012 em, <http://www.evolvingexcellence.com/blog/2012/03/lean-and-good-are-not-synonyms.html>.

[20] Major, Michelle Camargo; Coradin, Sheila Carla, “As ferramentas do lean thinking no combate as perdas geradas nos processos produtivos”. Acedido a 14 de Dezembro de 2011 em, http://pessoal.utfpr.edu.br/mansano/arquivos/art_cofop24_michelle.doc.

[21] Major, Michelle Camargo; Coradin, Sheila Carla, *As ferramentas do Lean thinking no combate as perdas geradas nos processos produtivos*. Acedido a 20 de Março de 2012, em http://pessoal.utfpr.edu.br/mansano/arquivos/art_cofop24_michelle.doc.

[22] Gonçalves, João José Guerreiro (2009), “*Criação de fluxo e implementação de sistema de rastreabilidade da produção*”. Tese de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

[23] Werkema, Maria Cristina Catarino (2006), “Lean Seis Sigma – Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Werkema Editora”, 1ª Edição, pág. 15 a 17. Acedido a 20 de Março de 2012, em <http://www.werkemaeditora.com.br/arquivos/lss.pdf>.

[24] Règle de conception - Solutions de Traçabilité produit en mécanique, Grupo Renault

[25] Download do Code Soft:
http://www.techwork.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12:codesoft&catid=5:produtos&Itemid=10

ANEXO A – PROCEDIMENTO PARA EMISSÃO DE ETIQUETAS



Automatização da traçabilidade das linhas de carters da Renault CaciaAnexo A – Procedimento para emissão de etiquetas

Sélection du numéro : 3

1 cons_of T Consultation des ordres de fab.
2 creer_emb T Creation emballages pour en atelier
3 annull_fab T Annulation de fabrication
4 Sortie T Sortir

F10 Sortie F17 Menu précédent PRÉC/SUIV Autres pages SÉLECT Sélection
1(006.026)

T11.044 EXI 04/04/2012 13:24:16
F10 F17 CAC ANNULATION DE FABRICATION

Saisissez votre étiquette
N° ÉTIQUETTE : 5378704

Inserir o nº da referência da peça da gália que se pretende emitir e pressionar 'ENTER' 2x

F17 Fin F18 Début Flèches DROITE ET GAUCHE Déplacement
1(006.051)

T11.044 EXI 04/04/2012 13:24:10
F10 F17 CAC ANNULATION DE FABRICATION

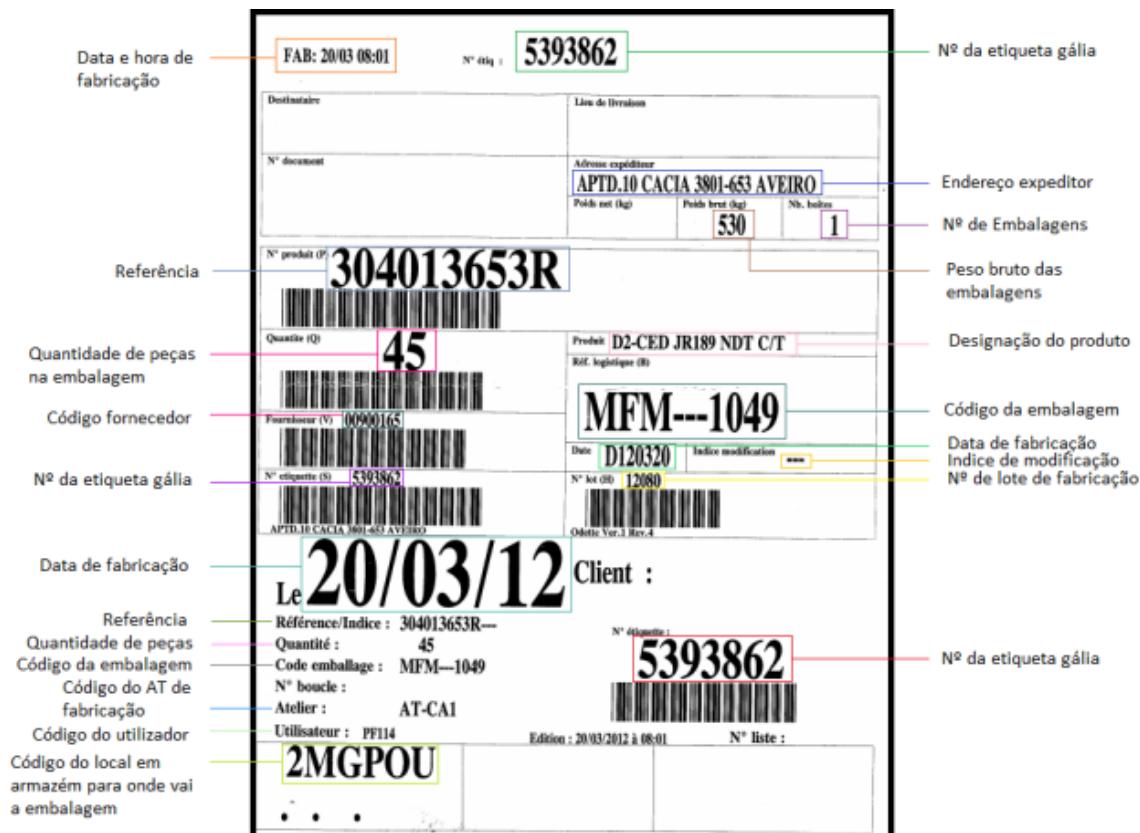
Etiquette annulée
N° ÉTIQUETTE : 5378704

