



**Carolina de Carlos
Pinho Casqueira**

**REDUÇÃO DE RETRABALHO EM LINHAS
PRODUTIVAS DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL: CASO
DE ESTUDO RENAULT CACIA**



**Carolina de Carlos
Pinho Casqueira**

**REDUÇÃO DE RETRABALHO EM LINHAS
PRODUTIVAS DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL: CASO DE
ESTUDO RENAULT CACIA**

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

*“Sou uma árvore no Outono
Que perde as folhas, ganha mais um ano
Perco as minhas diligências
Mas vou acumulando referências
Pode ser que eu venha a controlar*

*Se ainda me corriges
É porque eu tenho um bom conjunto de maneiras más,
P’ra chegar a boas conclusões.”*

Tomás Wallenstein

Dedico este trabalho à minha mãe.

o júri

presidente

Prof. Doutora Leonor da Conceição Teixeira
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Rui Manuel Alves Silva Sousa
Professor Auxiliar da Universidade do Minho

Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Eng. Sérgio Almeida, orientador na Renault Cacia, pelos conhecimentos fornecidos, disponibilidade demonstrada e por todos os testes aos quais me submeteu. Todos eles contribuíram para o meu crescimento.

Ao professor Carlos Ferreira pelo apoio académico dado ao longo do projeto.

A todos os colaboradores e CUETs das linhas do Carter Intermédio e Carter de Distribuição da Renault Cacia. Por toda a informação, ajuda e disponibilidade. Sem a sua colaboração, este trabalho não teria sentido.

Aos meus colegas do Progresso Contínuo: Sr. Vítor Tavares, Ricardo Clérigo, Tiago Silva, Pedro Delgado, Ivan Gaspar, Gonçalo Soares e ao colega de carteira, Tiago Nabais. Tornaram tudo muito mais fácil com a boa disposição e conhecimento técnico transmitido.

A todas as minhas colegas de equipa de basquetebol do Esgueira e da Universidade de Aveiro. O sacrifício de jogar por amor à camisola e companheirismo intrínseco, refletiram-se na vontade de efetuar este trabalho.

Aos meus amigos estagiários combatentes na mesma luta que eu. Em especial ao Pedro Soares, Nuno Costa, Cláudia Oliveira e Vanda Teixeira. Por todos os desabafos escutados e trocados.

A todos os meus amigos do curso de Eletrónica e Telecomunicações. Sem a força que me deram para mudar de rumo, nunca tinha chegado aqui.

Um agradecimento especial aos mais importantes: Artur, Célia, João, Bernardo, Margarida, Avó Eulália e Avô Pinho, por aguentarem o meu ritmo.

palavras-chave

Desperdícios, análise de defeitos, ferramentas de análise de causas, ações de melhoria, resolução de problemas

resumo

Fazendo face aos desafios da indústria, todas as organizações devem possuir controlo tanto dos seus processos de negócio, como dos processos operacionais.

Como tal, o trabalho executado encontra-se inserido na atividade do Departamento de Componentes Mecânicos da Renault Cacia, que por si só está num ambiente de extrema competição relativamente à concorrência. Desta forma, o projeto possuiu como principal objetivo diminuir o retrabalho presente numa linha de produção do Carter de Distribuição, fazendo usufruto do controlo do output do processo em si. Para tal foram retirados os dados de peças repassadas e efetuado o acompanhamento dos mesmos, tentando assim identificar as principais causas e mitigá-las. Fazendo usufruto da recolha inicial de dados do caso do Carter de Distribuição, é perceptível na realização de um balanço final, que a ocorrência de fugas falsas se tornou mais estável e com valores menores face ao período inicial. No mês de outubro de 2018, o valor do indicador de NSTR em ppm, ou seja, a razão entre o número de peças repassadas por fuga falsa e o número de peças produzidas, foi cerca de 197 108. Este valor surgiu como referência na medida em que o principal objetivo seria diminuir, o que ocorreu, ficando em fevereiro em 85 518.

Paralelamente, foi analisado outro caso de estudo numa linha semelhante onde se produz o Carter Intermédio. Aqui, foi acompanhado o número de defeitos de montagem e o principal objetivo pautou-se pela análise, descoberta de causa raiz e diminuição de ocorrências dos defeitos.

No caso da ilha de montagem 1, o valor do indicador de NSTR diminuiu em 58,97%, ao passo que na ilha de montagem 2, o valor foi de 33,32%. Tais resultados suportam a pertinência da realização do projeto.

Em ambos os casos de estudo identificaram-se oportunidades de melhoria em pontos pertinentes para as linhas produtivas em questão. A realização do projeto permitiu perceber a importância do controlo e acompanhamento dos processos, bem como que deve estar sempre presente que a melhoria contínua não para e é um procedimento infinito.

keywords

Waste, defect analysis, cause analysis tools, improvement actions, problem solving

abstract

In the face of industry challenges, all organizations must have control of both their business and operational processes.

As such, the work performed is part of the activity of the Renault Cacia Mechanical Components Department, which itself is in an extremely competitive environment. Thus, the project had as its main objective to reduce the rework present in a production line of the Distribution Carter, enjoying the control of the process output itself. For this purpose, the data of the transferred pieces were removed, and their follow-up was performed, trying to identify the main causes and mitigate them. Taking advantage of the initial data collection from the Distribution Carter case, it is apparent from the final balance that the occurrence of false leaks has become more stable and lower than the initial period. In October 2018, the value of the NSTR indicator in ppm, ie the ratio between the number of pieces passed through for false leakage and the number of parts produced, was around 197 108. This figure emerged as a reference as where the main objective would be to decrease, which happened, staying in February at 85 518.

In parallel, another case study was analysed in a similar line where Carter Intermediate is produced. Here, the number of increasing defects was monitored, and the main objective was guided by the analysis, discovery of root cause and reduction of defect occurrences.

In the case of robotized mounting island 1, the value of the NSTR indicator decreases by 58.97%, while in robotized mounting island 2 the value was 33.32%. Such results support the relevance of the project realization.

In both cases, opportunities for improvement were identified at points relevant to the production lines in question. The realization of the project made it possible to realize the importance of process control and monitoring, as well as to be always aware that continuous improvement does not stop and is an infinite procedure.

Índice

Índice de figuras	iii
Índice de tabelas.....	v
Índice de gráficos.....	vii
Índice de abreviaturas.....	ix
1. Introdução.....	1
1.1.Contextualização do trabalho.....	1
1.2. Objetivos e Metodologia.....	1
1.3. Estrutura do relatório	3
2. Revisão bibliográfica.....	5
2.1. Conceito de qualidade	5
2.2 Controlo de qualidade.....	5
2.3. Ferramentas Básicas da Qualidade	6
2.4. Problemas: identificação, análise e resolução.....	9
2.5. Melhoria contínua e filosofia Lean.....	10
3. Caracterização da empresa	19
3.1. Apresentação da empresa	19
3.2. Etapas de produção.....	21
3.3. APW – <i>Alliance Production Way</i>	23
4. Estudo Prático	29
4.1. Definição do problema	29
4.2. Caso de Estudo A - Análise de Fugas Falsas nas peças maquinadas.....	29
4.3. Oportunidades de melhoria - Carter Distribuição.....	43
4.4. Caso de Estudo B – Análise de Defeitos nas peças maquinadas	50
4.5. Oportunidades de melhoria – Carter Intermédio.....	74
5. Conclusão.....	77
Bibliografia.....	79

Anexo I.....	81
Anexo II.....	82
Anexo III.....	83
Anexo IV	84
Anexo V	85
Anexo VI	86
Anexo VII.....	87
Anexo VIII.....	88

Índice de figuras

Figura 1 - Fluxograma adaptado de Rosa, Sarrico, & Sá (2014).....	7
Figura 2 - Fases de resolução estruturada de problemas - adaptado de Pereira & Requeijo, 2008	9
Figura 3 - Esquema ilustrativo do ciclo de resolução de problemas, adaptado de Susaki (2013).....	10
Figura 4 - Benefícios do Lean segundo Melton (2005).....	11
Figura 5 - Esquema representativo do ciclo PDCA adaptado de (Araújo, Silva, Sales, Batista, & Dias, 2015)	12
Figura 6 - Princípios Lean de acordo com Stevenson (2015).....	14
Figura 7 - Mapa-mundo da localização das fábricas do Grupo Renault	19
Figura 8 - Vista aérea da Renault Cacia	20
Figura 9 - Produtos produzidos em cada atelier do Departamento de Componentes Mecânicos	21
Figura 10 - Etapas produtivas presentes na Renault Cacia (adaptado de um documento interno da Renault Cacia 2019)	22
Figura 11 - Fundamentos do APW (APW Mainbook Renault,2015)	23
Figura 12 - Sequência de preenchimento da LUP.....	27
Figura 13 - Carter de Distribuição	31
Figura 14 - Peças em espera no tapete NOK	31
Figura 15 - Local da etiqueta de DataMatrix no Carter.....	32
Figura 16 - Processos ocorridos no interior da MdL.....	35
Figura 17 – Habitáculo com turbinas de secagem e sistema de extração do ar da MdL ..	35
Figura 18 – Estrutura aberta de ventiladores	35
Figura 19 - Recolha de temperatura do Carter de Distribuição à saída da MdL	37
Figura 20 – Layout da linha de produção com o refrigerador incluído	39
Figura 21 - Proposta de melhoria na borracha de tamponamento da estanquidade	44
Figura 22 - Comparação do antes de depois do estado de sensor da saída da MdL	45
Figura 23 - Implantação atual com pórtico de transporte entre a zona de maquinação e a zona de lavagem	46
Figura 24 - Carter de distribuição no transportador.....	47
Figura 25 - Proposta de novo layout	47
Figura 26 - Transportador de peças.....	48
Figura 27 - Grelhas de acesso à linha de produção.....	49
Figura 28 - Carter Intermédio.....	50

Figura 29 - Recolha de temperatura à saída da MdL do Carter Intermédio	61
Figura 30 - Evidência de rebarba na junção das faces 500 e 100 do Carter Intermédio ..	62
Figura 31 - Face 500 do Carter Intermédio onde surge rebarba	63
Figura 32 - Carter antes da passagem pelo rebarbador	64
Figura 33 - Carter após passagem pelo rebarbador	64
Figura 34 - Carter maquinado sem evidência de rebarba após o ensaio realizado.....	66
Figura 35 - Gráfico que mede o esforço de inserção do tampão na peça	69
Figura 36 - Painel de informação da linha do Carter Intermédio	74
Figura 37 - Problemas identificados e ações de melhoria propostas	75