Verificar novamente se de facto a etiqueta foi anulada introduzindo novamente o nº e pressionando 'ENTER'. Se foi anulada aparece no canto superior esquerdo a informação (Etiquette annulée)

F17 Fin F18 Début Flèches DROITE ET GAUCHE Déplacement
1(006.044)

ANEXO B - CARACTERIZAÇÃO DE ETIQUETAS GÁLIA

B.1 – Caracterização da etiqueta de produto acabado



B.2 - Caracterização da etiqueta GÁLIA de brutos de POE



B.3 - Caracterização da etiqueta GÁLIA de brutos de POI



ANEXO C - DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CARTERS

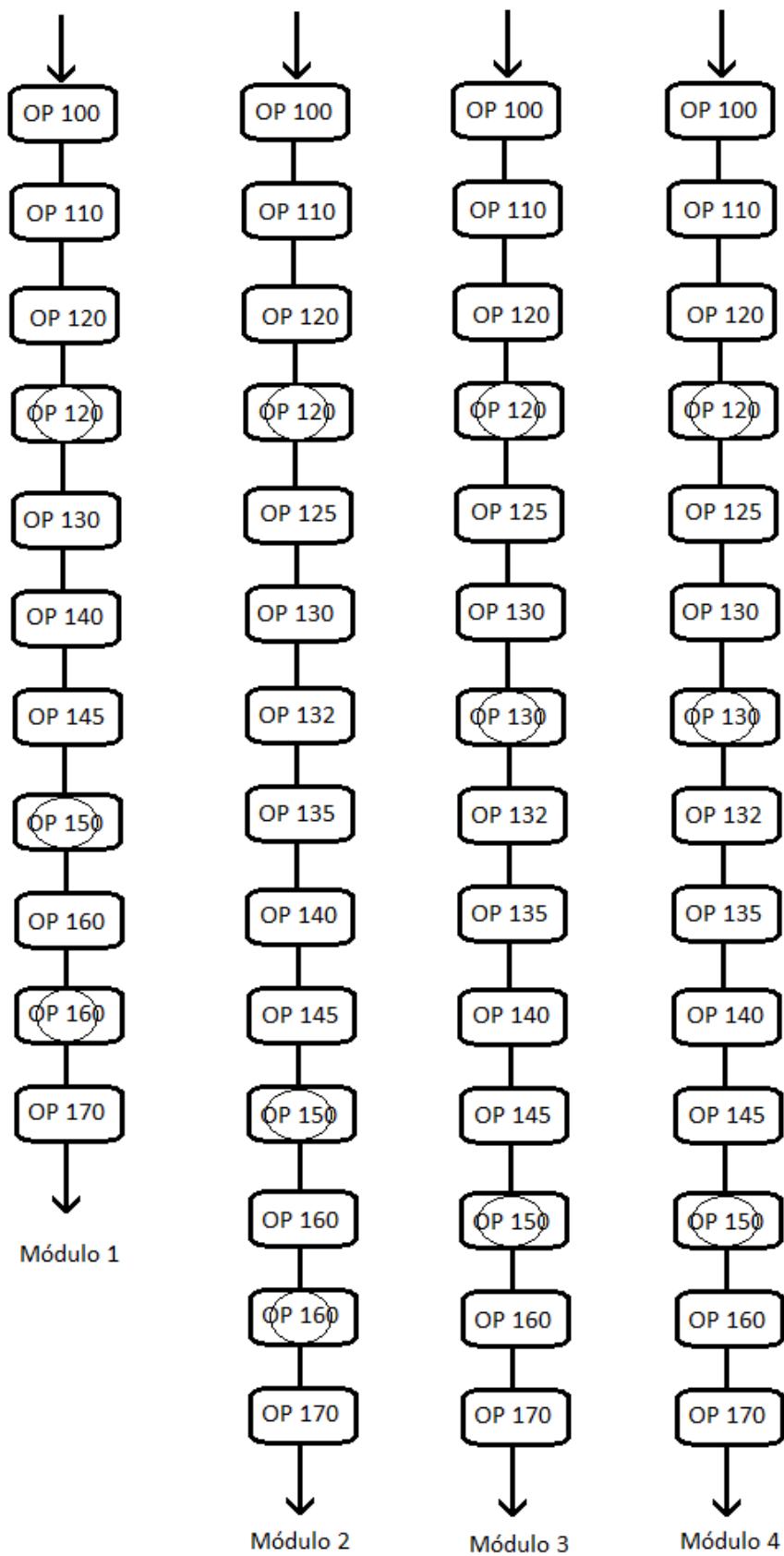
Operação	Descrição	M1	M2	M3	M4
100	Carregamento de linha	X	X	X	X
110	Maquinação vertical	X	X	X	X
120	Maquinação horizontal	X	X	X	X
(120)	Controlo frequêncial N1	X	X	X	X
125	Aperto da palete	X		X	X
130	Lavagem/secagem	X	X	X	X
(130)	Controlo Banco Pall			X	X
132	Desaperto de palete			X	X
135	Posto de visão ***			X	X
140	Controlo de estanquidade *	X	X	X	X
145	Colagem da etiqueta **			X	X
(150)	Controlo frequêncial	X	X	X	X
160	Descarregamento e embalamento	X	X	X	X
(160)	Controlo Banco Pall	X	X		
170	Impressão etiqueta GÁLIA	X	X	X	X

Tabela 14- Operações de produção

(**) No Módulo 2, a operação 145 é manual

(*) No Módulo 1, na operação 140, além do controlo de estanquidade é efetuada a colagem da etiqueta código de barras

(***) No módulo 1 não é necessário o posto de visão, uma vez que só é produzida uma referência.



ANEXO D – REGISTO DE TRAÇABILIDADE

D.1 - Traçabilidade às peças não-conformes resultantes da maquinação

D.2 - Traçabilidade às peças não-conformes com origem no fornecedor

D.3 - Traçabilidade após estanquidade

<u>TRAÇABILIDADE APÓS ESTANQUEIDADE CM-MT1</u>					
VILA NOVA					
Operador:					
Equipa:		Equipa:		Equipa:	
Data:		Data:		Data:	
Gália:		Gália:		Gália:	
Nº Contentor		Nº Contentor		Nº Contentor	
Letra + nº peça	Etiqueta	Letra + nº peça	Etiqueta	Letra + nº peça	Etiqueta
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6		6		6	
7		7		7	
8		8		8	
9		9		9	
10		10		10	
11		11		11	
12		12		12	
13		13		13	
14		14		14	
15		15		15	
16		16		16	
17		17		17	
18		18		18	
19		19		19	
20		20		20	
21		21		21	
22		22		22	
23		23		23	
24		24		24	

D.4 - Traçabilidade às GÁLIAS

TRAÇABILIDADE DAS GÁLIAS MÓDULO 3

D.5 - Traçabilidade de brutos

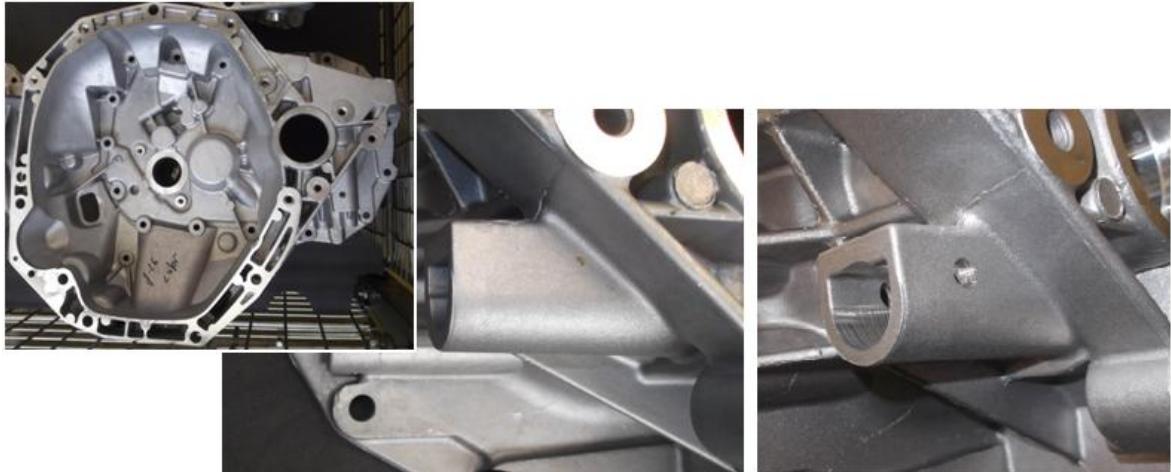
FICHA DE SEGUIMENTO DOS CARTERS EM BRUTO