Índice de tabelas

Tabela 1 - Os 8 desperdícios, adaptado de Liker & Meier (2006).....	15
Tabela 2 - Etapas do QC Story e correspondência com a etapa do ciclo PDCA	25
Tabela 3 - Estados do avanço das ações da LUP de acordo com o ciclo PDCA.....	28
Tabela 4 - Recursos presentes na linha de produção do Carter de distribuição.....	33
Tabela 5 - Análise dos 5 Porquês efetuada relativamente ao problema de rejeição de carters	34
Tabela 6 - Balanço e comparação dos parâmetros existentes relativos à MdL	38
Tabela 7 - Resultados correspondentes à variação de velocidade do robot de transporte entre a MdL e ilha robotizada.....	41
Tabela 8 - Descrição dos defeitos existentes no final das ilhas de montagem do Carter Intermédio.....	52
Tabela 9 - Defeitos dos meses de novembro 2018 e janeiro 2019 para a ilha de montagem 1	58
Tabela 10 - Defeitos dos meses de novembro 2018 e janeiro 2019 para a ilha de montagem 2	58
Tabela 11 - Passos do QC Story utilizados como método de abordagem do problema de fugas falsas	60
Tabela 12 - Parâmetros de maquinação da face 500 das unidades DMG e GROB	63
Tabela 13 - Balanço do estado inicial e final do nº de defeitos com ações de melhoria ...	71

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Balanço entre RO real (%), RO objetivo (%) e NSTR Fugas Falsas (ppm) no período de recolha Out/Nov 2018	40
Gráfico 2 - Balanço entre RO real (%), RO objetivo (%) e NSTR Falsas Fugas (ppm) no mês de janeiro de 2019	42
Gráfico 3 - NSTR mensal (ppm) de Fugas Falsas na linha do Carter de distribuição de outubro de 2018 a fevereiro de 2019	43
Gráfico 4- NSTR (ppm) das ilhas de montagem 1 e 2 nos meses de novembro 2018 e janeiro 2019.....	55
Gráfico 5- Tempo de paragem (min) de ambas as ilhas de montagem nos meses de novembro 18 e janeiro 19	56
Gráfico 6 - Top 3 dos defeitos nos meses de novembro 2018 e janeiro 2019 por ilha de montagem.....	57
Gráfico 7 - Tempo de paragem provocado pelo defeito tampão 16 (min) nas ilhas de montagem 1 e 2 nos meses Novembro 2018 e janeiro 2019	57
Gráfico 8 - Percentagem de peças da amostra com rebarbas e zona correspondente	62
Gráfico 9 - Número de fugas AB/BP da ilha de montagem 1 e 2 após colocação da rebarbadora na ilha de montagem 1 (período Fevereiro 2019 e março 2019).....	64
Gráfico 10 - Nº de defeitos inserção de esfera em novembro 2018 e janeiro 2019 nas ilhas de montagem 1 e 2.....	67
Gráfico 11 - Balanço no final do projeto do NSTR das ilhas de montagem 1 e 2 (ppm) ...	70
Gráfico 12 - Balanço do NSTR (ppm) dos defeitos com ações de melhoria implementadas	70
Gráfico 13 - Nº de defeitos tampão 16 ao longo da recolha de dados em ambas as ilhas de montagem.....	72
Gráfico 14 - Defeitos ilha de montagem 1 no período de Mar/Abr 19.....	73
Gráfico 15 - Defeitos ilha de montagem 2 no período de Mar/Abr 19.....	73

Índice de abreviaturas

APW – *Aliance Production Way*

AT - Atelier

CUET – Chefe da Unidade Elementar de Trabalho

DCM – Departamento de Componentes Mecânicos

Fugas AP – Fugas de Alta Pressão

Fugas AP/BP – Fugas de Alta e Baixa Pressão

Fugas BP – Fugas de Baixa Pressão

LUP – Lista Única de Problemas

MdL – Máquina de Lavar

PMP – Plano de Manutenção Preventiva

NSTR – *Non-Straight Through Ratio*

OPT – Observação do Posto de Trabalho

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

PMA – Plano de Manutenção Autónoma

POE – Produto de Origem Externa

QCS – *Quality Control Story*

RO – Rendimento Operacional

SQF – Serviço Qualidade Fornecedores

TPM – Total Productive Maintenance

UET – Unidade Elementar de Trabalho

WIP – *Work In Progress*

1. Introdução

1.1. Contextualização do trabalho

O trabalho desenvolvido na empresa Renault Cacia encontrou-se inserido no serviço do Progresso Contínuo, do departamento de Componentes Mecânicos, que procura aplicar projetos de melhoria do estado atual de fabricação e mitigação de problemas em diferentes secções.

O projeto teve como objeto de estudo as linhas de produção do Carter de Distribuição e Carter Intermédio. Em ambos os casos havia existência de desperdícios que devem ser analisados e eliminados. Tal se verificava de extrema pertinência, sendo que, o desempenho elevado e melhoria nos produtos representa valor quer para a empresa, quer para os clientes. Tornou-se útil estudar ambas as linhas de produção, visto que o processo é semelhante. Este possui as etapas de maquinação do Carter, lavagem da peça após maquinação, teste de estanquidade, Data Matrix, controlo visual e embalamento, sendo que no caso do Carter Intermédio existe adicionalmente o processo de montagem de componentes. Os pontos analisados revelaram oportunidades de melhoria que puderam ser replicadas em ambos os casos, daí a pertinência de analisar as duas linhas produtivas.

Posto isto, o projeto a desenvolvido encontra-se no seio da atividade da Renault Cacia, e pretendeu melhorar dois processos aí existentes, os quais representam retorno elevado para a empresa. Ambos os componentes em análise fazem parte do motor de um automóvel e requerem padrões de qualidade extremamente elevados, sendo o rigor nota dominante no que toca à avaliação e controlo do produto final.

1.2. Objetivos e Metodologia

1.2.1. Caso de Estudo A – Análise de fugas falsas nas peças maquinadas

Relativamente à produção do Carter de Distribuição, era conhecido de antemão, que a lavagem e secagem das peças maquinadas representam no processo, uma causa de dilatação das peças, levando à sua rejeição no teste de estanquidade. Contudo ocorria a sua aprovação na repassagem, ou seja, quando esta é colocada de novo na linha de produção, após a máquina de lavar, e o teste é efetuado de novo. Tal previa que este problema devesse ser analisado aprofundadamente e o foco ser a sua mitigação.

Com o propósito de compreender os diferentes fenómenos que ocorrem e mapear o estado inicial da linha do Carter de Distribuição, foram efetuadas observações no terreno, ou *gemba*. Segundo Mann (2010), este conceito foi traduzido da língua japonesa e significa

“sítio real” ,“terreno” onde acontece a ação. Desta forma, e antes de ser iniciado um processo de melhoria, o terreno deve ser observado e analisado.

O projeto foi então iniciado destacando um dos problemas mais impactantes na produção: fugas falsas nas peças maquinadas. Foram recolhidos dados relativamente às peças que eram rejeitadas numa primeira passagem pelo teste de estanqueidade, e aprovadas quando arrefecem e passam uma segunda vez no teste. Tal acontecimento originou um estudo à máquina de lavagem (MdL), que suponha sobreaquecimento das peças, iniciando assim a sua dilatação e posterior rejeição.

Ao longo de todo o projeto, aplicaram-se mecanismos de análise de causas raiz com o intuito de resolver vários problemas. Tal serviu para perceber a razão pela qual as peças são rejeitadas numa primeira passagem e aprovadas numa segunda. Posto isto, procurou-se analisar este problema através da observação a:

- 1) Intervenções de manutenção preventiva;
- 2) Forma de manuseamento da máquina nas diferentes operações realizadas;
- 3) Ações efetuadas aquando avarias;
- 4) Análise do documento do KM0 – procedimento que coloca a máquina consoante os parâmetros de origem;
- 5) Acompanhamento dos dados recolhidos relativamente à temperatura das peças e número de peças reprocessadas, bem como análise da sua evolução.

Relativamente ao funcionamento da MdL, foram comparados todos os parâmetros estabelecidos, quer pelo fornecedor, quer pela Renault Cacia, e que surgem como relevantes para esta parcela do processo, comparando estes com a realidade, através de medições no terreno. Tudo isto permitiu alicerçar a pertinência do projeto e auxiliar na rápida identificação de problemas.

Adicionalmente, pretendeu-se a criação de documentos com a referência do estado da máquina antes e após limpeza da mesma. Justificou-se, pois será de extrema utilidade e permitirá aumentar o controlo sobre o processo, sendo mostrado facilmente o estado próximo do ideal de laboração.

Após esta etapa, foram planeadas medidas para resolução e mitigação do sobreaquecimento das peças maquinadas que saem da MdL.

Importou também saber e estudar outras causas possíveis para a ocorrência de falsos alarmes. Para tal, foi analisada primeiramente a questão da temperatura elevada, e

posteriormente, após mitigação deste problema, perceber se existia outra causa que pudesse estar a ser camuflada pela anteriormente mencionada.

1.2.2. Caso de Estudo B – Análise de Defeitos nas peças maquinadas

A linha de produção do Carter Intermédio possui o mesmo processo do Carter de Distribuição, com adição da etapa de montagem dos seguintes componentes: esfera, tampão Ø 22, válvula do permutador, tampão Ø 16 e válvula filtro óleo. Foram recolhidos dados relativamente aos defeitos das ilhas de montagem destes componentes além de outros que deste processo podem advir, objetivando perceber quais possuem maior impacto na produção. Tal análise de causas possibilitou a criação de ações de melhoria e mitigação de ocorrência dos defeitos, estando sempre presente o acompanhamento das mesmas e verificação do estado da produção.

Tal será efetuado seguindo uma metodologia usada na empresa, o QC Story, que visa segmentar problemas complexos com várias causas raiz prováveis.

Na fase final de ambos os estudos, e aproveitando a observação inicial no terreno foram analisadas questões de limpeza do espaço, segurança para os operadores, manutenção das máquinas que constituem a linha e melhoria de documentos de suporte à execução das diferentes tarefas que necessitam de ser realizadas.

Fazendo a junção de filosofia para ambos os objetos de estudo, foram estudados métodos de controlo dos parâmetros ali existentes e averiguação da sua conformidade, tendo em conta o decorrer do processo.

Fruto do contacto com o terreno, foi reforçada a necessidade de cumprimento do Plano de Manutenção Autónoma respeitante à máquina de lavar e cuja filosofia deve ser transposta para outras máquinas do mesmo tipo presentes na organização.

1.3. Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se estruturado por forma a expor detalhadamente o trabalho desenvolvido na organização Renault Cacia, possuindo assim, 5 capítulos.

O presente capítulo, procura introduzir o trabalho desenvolvido através da contextualização do mesmo e apresentação de objetivos e metodologia dos casos práticos abordados. Adicionalmente, é exposta a organização do presente relatório.

O Capítulo 2 pretende tratar os tópicos teóricos que sustentam todo o trabalho prático desenvolvido. Inicia pela familiarização do conceito de qualidade, controlo de qualidade e as ferramentas básicas da qualidade. Seguidamente, são expostas metodologias para identificação, análise e resolução de problemas e, por fim, é

apresentado um subcapítulo cujo propósito é definir melhoria contínua, filosofia *Lean*, apresentar os desperdícios existentes na indústria e obstáculos à implementação de melhorias.

O Capítulo 3 inicia-se pela apresentação do grupo e da empresa onde o projeto foi realizado, através da exposição dos valores e missão da mesma. Seguidamente, são exploradas as etapas produtivas presentes na atividade da Renault Cacia e finalmente, a apresentação do sistema de produção "*Alliance Production Way – APW*" utilizado nas operações de toda a organização. O conhecimento deste sistema serviu de base para realizar todo o trabalho.

O Capítulo 4 visa expor o trabalho prático realizado. São apresentados ambos os casos de estudo:

- Caso A: Análise de fugas falsas nas peças maquinadas
- Caso B: Análise de Defeitos nas peças maquinadas

Para ambos são detalhadas todas as fases desenvolvidas desde a análise do estado inicial, problemas identificados, melhorias propostas e resultado após implementação das mesmas. No final deste capítulo, são ainda apontadas oportunidades de melhoria levantadas no final do estudo em questão.

No Capítulo 5 surge a conclusão que possui reflexão relativamente ao todo o trabalho desenvolvido e respetiva importância. Adicionalmente foram incluídas propostas de trabalho futuro.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Conceito de qualidade

Um produto com qualidade, transpõe a ideia de um produto que corresponde às necessidades impostas desde o início do processo. Uma empresa deve ter presente na sua dinâmica, o objetivo de cumprir com todos os parâmetros dos processos e reduzir a variabilidade dos mesmos (Ryan, 2011).

Segundo Ryan (2011) um dos grandes obstáculos para obtenção da qualidade elevada no seio das organizações, revela-se no equívoco de alguns gestores. Tal é afirmado pois alguns consideram, que controlar o processo como forma de garantia de qualidade, pode diminuir a produtividade.

A corroborar este ponto de vista, existe a perspetiva de Fuller (1985), que expõe um caso na empresa Hewlett-Packard. Aqui, os gestores constataram o aumento mensurável da produtividade quando, através da diminuição de retrabalho, foram também reduzidas as não conformidades, demonstrando relação direta entre estes dois vetores.

2.2 Controlo de qualidade

Se uma empresa pretende estar na vanguarda da inovação, primeiro, deve dominar o básico, analisando tudo o que do processo pode advir. Para isso, todos os envolvidos nos diferentes procedimentos devem saber qual o estado atual com o intuito de seguir em frente. Posto isto, apenas é possível provar que houve qualquer tipo de melhoria, fundamentando com dados concretos que demonstrem o antes e o depois.

A satisfação do cliente representa a chave para o sucesso do negócio. Mas, para tal, a qualidade do produto entregue ao cliente deve ser irrepreensível e ser de acordo com o pretendido. Posto isto, a filosofia moderna de gestão da qualidade supõe que se introduziam conceitos de melhoria contínua quando se avalia a qualidade de um produto (Das, 2008).

Desta forma, adotar o controlo estatístico de processos como uma ferramenta de garantia de qualidade, muda a maneira como todos os membros da organização encaram o conceito de qualidade (Pawlicki & Whitaker, 2008). Auxilia também a perceber quais os objetivos a atingir, tendo sempre em conta o mínimo de variabilidade no processo em causa. Percebe-se que uma análise meticolosa aos vários gráficos que podem ser obtidos com recolhas de dados permite definir quais são as causas para ocorrência de variações que são comuns ou particulares (Pawlicki & Whitaker, 2008).

De forma a analisar a dicotomia existente nas causas de dispersão no controlo de um processo, é crucial serem esclarecidas. As causas comuns são diversas fontes de variação atribuíveis ao acaso. O conjunto destas causas justifica a variabilidade inerente ao processo. O controlo estatístico de processo objetiva assim, a permissão de apenas subsistir apenas dispersões resultantes de causas comuns. Por outro lado, existem as particulares que se apresentam frequentemente irregulares e instáveis. Perante a manifestação destas causas, deve ser efetuada uma intervenção no processo e análise mais aprofundada do que poderá ter provocado tal situação (Courtoius, Martin-Bonnefois, & Pillet, 1997).

Por forma a fomentar um ambiente de melhoria contínua, o controlo estatístico de processos permite que mesmo que o processo se encontre dentro das especificações, se continue a ambicionar a eliminação de variações excecionais (Pawlicki & Whitaker, 2008).

Visando o controlo eficaz do processo, este deve ser estruturado de forma a ser exequível a verificação de conformidade ou não do produto, ao longo das várias etapas. Deve estar presente o controlo da qualidade por toda a extensão do processo, pois, desta forma, a probabilidade de um defeito avançar na cadeia é dizimada ao máximo, indo de encontro aos fundamentos de um sistema de produção *Lean* (Black & Hunter, 2003).

2.3. Ferramentas Básicas da Qualidade

Na busca incessante da melhoria de processos, todos os números e sinais retirados dos mesmos formam a base para a compreensão e tomada de decisão. De acordo com esta perspetiva, surge a importância da recolha de dados e formato de apresentação dos mesmos. Para tal, são apresentadas as ferramentas básicas da qualidade que objetivam a interpretação e retirada de informação desses mesmos dados (Oakland & Sohal, 1996).

De acordo com a tónica de Pereira & Requeijo (2008), a utilização das ferramentas básicas da qualidade, permite almejar a resolução eficaz e estruturada de problemas, representando vantagem na sua implementação.

Contudo, a implementação eficaz destas ferramentas apenas se torna útil quando aplicada pelos intervenientes em contacto com o processo e conhecimento alargado do mesmo. As melhorias não podem ser efetuadas sem os problemas estarem identificados e reconhecidos. Para este fim, são então criadas equipas de resolução de problemas cujo método deve passar pela utilização correta das ferramentas da qualidade, fazendo total proveito das mesmas (Oakland & Sohal, 1996).

Existem cerca de 7 ferramentas básicas, sendo que, no âmbito do trabalho realizado, apenas foram exploradas as mais pertinentes.

2.3.1. Fluxograma

O fluxograma é utilizado como forma de identificação e cartografia de processos. É uma ferramenta básica da qualidade que permite definição do processo e das atividades que o constituem. Apresenta um nível de detalhe médio/elevado através da representação das atividades, sua sequência, definição do tipo e características associadas. Esta ferramenta, apresentada na Figura 1, permite demonstrar o estado atual de um qualquer processo (Pires, 2016).

O uso desta técnica garante o conhecimento dos *inputs* do processo e demonstra aos intervenientes a importância das suas tarefas. Ao se saber quais os passos a serem seguidos, todos possuem conhecimento da lógica e objetivo do que realizam (Oakland & Sohal, 1996).

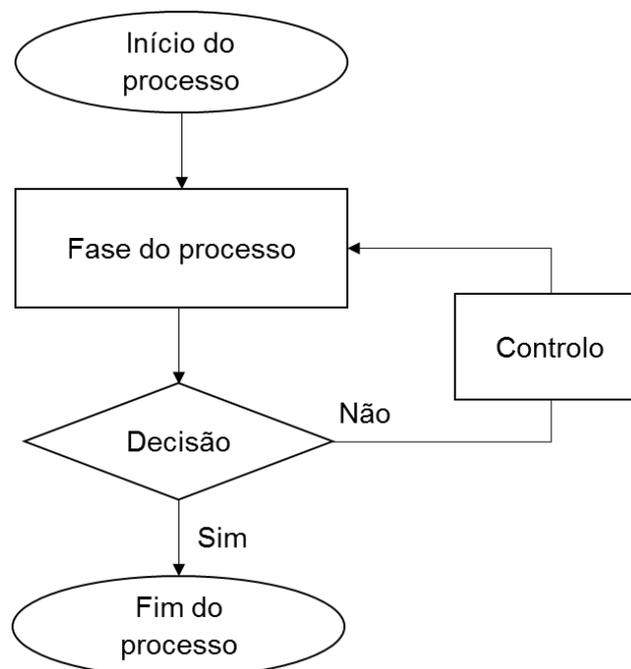


Figura 1 - Fluxograma adaptado de Rosa, Sarrico, & Sá (2014)

Este instrumento da Qualidade pode ser aplicado em vários contextos e permite que todo o grupo da organização detenha a mesma visão relativamente ao processo a analisar. A construção do fluxograma deve ser iniciada através da definição das fronteiras do processo, identificação das tarefas, definição da sequência, elaboração do mapa através da simbologia adequada e análise do mapa final, concluindo relativamente à consistência e verificação de atividades de valor não acrescentado (Rosa et al., 2014).

2.3.2. Folha de verificação

Geralmente, no âmbito da melhoria de processos procura-se resposta relativamente à frequência com que ocorre certo tipo de fenómeno. É implementado então o registo de dados, sendo que, deve ser realizado um estudo prévio dos dados a recolher e de que forma o fazer.

Relativamente à folha de verificação, esta surge como uma ferramenta de qualidade, a mais simples, e que tem duas formas (Rosa et al., 2014):

- **Desenho de localização de defeitos:** estabelece a localização de defeitos no produto final.
- **Listas de verificação:** formulário para a recolha de dados, estando organizadas por categorias ou dimensões.

Tal ferramenta deve ser explorada e daí serem retirados dados para posteriormente serem tratados, mostrando assim padrões de variação para controlo de processos. A sua pertinência pauta-se por esta ser o ponto de partida para o desenvolvimento de outras ferramentas da qualidade, fortalecendo a sua necessidade de utilização (Rosa et al., 2014).

A utilização das folhas de verificação torna-se vantajosa na aglomeração de factos e não de opiniões no que toca aos processos em questão, para assim, serem executadas medidas de melhoria o mais pertinentes possível (Oakland & Sohal, 1996).

2.3.3. Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma ferramenta que derivou da área da Economia para a Gestão da Qualidade (Paladini, 2004). É sabido que Vilfredo Pareto (1848-1923) foi um economista do século XIX que, através de investigação, conclui que cerca de 20% da população mundial detinha mais de 80% da riqueza total (Rosa et al., 2014).

Através desta constatação, estabeleceu-se o princípio de Pareto, ou seja, 80% dos efeitos, sejam eles desperdícios ou erros, provém de 20% das causas (Oakland & Sohal, 1996).

Tal foi recuperado por Juran, tendo sido aplicado no contexto da qualidade (Rosa et al., 2014). A utilização do diagrama de Pareto permite (Paladini, 2004):

- Salientar os níveis de atenção para vetores críticos do processo, ficando presente a noção de prioridade tendo em conta aspetos importantes para o processo. Tais são facilmente identificados através do diagrama.
- Organização dos dados de forma a permitir interpretação intuitiva: a utilização do diagrama classifica os elementos do processo relativamente à importância dos mesmos no processo inteiro.

O diagrama de Pareto torna-se útil no que toca a realizar análises de defeitos, visto que, facilmente se detetam os fatores críticos do processo, sendo posteriormente priorizados no que diz respeito à sua resolução. Poderá também servir para demonstrar a eficácia de uma ação de melhoria, podendo sustentar uma comparação entre o estado anterior e posterior em qualquer alteração num processo (Rosa et al., 2014).

2.4. Problemas: identificação, análise e resolução

Com vista à melhoria contínua, é necessário existir a perceção da existência dos problemas e estudo de métodos para os resolver. A resolução de problemas deve ser estruturada e um método para tal é o uso do ciclo PDCA (Pereira & Requeijo, 2008). A resolução estruturada de problemas está fundamentada neste ciclo e possui as fases expostas (Figura 2).