CARTER: CM-TL4

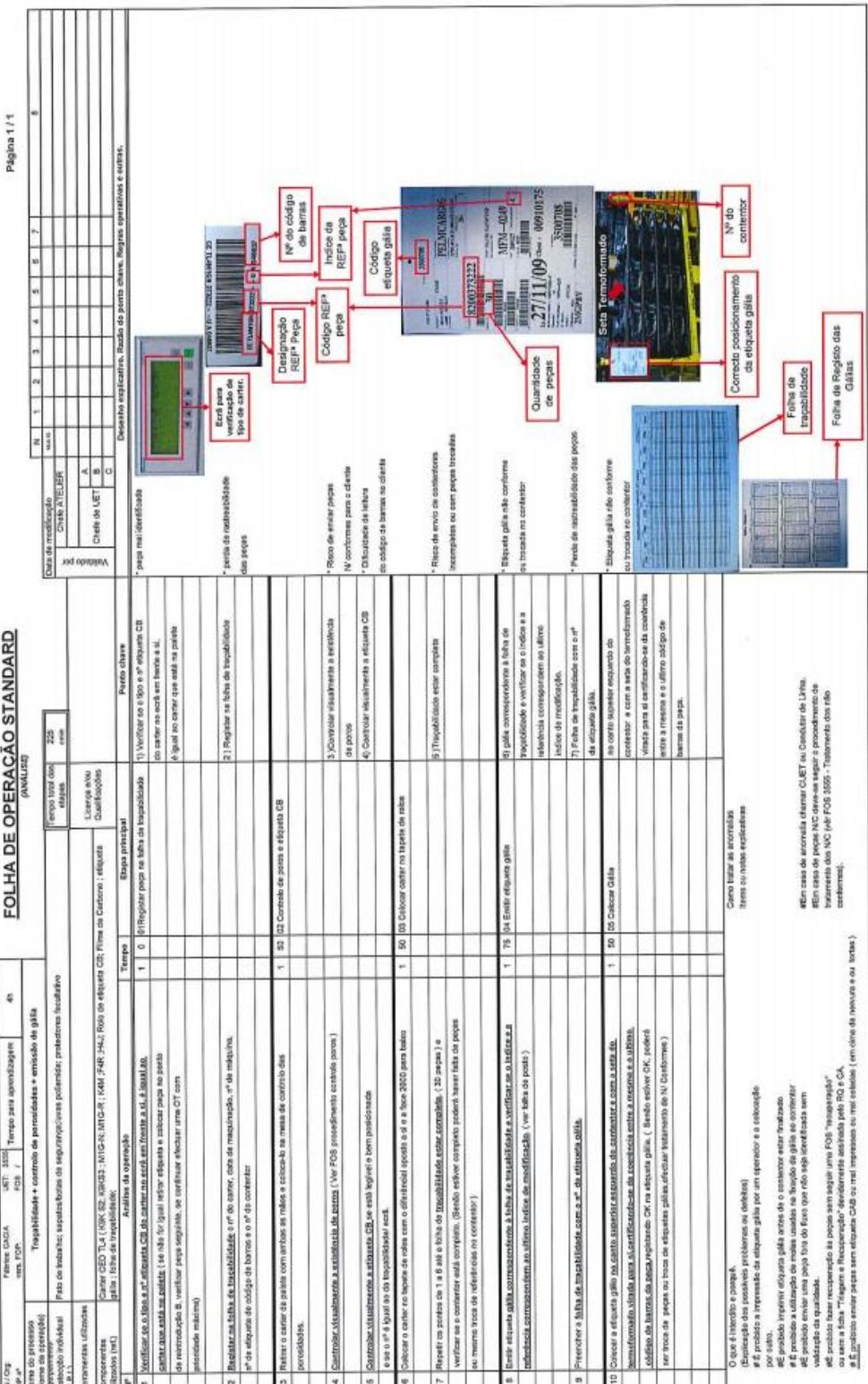
Elaborado por:
Óscar Leite - CUET

MÓDULO 3

ANEXO E – CARTER CED JR COM E SEM TAQUÍMETRO



ANEXO F – FOS TRAÇABILIDADE + CONTROLO DE POROSIDADES + EMISSÃO DE GÁLIA



FCG trapézoidal + controlo porca + emissão gálica

ANEXO G – FOS CONTROLO 100% DE POROSIDADES NO CARTER MAQUINADO CED MT1

FOLHA DE OPERAÇÃO STANDARD

Página 2/3

IP	Etapa Principal (Procedimento)	Tempo	Ponto Chave	Descrição explicativa, Rastreio do ponto chave, Regras operacionais e outras.
14	Verificar se existem dois poros > 1mm [Fig. 4].			
15	Verificar falso de malha, chiques e fissuras [Fig. 5].(s/n).			
16	Verificar se existe um paro >0,5mm [8].			
17	Verificar se existe a distância mínima entre dois poros = 0mm [17].			
18	Controlar a 100% o falso Charrefeu/Alumínio/Junta 5601.			
19	Verificar se existem poros >0,5mm no chique [14].			
20	Verificar se existem mais de um paro > 1mm no alicamento da junta [13].			
21	Verificar falso de malha, chiques e fissuras [13, 14][F0, F5, 6] (A).			
22	Verificar falso de malha, chiques e fissuras [11][F0, F4, A].			
23	Verificar se existe um paro > 1mm separando de 5mm.			
24	Controlar a 100% a Característica 5004.			
25	Verificar se existem dois poros >2 mm separados de 10mm.			