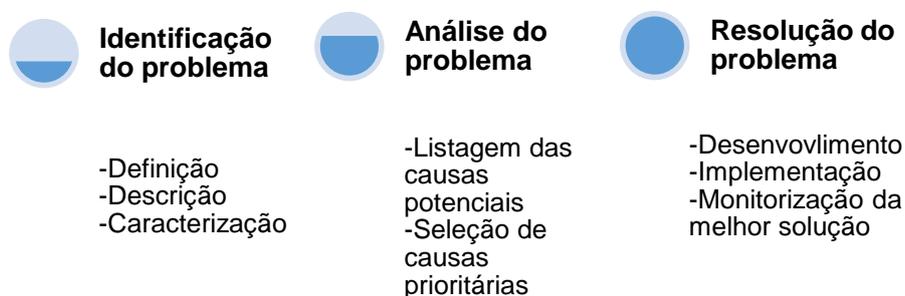


Figura 2 - Fases de resolução estruturada de problemas - adaptado de Pereira & Requeijo, 2008

A existência de um qualquer problema pode ser interpretada como uma oportunidade de melhoria. Como tal, é importante para qualquer organização possuir ferramentas e métodos tanto de identificação, como de resolução destes. Esta ideia é corroborada pelo facto de que, em vários casos existe a certeza de que é necessário efetuar melhorias, contudo sem ferramentas e passos corretamente definidos, tal não terá sucesso. Desta forma, são destacadas ferramentas para resolução de problemas. Estas encontram-se agrupadas conforme as seguintes dimensões (Susaki, 2013):

- a) Utilização de senso comum e intuição;
- b) Eliminação dos oito desperdícios;
- c) Análise dos 5 porquês;
- d) Controlo de variabilidade e incerteza dos processos;
- e) Utilização do Ciclo PDCA;
- f) Encarar os problemas da perspetiva do chão de fábrica.

Após familiarização com as ferramentas pertinentes para resolução de cada tipo de problema, recomenda-se que exista uma linha de pensamento aquando a execução deste

processo (Figura 3). Tal deve ser contínuo e deve encontrar-se sempre presente na mente dos responsáveis de qualquer processo, sendo que, o trabalho deve ser executado em equipa e sempre almejando melhorias (Susaki, 2013).



Figura 3 - Esquema ilustrativo do ciclo de resolução de problemas, adaptado de Susaki (2013)

2.4.1. Análise dos 5 Porquês

Taiichi Ohno (Womack et al., 1990) citado por (Melton, 2005), possuía uma prática de questionar cinco vezes sempre que existia um alerta para um problema. Com este método, é encontrada a causa raiz em vez do denominado sintoma. Tal busca a garantia de que o problema não volta a ocorrer pois é eliminada a causa raiz e não o efeito.

Segundo Alukal (2007), a análise dos 5 porquês é uma ferramenta chave para a redução do desperdício num ambiente de produção *Lean*. Não basta apenas identificar onde se encontram a ser gastos irracionalmente os recursos, importa perceber porquê.

2.5. Melhoria contínua e filosofia Lean

É extremamente valioso que as empresas percebam os recursos que possuem, bem como terem na sua estratégia formas de melhoria e máximo aproveitamento dos mesmos. Não é de todo viável desperdiçar nem dinheiro, nem tempo. Todos estes fatores se tornam úteis para seguir o caminho da competitividade e boas práticas no que toca ao desenrolar de operações no chão de fábrica. (Stevenson, 2015).

Neste caso de estudo, importa explorar o ramo automóvel, que requer um desenvolvimento constante e demonstração de capacidade de adaptação às exigências do mercado (C. Rosa, Silva, & Ferreira, 2017).

Para fazer face aos desafios da indústria, surgiu desta forma, a filosofia Lean aliada ao Kaizen que significa melhoria contínua. Foca-se na constante procura de melhorias nos

processos, conjugando com todos os vetores úteis dentro das organizações (Black & Hunter, 2003). No âmbito da melhoria contínua, é necessário haver trabalho em equipa, difusão da informação relevante para os processos a todos os intervenientes e, finalmente, abertura para sugestões (Black & Hunter, 2003).

A implementação da filosofia Lean, através da supressão de desperdícios, e como modo de implementação da melhoria contínua, encontra-se difundida nas operações de uma organização por forma a torná-la flexível. Otimiza a interação entre atividades, pessoas, inventário e dinâmica no chão de fábrica. Todos estes conceitos estão combinados e implementados por forma a almejar maior produtividade, redução de custos, tempos de ciclo mais curtos e zero defeitos (Stevenson, 2015).

É apresentado assim o grande objetivo da filosofia Lean, que se baseia na eliminação de defeitos, caracterizados por serem atividades de valor não acrescentado. Devem assim, ser coordenados todos estes eventos de uma forma sustentável para a organização (Stevenson, 2015).

Contudo, não basta apenas identificar os desperdícios. Apesar de ser um elemento importante da cultura *Lean*, por si só, não conduz à melhoria contínua. Deve ser preenchida esta lacuna através da liderança orientada para a melhoria contínua e a indagação constante de todos os intervenientes no que toca a oportunidades de melhoria (Dombrowski & Mielke, 2014).



Figura 4 - Benefícios do Lean segundo Melton (2005)

Relativamente à indústria automóvel, de acordo com Melton (2005) importa falar e explorar o conceito Lean combinado com a melhoria contínua, pois representa elevado benefício (Figura 4).

É de salientar que a melhoria contínua é um processo que nunca se encontra concluído. Todavia, da procura pela excelência deve resultar um fluxo de melhoria e inovação, estando estes conceitos presentes em todas as atividades das organizações (Pires, 2016).

2.5.1. Ciclo PDCA

Lean é um sistema de melhoria, embora apenas a implementação não seja suficiente para resolver todos os problemas do sistema. Ao invés desta noção, a filosofia *Lean* expõe os problemas por forma a serem eliminadas as suas causas e só posteriormente melhorar (Mann, 2010).

O ciclo PDCA, Figura 5, surge no âmbito de técnicas da qualidade e desempenho de processos, sustentando a aquisição de melhoria contínua no seio de uma organização. Tal procura explorar e eliminar problemas existentes (Pereira & Requeijo, 2008).

Permite reconhecer uma oportunidade, planear a mudança, testar a mudança, analisar resultados e reter conhecimento destes. Por último, auxilia na avaliação da mudança, ou seja, se foi bem sucedida devem ser criados padrões e as alterações devem ser capitalizadas; caso contrário, recomeçar o ciclo (Johnson, 2002).



Figura 5 - Esquema representativo do ciclo PDCA adaptado de (Araújo, Silva, Sales, Batista, & Dias, 2015)

2.5.2. Características e implementação de um sistema Lean

Surgem na literatura, características que os gerentes e as pessoas envolvidas nos processos devem ter conhecimento. Ao saberem os atributos de um sistema Lean, estarão aptos e melhor preparados para implementar melhorias (Stevenson, 2015):

- **Redução de desperdícios**

Reduzir tudo o que não acrescenta valor e representa perda de recursos, é a principal característica dos sistemas Lean.

- **Melhoria contínua**

É necessário estar presente no pensamento dos intervenientes de um Sistema Lean, que a todo e qualquer processo pode sempre melhorar e que representa um trabalho de progresso contínuo.

- **Uso de equipas**

Pretende-se que neste sistema sejam construídas equipas multidisciplinares, por forma a ser possível uma maior obtenção e desenvolvimento de conhecimento.

- **Células de trabalho**

Fazendo usufruto das várias possibilidades de implantações fabris, no caso das células de trabalho há melhor aproveitamento quer dos recursos humanos, quer da comunicação.

- **Gestão e controlo visual**

Utilização de pequenos sinais e alertas que remetam de imediato para o estado do sistema e que auxiliem na rápida identificação de problemas.

- **Qualidade elevada**

Encarar a garantia de qualidade como defesa quer da organização que fornece o produto, quer do cliente.

- **Mínimo inventário**

Possuir inventário a mais é percecionado como um desperdício. Todo o processo deve caminhar na direção do mínimo trabalho em curso (Work In Progress - WIP), notando-se no inventário final.

- **Produzir consoante a procura**

A filosofia de todos os intervenientes deve reger-se por “sistema puxado”. Como tal, apenas deve ser dada ordem de produção quando há procura por parte do cliente.

- **Mudanças rápidas de referência**

Através da utilização de métodos que permitam a troca rápida quer de ferramentas, quer de produtos, todo o processo se torna mais flexível e facilmente adaptável a novos produtos.

- **Tamanho de lotes reduzido**

Reduzir o tamanho dos lotes, admite maior variedade no *mix* de produtos a serem produzidos.

- **Cultura Lean**

Todas as características expostas nos pontos anteriores devem ser utilizadas em conjunto, encaradas e aceites por todos os membros da organização.

Estas características sustentam qual deve ser o foco aquando a implementação de um sistema deste tipo. Tal pode ser implementado em qualquer atividade de negócio, quer seja de serviços ou produção tradicional. Posto isto, segundo Stevenson (2015) é de extrema importância relacionar todos estes conceitos com os cinco principais princípios do Lean (Figura 6).

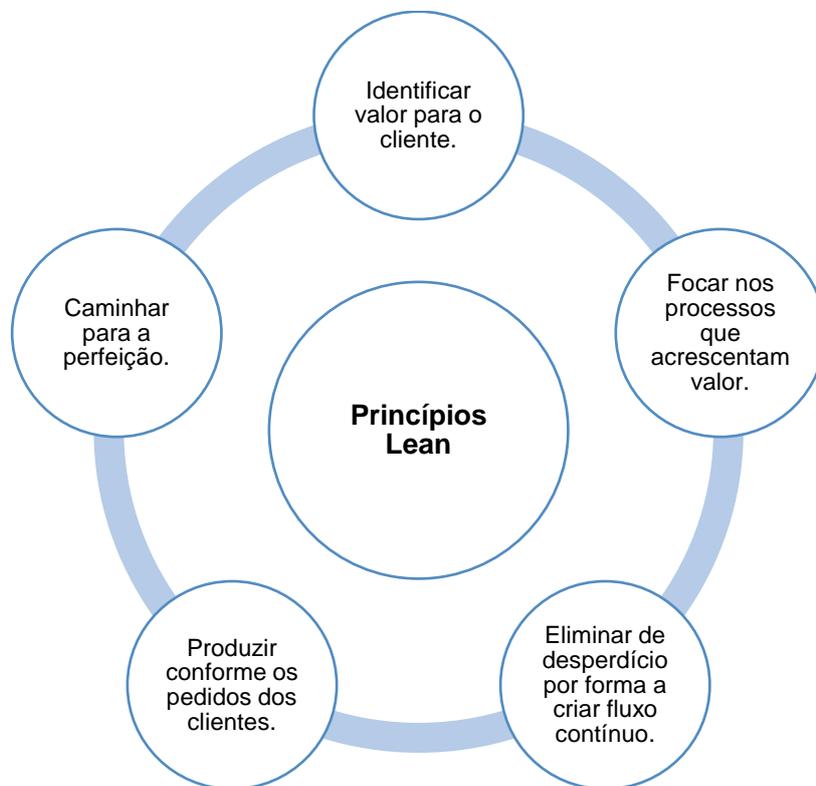


Figura 6 - Princípios Lean de acordo com Stevenson (2015)

2.5.3. Os 8 desperdícios

Qualquer atividade inserida num processo que não acrescente valor na ótica do cliente e que consuma recursos, é denominada de desperdício (Womack & Jones, 1997). Por vezes, o desperdício é considerado um mal necessário não podendo ser eliminado. Não sendo deste tipo, a filosofia das organizações deve caminhar para a eliminação destes (Melton, 2005).

Posto isto, não há forma de mudar para um negócio Lean, sem existir desconforto e mudança. No que toca a atingir o sucesso necessário, todos devem estar aptos a identificar o que representa desperdício e perdas de recursos. Ao serem identificados, importa também chegar à causa raiz e garantir que não voltam a ocorrer, tendo sempre em conta o impacto de eliminação dos mesmos (Liker & Meier, 2006).

Tabela 1 - Os 8 desperdícios, adaptado de Liker & Meier (2006)

Desperdícios	Descrição
Produção em excesso	Produzir cedo demais ou numa quantidade superior à solicitada pelo cliente.
Espera	Tempos de inatividade à espera de processos, materiais ou ferramentas.
Transporte	Transportar material entre vários locais, retirar e recolocar em armazéns componentes de forma desnecessária.
Processamento em excesso	Adicionar ao processo procedimentos desnecessários ao pretendido. Por exemplo, fornecer produtos com qualidade superior àquela que o cliente precisa.
Inventário em excesso	Matéria-prima, WIP, ou produto acabado em excesso, causam tempos de lead time mais longos, obsolescência, produtos acabados danificados, transporte e armazenamento (conceito de capital empatado).
Movimento desnecessário	Todo o movimento que um colaborador tem de efetuar durante o exercício da sua função, que não acrescenta valor ao produto final.
Defeitos	Produção de peças defeituosas ou correção das mesmas, originando retrabalho. Tal representa desperdício de tempo, dinheiro e esforço a duplicar tarefas.
Recursos humanos subaproveitados	Perdas de tempo, ideias, capacidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem através de não envolver nos processos, nem escutar os colaboradores.

Após análise da Tabela 1, é possível afirmar que existem variados desperdícios que devem ser identificados num processo de negócio. Com o intuito de o melhorar, deve ser dada prioridade àqueles que terão mais impacto no desempenho global do processo. Surge

a tônica de que a produção em excesso provoca todos os outros desperdícios, e deverá ser selecionada ao invés dos outros no que toca à priorização de resolução. Quando o desperdício “produção em excesso” é mitigado, todos os outros o são (Wilson, 2010).

Através da eliminação dos desperdícios, as organizações concentram os seus recursos somente na execução entrega dos seus produtos da forma e na quantidade que acrescenta valor para o cliente (Black & Hunter, 2003).

A identificação de um qualquer destes desperdícios, em conjunto com ferramentas de resolução de problemas, representa vantagem para o desenrolar da atividade de uma linha de produção. Ao haver a constatação de desperdício é perceptível a possibilidade de melhoria.

2.5.4. Obstáculos à implementação

O sucesso das empresas motiva qualquer trabalhador para fazer melhor a sua atividade, bem como atingir objetivos comuns. Contudo, torna-se extremamente complexo implementar melhorias ou alterações quando nem todos se encontram comprometidos e envolvidos. Deve estar presente na mente dos intervenientes de que uma implementação Lean procura sempre melhorar, e não o contrário (Liker & Meier, 2006).

Do ponto de vista estratégico, a visão de melhoria contínua deve ser partilhada com todos os envolvidos nos processos e tem de ser demonstrado benefício para todas as partes, por forma a existir aceitação. A filosofia *kaizen* representa tanto o ponto de partida, como o fio condutor das iniciativas *Lean*, pelo que, todos os membros da organização devem estar alinhados nesta metodologia para se caminhar para o sucesso (Ortiz, 2006).

Segundo Secchi & Camuffo (2019), existem causas potenciais para o insucesso aquando a implementação de um sistema de produção *Lean*:

- Falta de compromisso e envolvimento das chefias.
- Resistência à mudança de cultura da empresa.
- Falta de capacidade de liderança.
- Falta de treino e formação.
- Falta de recursos (humanos, técnicos e financeiros).
- Comunicação ineficaz.
- Fraca relação entre os objetivos da estratégia empresarial e os objetivos do programa *Lean* implementado.
- Visão parca do conceito *Lean* somente como um conjunto de ferramentas ou técnicas.
- Escolha inadequada das ferramentas utilizadas.

Cabe aos líderes dos processos passar responsabilidades para os seus colaboradores por forma a explorar as suas ideias e fomentar um ambiente de melhoria contínua (Dombrowski & Mielke, 2014).

3. Caracterização da empresa

A Renault Cacia, onde será realizado o projeto em análise, encontra-se inserida no Grupo Renault. Este grupo é constituído atualmente por cinco marcas (“Renault Cacia - Organização,” 2019):

- Renault
- Dacia
- Alpine
- Renault Samsung Motors
- Lada

Com vista à expansão internacional, o grupo mantém as cinco de forma a dar resposta a vários clientes em diferentes mercados, estando presente em vários países (Figura 7).



Figura 7 - Mapa-mundo da localização das fábricas do Grupo Renault

3.1. Apresentação da empresa

Em atividade desde 1981, a Renault Cacia tornou-se conhecida pela produção de órgãos e componentes para a indústria automóvel, sendo parte das 39 fábricas do Grupo Renault. A fábrica (Figura 8) encontra-se num importante centro industrial de Portugal, Aveiro, que permite o dinamismo da indústria na região e contribuições elevadas para os índices de desenvolvimento económico (APW - Sistema de Produção da Aliança, 2015).

A visão da empresa passa a ser, após a coligação estratégica, que a Renault Cacia seja a referência nas fábricas mecânicas a nível da Aliança pela competitividade dos seus produtos, excelência da equipa humana, por forma a assegurar o futuro industrial da organização (“Renault Cacia - Visão E Estratégia,” 2019).

Desta forma, o mais importante passa para atingir esta visão, passa por aplicar os princípios da *Renault Way*. Este conceito reflete os cinco princípios de ação, que visam que todas as fábricas do grupo trabalhem com os mesmos pilares (“Renault Way,” 2019):

- Pensar sempre no cliente;
- Dar o seu contributo;
- Falar verdade;
- Aprender no dia-a-dia;
- Fazer simples.

Todos estes pontos contribuem para o crescimento da Renault Cacia e aumento de prestígio perante o Grupo Renault.



Figura 8 - Vista aérea da Renault Cacia

A Renault Cacia possui vários departamentos que visam abordar diferentes áreas, todas elas necessárias para atingir a estratégia estabelecida. Existem, então, os seguintes departamentos:

- Caixa de Velocidades
- Componentes Mecânicos
- Técnico
- Engenharia
- Informática
- Logística
- Qualidade
- APW
- Recursos Humanos
- Compras e Financeiro

No caso dos departamentos destinados à fabricação, estes encontram-se estruturados por *ateliers*, designados por AT, que se encontram divididos consoante as

famílias de componentes produzidas. O projeto a ser desenvolvido encontra-se inserido no departamento de componentes mecânicos (DCM), mais precisamente no Serviço de Progresso Contínuo, que procura dar suporte a projetos transversais de melhoria contínua em toda a fábrica. O DCM encontra-se estruturado da seguinte forma (Figura 9):

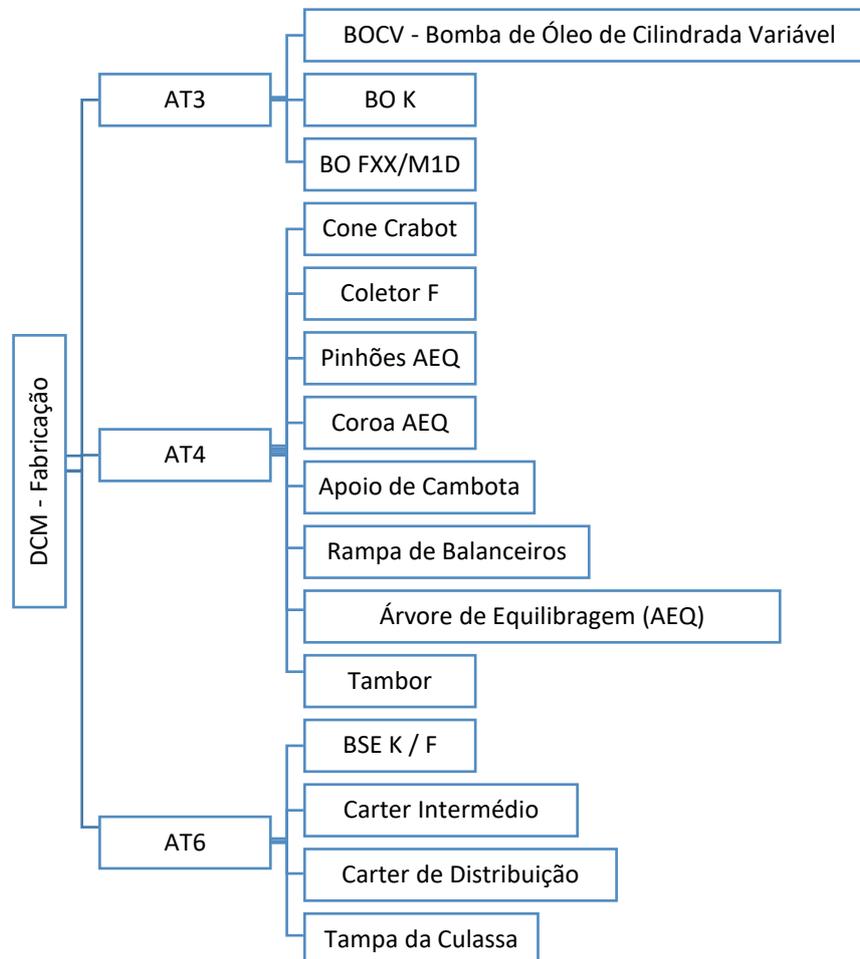


Figura 9 - Produtos produzidos em cada atelier do Departamento de Componentes Mecânicos

3.2. Etapas de produção

A fábrica de Cacia possui dentro de portas todas as etapas de produção para as caixas de velocidades e árvore de equilibragem, representadas na Figura 10. Todos os outros componentes produzidos passam pelos passos de entrega de peças em bruto, maquinação, tratamento térmico, retificação e entrega de peças fornecedores.