26	Controlar a 100% a Característica 5011 (junta M/G).			
27	Verificar se existe um paro > 1mm separados de 10mm [10].			
28	Verificar se existe um paro > 1mm separados de 10mm [10].			
29	Controlar a 100% o falso Série Rosca .			
30	Verificar se existem poros > 2mm depois do 2ºs primeiros [falso separados de 5mm].			
				O que é interessante e porque? (Explicação dos possíveis problemas e o deles)
				# É preciso fazer recuperação das peças sem regular falso nos recuperadores ou sem fórmula troquelada" devidamente assistida pelo RIO e CA. # O produto envia uma peça fura que não seja identificada sem nenhuma fiscalização. # É necessário enviar peças com numeros partidas. # É necessário estar mais de 2m entre o falso e o falso proximo (aprox 10x10). # É necessário enviar peças com partidas, ou seja variável.
				Controletar as amostras # Em caso de anomalia recolher características que não estão mencionadas neste PCS, chamar C.I.E.T ou C.Linha. # Em caso de peças NO deve-se seguir o procedimento de tratamento da NIC (ver PCS 3555 - Tratamento da NIC).
				Utilização de produtos químicos - Alcool etílico. Ver ficha ambiental e de segurança. Respeitar ficha ambiental e dos produtos químicos.
				3555-1555-00 Mod.4