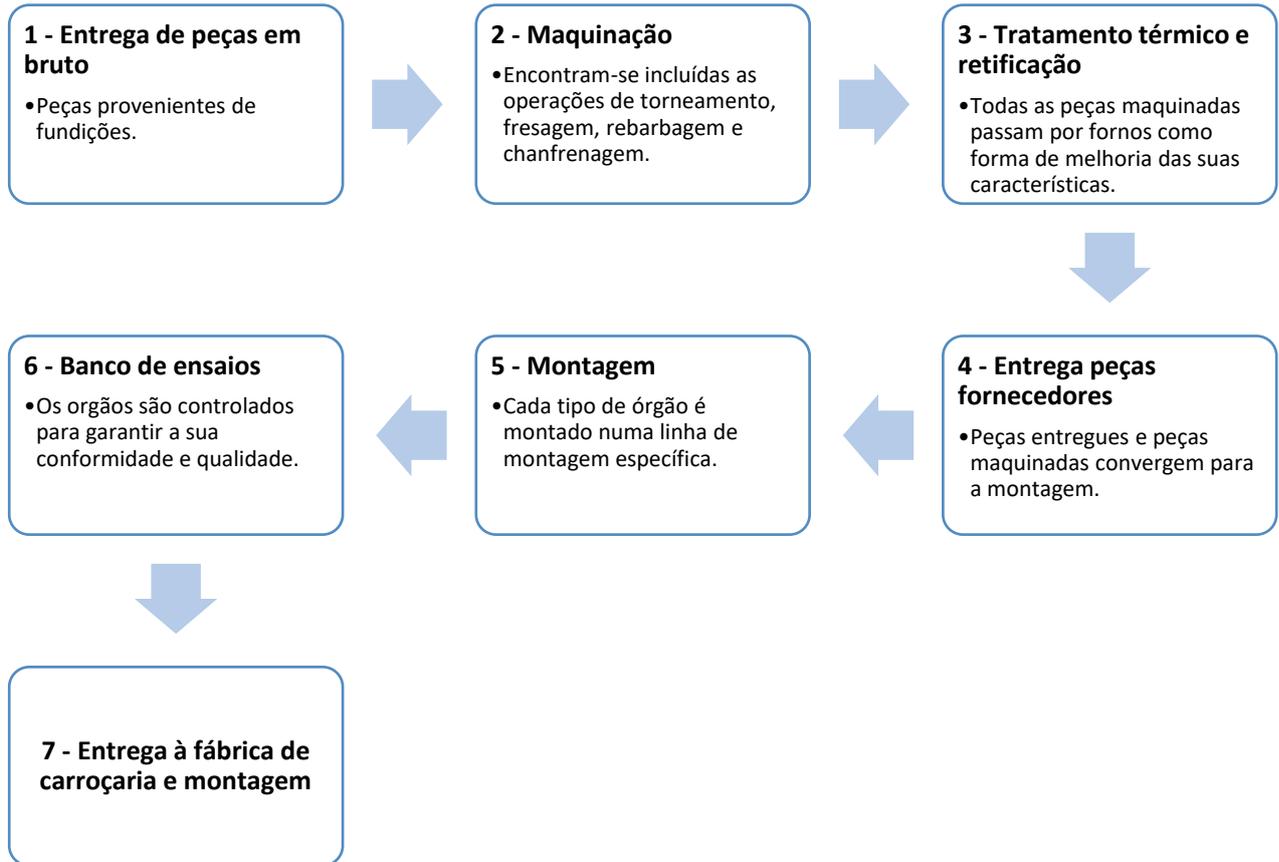


Figura 10 - Etapas produtivas presentes na Renault Cacia (adaptado de um documento interno da Renault Cacia 2019)

Inserindo os objetos de estudo no fluxo produtivo da fábrica, estes encontram-se inseridos no DCM, e passam pelas etapas de entrega de peças em bruto, maquinação, tratamento térmico e retificação e entrega de peças às fábricas cliente da Renault Cacia.

Na cadeia interna da organização, um colaborador pode ser integrado em seis grandes funções (APW - Operations Control, 2015):

- **Maquinação**

A missão essencial de um operador de maquinação é garantir a transformação das peças brutas, dando-lhes forma consistente. Esta função requer domínio e conhecimento de máquinas e ferramentas com vista a assegurar a qualidade, custo e prazo.

- **Montagem**

Após a maquinação dos componentes, o operador de montagem efetua as operações de montagem, respeitando sempre os modos operatórios. Devido à variedade e diversidade de produtos, a flexibilidade das linhas de produção torna-se um aspeto fulcral na empresa.

- **Logística**

A função da Logística passa por programar e coordenar os fluxos de aprovisionamento, os programas de fabricação e as expedições, com o objetivo de satisfazer clientes os clientes em quantidade, diversidade e prazo.

- **Qualidade**

A principal função da Qualidade é produzir conforme, respeitar os modos operatórios e garantir que o produto que chega ao cliente é irrepreensível. Esta missão transfere-se dos membros da Qualidade para todos os outros da fábrica.

- **Engenharia**

A montante e durante todos os projetos em curso na Renault Cacia, a Engenharia define e faz evoluir os produtos e processos de fabrico de uma peça ou órgão.

- **Manutenção**

A missão da manutenção consiste em garantir a performance dos meios de fabrico através da disponibilidade dos equipamentos produtivos, dinamização das manutenções preventivas e acompanhamento dos desvios de processo (análise de perdas).

Todas estas funções em sinergia são o caminho para a melhoria contínua pretendida para a organização Renault Cacia.

3.3. APW – Alliance Production Way

Fruto da aliança consumada com a Nissan em 1999, o sistema de produção tornou-se transversal a todo o grupo, formando-se o APW – Alliance Production Way. Consistiu na fusão entre o Nissan Production Way (NPW) e o Sistema de Produção Renault (SPR) - Figura 11.

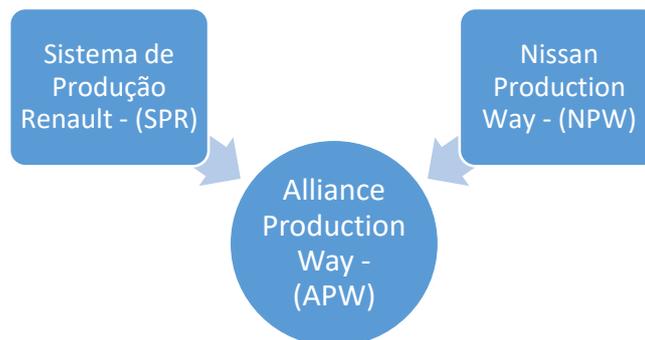


Figura 11 - Fundamentos do APW (APW Mainbook Renault, 2015)

O grande objetivo da implementação deste sistema de produção foi melhorar a performance de ambas as empresas, englobando um conjunto de boas práticas e abordagens industriais (APW - Sistema de Produção da Aliança, 2015):

O APW engloba os seguintes vetores:

- **Objetivo:** melhorar a rentabilidade e a competitividade da empresa de modo sustentável e construir o melhor sistema de produção.
- **Características:** sincronização permanente com o cliente e identificação permanente dos problemas e aplicação de soluções robustas.
- **Princípios essenciais:** valorização dos homens e consciência ambiental.

A aplicação do APW supõe padronização de práticas em todos os membros da Aliança, sendo que em 2016 se juntou a Mitsubishi para esta aliança estratégica, objetivando no caminho para a liderança a nível do mercado automóvel.

No âmbito deste sistema de produção surgem ferramentas utilizadas em toda a empresa, tendo sido abordadas as expostas seguidamente.

3.3.1. Observação do Posto de Trabalho

A observação do posto de trabalho, OPT, encontra-se inserida no sistema APW da Renault, e visa identificar e analisar problemas de tempo de ciclo, ergonomia, custos e segurança em qualquer posto de trabalho existente na organização. É pretendida a verificação do respeito pelo padrão definido, por forma a garantir a qualidade. Além disso, surge como necessidade de identificação de fontes de valor não acrescentado com vista a melhorar o desempenho do posto. Segundo o APW, existem cerca de três ocasiões para se realizar uma OPT:

- 1) **OPT planeada:** sempre que se encontra programada.
- 2) **OPT natural:** sempre que os membros do AT em questão considerem pertinente.
- 3) **OPT desencadeada por um evento:** sempre que um problema surge num posto.

Uma OPT deve ser planeada por forma a fazer a seleção de informações úteis a reter, definição de prioridades e planificar quando as observações irão decorrer. Deve também ser preparada tendo em conta os padrões definidos pela Renault relativamente ao processo. Desta forma quem efetua a OPT possui termo de comparação e estará apto a concluir relativamente à existência de um problema. Qualquer desvio do valor suposto representa um problema e deve ser um alerta para os responsáveis do posto de trabalho.

Após serem retiradas conclusões com a observação efetuada, o responsável pelas mesmas deve, se necessário, ser o piloto de um plano de ações. No caso de este passo ocorrer, também o APW contém um método para abordagem a resolução de problemas, que passa pela elaboração de um QCStory.

3.3.2. QCStory

O QCS, vulgarmente designado como QC Story na Renault Cacia, representa uma metodologia para resolução de problemas, através de etapas que permitem o desdobramento e análise profunda do que pode ser a causa e de que forma se pode chegar à sua mitigação.

Na organização em estudo, qualquer interveniente das várias áreas que detete um problema está apto a realizar o procedimento em questão. Contudo, importa primeiro ter conhecimento de que um problema existe quando há o desvio entre uma qualquer situação desejada e a observação real. Identificada a situação, é recomendado pelo APW, o seguimento das etapas expostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Etapas do QC Story e correspondência com a etapa do ciclo PDCA

Etapa	Descrição	Etapa do ciclo PDCA
Escolher o tema	Identificar o problema e verbalizá-lo.	Plan (Planear)
Explicar as razões da escolha	Explicar a importância e urgência do problema.	Plan (Planear)
Compreender a situação atual	Quantificar as diferenças entre a situação atual e o padrão.	Plan (Planear)
Escolher os objetivos	Precisar o objetivo a alcançar e criar o plano de atividade para resolver o problema.	Plan (Planear)
Analisar	Encontrar as causas raiz do problema.	Do (Fazer)
Aplicar as medidas corretivas	Definir as ações para erradicar as causas raiz e aplicá-las.	Do (Fazer)
Confirmar os efeitos	Confirmar se o objetivo foi alcançado.	Check (Verificar)
Padronizar	Implementar os procedimentos necessários.	Act (Agir)
Sintetizar e planificar as ações futuras	Fazer o balanço e planificar ações futuras.	Act (Agir)

Passando à prática desta metodologia, é necessário saber de antemão que a documentação e implementação rigorosa de cada uma das etapas garantem a erradicação do problema. O procedimento deve integrar etapas com lógica de execução e pertinentes para a organização.

Com este método em curso, não devem ser efetuadas especulações, sendo que, qualquer convicção de que exista um desvio do padrão, tem de ser comprovada com dados reais extraídos do terreno.

Adicionalmente, devem ser utilizadas as ferramentas base da Qualidade, com o intuito de mostrar os dados e analisar de forma mais fácil e intuitiva. Fica a tônica de que o procedimento do QC Story deve ser utilizado tantas vezes quantas necessárias, tendo de ser sempre em equipa.

3.3.3. Indicadores de performance

Não sendo possível provar que um problema existe sem comparar o estado objetivo e o real, torna-se necessário o usufruto de indicadores de desempenho. Estes são dados quantificadores que medem a eficácia de um sistema relativamente a uma regra, um plano ou objetivo, sendo sempre debatido e inserido no âmbito da estratégia global da empresa (Courtoius et al., 1997).

Na organização onde se encontra o problema em estudo, são utilizados na área de fabricação, dois indicadores cuja função é espelhar o funcionamento de cada linha de produção.

O Rendimento Operacional (RO) resulta do quociente entre as peças produzidas e as peças planeadas (Equação 1). Este demonstra se a linha em análise produz de acordo com os objetivos, sendo que, quando existem valores fora do definido, são documentadas as causas de Não Rendimento Operacional (NRO). As causas para este último parâmetro visam justificar o porquê de não terem sido alcançadas as metas propostas. Todos os valores de RO são sabidos pelos membros das várias linhas de produção e encontram-se contratualizados, variando assim os valores ao longo do tempo conforme acordado.

Equação 1- Fórmula de cálculo do indicador Rendimento Operacional (%)

$$RO = \frac{N^{\circ} \text{ peças produzidas}}{N^{\circ} \text{ peças planeadas}} * 100 (\%)$$

O indicador NSTR representa a relação entre o total de defeitos ocorridos e a produção total diária (Equação 2), surgindo em partes por milhão (ppm). Tal é utilizado diariamente e serve como forma de calcular o impacto de cada defeito na linha de produção.

Equação 2 - Fórmula de cálculo do NSTR (ppm)

$$NSTR = \frac{N^{\circ} \text{ de defeitos}}{N^{\circ} \text{ de peças produzidas}} * 10^6 (ppm)$$

3.3.4. Lista Única de Problemas (LUP)

A LUP surge como uma tabela onde são expostas anomalias presentes na linha de produção (Anexo VI). O principal objetivo foca-se em corresponder cada problema a ações

corretivas, levando então à análise da causa raiz e posterior solução. Este documento deve ser preenchido em conjunto, com uma equipa multidisciplinar, e as ações devem ser analisadas, validadas e acompanhadas. Devem ser preenchidos os campos do tema, zona da anomalia, descrição da mesma, ações a realizar, responsável e prazo (Figura 12).

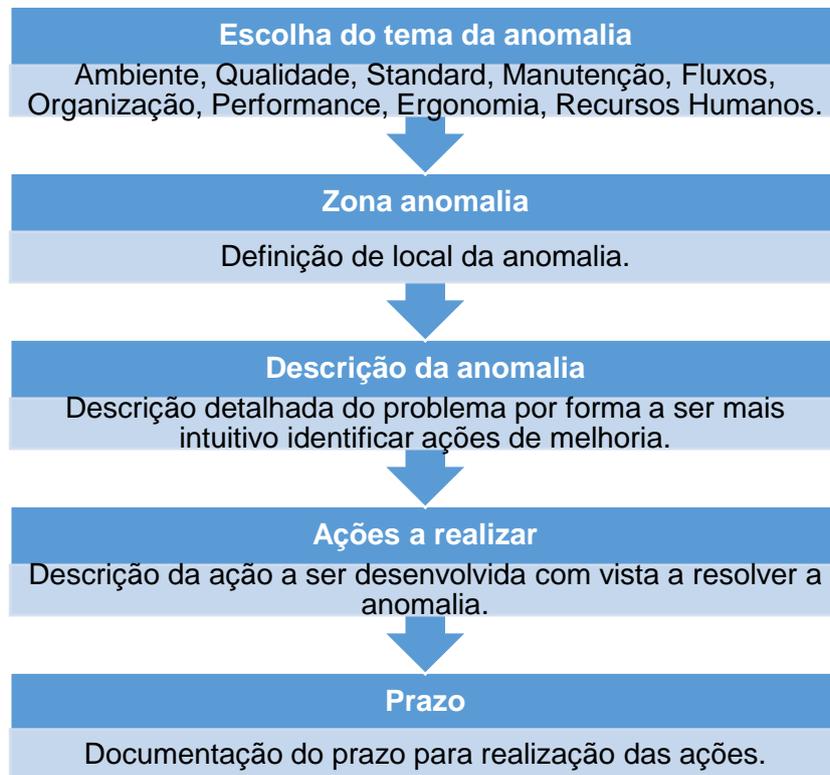


Figura 12 - Sequência de preenchimento da LUP

Após preenchimento da LUP, surge a fase de acompanhamento do avanço de cada ação (Tabela 3). Esta etapa serve para controlo das ações e constatação de cumprimento de prazos, tornando-se útil para identificação quer de obstáculos, quer de fluência e eficácia de implementação de ações. Tudo o que derivar da LUP deve ser garantia de que os mesmos problemas não voltam a ocorrer.

3. Caracterização da empresa

Tabela 3 - Estados do avanço das ações da LUP de acordo com o ciclo PDCA

Avanço (%)	Correspondência ao ciclo PDCA
25% - Ação em estudo, mas não iniciada.	
50% - Ação iniciada, mas não concluída.	
75% - Ação em conclusão, com falta de ajustes finais (documentada e standards OK).	
100% - Ação concluída na totalidade e fiabilizada.	

4. Estudo Prático

4.1. Definição do problema

Com o intuito de obter vantagem competitiva, qualquer organização deve almejar produzir mais e melhor, sabendo antecipadamente o que agrega valor ao processo produtivo. Como tal, produzir defeitos ou reprocessar componentes não é de todo uma boa prática para quem queira seguir no caminho do objetivo antes exposto.

Por forma a explorar o objeto de estudo, em ambos os casos práticos, a metodologia adotada foi semelhante. Existiu desde início a preocupação constante de estar em contacto com todos os intervenientes, no que diz respeito quer a problemas existentes na linha de produção quer a outros fatores que prejudicassem os resultados produtivos.

Após integração na empresa, foi efetuada a análise dos vários indicadores utilizados na organização, sendo então selecionados os mais pertinentes para o caso em questão. Além disto, foi considerada uma forma intuitiva e fácil de registo de dados para os cálculos dos mesmos, todos eles necessários para acompanhamento de performance das linhas de produção.

Para tal, foram criadas folha de verificação, preenchidas pelos operadores, para que também eles acompanhem o desenvolvimento produtivo. Com este método, encontram-se aptos a analisar como pode uma alteração operacional ou intervenções de manutenção mais frequentes, terem impacto no resultado. Além disso, é notável maior preocupação por parte dos mesmos, para que as não conformidades sejam mitigadas. Tal método foi replicado para as duas linhas produtivas em estudo.

Desta forma, o principal problema passou por constatação de desperdícios e desvios do padrão estabelecido pela organização, pelo que, em cada caso estudado foram elaborados planos de melhoria para combate a estas questões.

4.2. Caso de Estudo A - Análise de Fugas Falsas nas peças maquinadas

Com o intuito de encarar o problema com a filosofia de acompanhamento no chão de fábrica, foram efetuadas várias observações no terreno e entrevistas com os colaboradores. O objetivo principal pautou-se por identificar, numa primeira análise, os principais sinais de desperdício e oportunidades de melhoria presentes na linha de produção.

No caso da produção do Carter de Distribuição (*Figura 13*) ocorre a rejeição de várias peças por dia, levando a perdas de tempo elevadas, bem como matéria prima que

poderia ser processada em detrimento de retrabalho. É sabido que o fabrico de defeitos representa um desperdício para qualquer sistema (Liker & Meier, 2006).

Analisando o processo de uma forma geral, é possível verificar que a rejeição ocorre na fase do teste de estanquidade. Este possui dois circuitos: alta e baixa pressão, cujo objetivo dos mesmos é ejetar uma massa de ar predefinida para a peça e verificar se não existem fugas que comprometam a qualidade final do Carter. Ora, quando ocorre rejeição, estas são reencaminhadas para o tapete de peças NOK e aguardam para serem repassadas, como forma de garantia de defeito. Ocorre fuga quando, resultam do teste valores de alta pressão superiores a 3,6 cm³/min e baixa pressão superior a 12 cm³/min, com teste a injetar ar com pressão a 1 bar.

Sempre que se inicia o processo de produção ou há suspeita de haver algum problema relativamente à estanquidade do carter, é efetuado um teste à “peça azul”. Esta serve como referência para se averiguar que esta fase do processo se encontra conforme os padrões. Caso estes se encontrem fora dos valores de vigilância, o procedimento é o seguinte:

1. Limpeza do posto de estanquidade e verificação do estado de conservação das juntas e vedantes;
2. Verificação do estado da peça azul e ausência de choques nas faces para estanquidade;
3. Verificação do estado dos pontos de manutenção;
4. Repassagem da peça azul;
5. Se o problema se mantiver, alertar CUET e efetuar ordem de trabalho para intervenção da equipa de Manutenção.

A conformidade do teste de estanquidade é de extrema relevância nesta fase do processo, visto que representa garantia de qualidade para o cliente.



Figura 13 - Carter de Distribuição

No início do estudo verificava-se, ainda sem registos de dados, a presença elevada de peças no tapete NOK (Figura 14), bem como a necessidade de colocar os Carters, em caixas para o efeito, ao lado da linha de produção, estando num buffer a aguardar a sua reintrodução no processo.

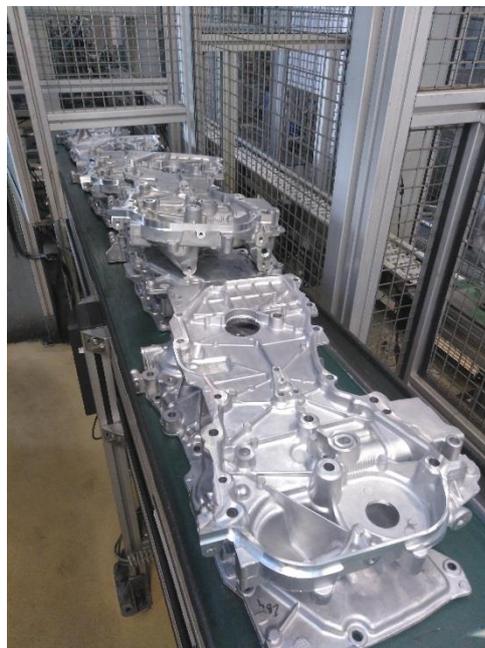


Figura 14 - Peças em espera no tapete NOK

O problema era comprovado pelo número elevado de aprovações após as peças estarem em espera, sendo que tal levantou um alerta no que toca a retrabalho e desperdício intrínsecos.

Com o intuito de procurar mitigar o problema existente, o estudo foi planeado da seguinte forma:

1. Descoberta e conhecimento do processo;
2. Evidência da existência de um problema;
3. Recolha de dados que corroborem a teoria de causa do problema;
4. Desenvolvimento de ações e aplicação, através da metodologia do ciclo PDCA;
5. Comparação do antes/depois.

4.2.1. Processo produtivo

Através de observações no terreno e entrevistas com os operadores, o processo foi mapeado com o intuito de perceber o que possa estar a desencadear o suposto problema, bem como selecionar qual a fase do processo que deve ser o foco da análise.

De acordo com o mapeamento efetuado por forma de um fluxograma (Anexo I) é possível perceber o fluxo que a peça tem ao entrar na linha de produção caso todos os passos estejam conformes. Primeiro surge o abastecimento das peças em bruto às 11 unidades de maquinação, sendo que, quem efetua esta tarefa é o operador. Segue-se a maquinação em si que inclui fresagem, furação, desbaste de furos e mandrilagem, seguindo-se o duche dado com óleo de corte à peça, tarefa esta efetuada pelo mesmo operador que abastece a máquina.

A etapa final contém lavagem e secagem na máquina de lavar (MdL), teste de estanquidade, DataMatrix (colocação etiqueta identificativa da peça – Figura 15). Todas estas fases são efetuadas por máquinas, sem intervenção humana, sendo que o transporte do circuito da MdL para as mesas de estanquidade, é efetuado por meio de um robot. Após, é então realizado o controlo final por um operador, seguindo-se o embalamento nas caixas para o efeito.



Figura 15 - Local da etiqueta de DataMatrix no Carter

No que diz respeito ao processo de maquinação, prevê-se que apenas funcionarão 5 unidades de maquinação em agosto de 2019, sendo que as restantes serão alocadas à produção de outro componente. Desta forma serão aproveitados recursos existentes na fábrica e será colmatada a quebra de pedidos das empresas clientes previstas para o Carter de Distribuição (Tabela 4).

Tabela 4 - Recursos presentes na linha de produção do Carter de distribuição

Processo	Recursos
Maquinação	11 Unidades de maquinação DMG Mori 2 Operadores
Lavagem e Secagem	1 Máquina Rosler de lavagem e secagem
Teste de estanquidade	2 Mesas de estanquidade
Controlo Visual	1 Operador
Suporte à linha de produção	1 Operador – Condutor de linha

O Carter poderá seguir dois caminhos **caso seja rejeitado no teste de estanquidade**:

- Se for a primeira vez que a peça é rejeitada, efetua-se a repassagem da mesma.
- Caso seja a segunda vez que a peça é rejeitada, significa que a fuga é verdadeira (derivada do molde) e é reencaminhada para o SQF, onde será avaliado se o problema surge de maquinação efetuada no fornecedor ou na Renault Cacia.

No caso do controlo visual são analisados defeitos não detetados pela fase do teste de estanquidade. A presença de poros ou falta de material origina a colocação da peça num contentor para o efeito, que fica então ao encargo do SQF. Tal se justifica, pois, estes defeitos, são originários da pré-maquinação efetuada anteriormente à entrada da peça na linha de produção.

4.2.2. Análise da causa raiz

Para se perceber a causa provável de falsas rejeições, além das entrevistas e contacto constante com os operadores, efetuou-se uma análise de 5 porquês, como ferramenta de auxílio para se descobrir a uma causa provável do problema. A mesma foi escolhida pela sua simplicidade e encontra-se descrita na Tabela 5.

Tabela 5 - Análise dos 5 Porquês efetuada relativamente ao problema de rejeição de carters

Porquê nº 1: Por que são rejeitados os Carters?
Porque se encontram dilatados.
Porquê nº2: Por que estão dilatados?
Porque o material da peça apresenta um comportamento que leva à sua dilatação.
Porquê nº 3: Por que se encontra o material com este comportamento?
Porque a temperatura da peça se encontra superior ao <i>standard</i> .
Porquê nº 4: Por que está a temperatura elevada?
Porque a MdL está a sobreaquecer os Carters.
Porquê nº 5: Por que razão a máquina sobreaquece as peças?
As turbinas de secagem encontram-se a trabalhar em esforço e dissipam calor para as peças ao invés de o fazer para o ambiente envolvente.

Através da análise efetuada ficou claro qual o ponto de principal foco no processo: a máquina de lavar. Posto isto, tornou-se necessário recolher informação relativamente ao equipamento e os parâmetros de funcionamento do mesmo. Esta etapa encontra-se descrita na secção 3.1.3. *Recolha de dados*.

4.2.2.1. Máquina de Lavar

Em conjunto com membros da equipa de engenharia, foi efetuada a familiarização com o equipamento e toda a explicação do seu funcionamento. Assim, foram analisados todos os documentos de suporte técnico e recomendações do fabricante de como colocar a máquina de acordo com o estado de origem. Tal serviu de base para comparação entre os parâmetros de funcionamento estabelecidos e os reais.

O equipamento em questão efetua os seguintes subprocessos (Figura 16), sendo que, não é possível controlar a temperatura do ar extraído do ambiente envolvente para ser efetuada as secagens geral e posicionada.



Figura 16 - Processos ocorridos no interior da MdL

Segundo membros da equipa de engenharia, o ideal seria a replicação de outra máquina presente na organização, onde o sistema possui ventiladores ao invés de turbinas, onde estas se encontram em contacto com a atmosfera envolvente (Figura 18).



Figura 17 – Habitáculo com turbinas de secagem e sistema de extração do ar da MdL



Figura 18 – Estrutura aberta de ventiladores

No caso da linha do Carter de distribuição, o sistema de secagem das peças encontra-se num habitáculo fechado e a ventilação é efetuada através de uma ventoinha de difícil acesso (Figura 17). Além disso, a temperatura de secagem não tem forma de ser medida sem serem abertas as portas laterais da MdL, representando um obstáculo ao seu controlo.

A sua limpeza implica que a MdL esteja desligada, algo que apenas ocorre em alturas de maiores paragens, sendo um problema claro nesta linha de produção. Esta constatação fundamenta a hipótese clara de aumento de temperatura do equipamento,

algo que se verificou na recolha de temperatura de saída das peças da máquina em questão.

Posto isto, e analisando as previsões efetuadas, estas sugerem que a linha terá um decréscimo acentuado de procura no mês de agosto de 2019. Como tal, a hipótese de investimento na mesma, para troca do sistema de secagem das peças, foi automaticamente colocada de parte. Desta forma, o procedimento a ser seguido terá de ser adaptado à fase do estado de vida do produto.

4.2.3. Recolha de dados

De acordo com a existência de medidas corretivas e de melhorias nos produtos, processos e procedimentos, estas sustentam todo o funcionamento de um sistema (Pires, 2016). Ao não existirem medidas deste cariz, significa que o processo não se encontra sob controlo, nem se encontram a ser acompanhadas questões anormais no mesmo.

A recolha de dados possuiu como principal objetivo basear quer a pertinência da resolução de um problema, quer a sua utilização como material comparativo relativamente ao estado inicial e estado pretendido (Pires, 2016). Auxilia, igualmente como prova da existência de um desvio do padrão estabelecido. Em qualquer recolha de dados é necessário existir planeamento e garantia de que esta tarefa é efetuada de forma cuidadosa e precisa (Rosa et al., 2014).

Nesta etapa do projeto, surge a importância da comprovação de um qualquer problema. É desnecessário resolver um desvio do *standard*, gastando recursos, se o mesmo não existe. Segundo Pires (2016) surgem objetivos da recolha e tratamento dos dados de um processo com o intuito de resolver um problema:

- Determinar a eficácia de um número limitado de resultados de ensaios na estimação do verdadeiro valor de uma característica de um produto.
- Determinar o número de ensaios necessário à obtenção de dados que possibilitem retirar conclusões.
- Comparar os resultados de ensaios entre duas ou mais alternativas de conceção ou comparação dos resultados dos ensaios com os valores das especificações.
- Planear experiências para determinar se a influência de um parâmetro é significativa no desempenho de uma característica.
- Determinar relações quantitativas entre uma ou mais variáveis.

É de salientar que antes do início do projeto não existia a recolha do número de peças repassadas por dia, sendo que se verificava impossível provar a existência de uma anomalia e desperdício intrínsecos. Os valores reunidos foram os listados abaixo e possuem pertinência de acordo com a sua influência no processo.

- 1) Temperatura das peças após a máquina de lavar no **início** do caso prático. O mostrador do termómetro encontra-se apresentado na Figura 19.



Figura 19 - Recolha de temperatura do Carter de Distribuição à saída da MdL

- 2) Tempo em fila de espera entre a máquina de lavar e o teste de estanquidade (consoante a velocidade do robot de transporte entre a máquina de lavar e as mesas de estanquidade). Esta recolha foi útil para perceber se o tempo de espera altera a temperatura das peças antes de serem testadas.
- 3) Pressão de secagem e lavagem.
- 4) Temperatura de lavagem geral e posicionada.
- 5) Número de peças repassadas, ou seja, peças que seguem para o tapete de peças NOK e são introduzidas de novo no processo. Este parâmetro foi registado diariamente pelos operadores numa folha de verificação e serviu para acompanhamento do processo (Anexo IV).
- 6) Produção diária e mensal para cálculo dos indicadores de NSTR e RO.

Tendo em conta a análise destes dados, importou perceber de que forma o processo se comportava, e procurar aumentar a sua performance. Para um problema ser identificado, é útil ser compreendido a necessidade de existência de padrões, e que qualquer desvio deve levantar um alerta para existir uma intervenção por parte dos responsáveis. Desta forma, a recolha dos dados permitiu detetar em que fase do processo poderia estar associado um problema.

Relativamente aos parâmetros da MdL, foi efetuado um levantamento por forma a comparar aqueles que o fornecedor do equipamento colocou no manual técnico, valores que surgem nos documentos internos da Renault Cacia e os valores existentes no terreno (Tabela 6).

Tabela 6 - Balanço e comparação dos parâmetros existentes relativos à MdL

Designação	Standard do fornecedor KMO	Standard da Renault (FOS_PMA_PMP)	Real Terreno
Temperatura lavagem geral	40 ± 5 °C	35 ± 10 °C	39 °C
Temperatura lavagem posicionada	40 ± 5 °C	35 ± 10 °C	38 °C
Temperatura água de entrada	18 ± 2 °C	Não definido.	Não é possível medir.
Pressão de lavagem geral	4 ± 1 Kg/cm ²	4 ± 1 Kg/cm ²	3,5 Kg/cm ²
Pressão de lavagem posicionada	20 ± 1 Kg/cm ²	20 ± 1 Kg/cm ²	21 Kg/cm ²
Pressão de ar (regulador)	6 ± 1 Kg/cm ²	6 ± 1 Kg/cm ²	5,5 Kg/cm ²
Pressão de ar (controlo por pressostato)	6 ± 0,5 Kg/cm ²	Não definido.	Não é possível medir.
Temperatura secagem geral	Ambiente	Ambiente	40°C
Temperatura à saída da máquina de lavar	Ambiente	ND	32 ± 3 °C
Temperatura de entrada da peça na estanquidade	20 ± 3 °C	Não definido.	27 °C

Comparando os parâmetros definidos pelo fornecedor, pela Renault e os do terreno, conclui-se que o grande alerta teria de ser a diminuição de temperatura, corroborando a suspeita inicial de tal fenómeno.

4.2.4. Desenvolvimento de ações e aplicação

Tendo em conta o passo efetuado anteriormente, e sendo constatado o aumento de temperatura, foi efetuado um procedimento de arranjo de um sistema de frio já existente na Renault Cacia, com o intuito de diminuir a temperatura das peças.

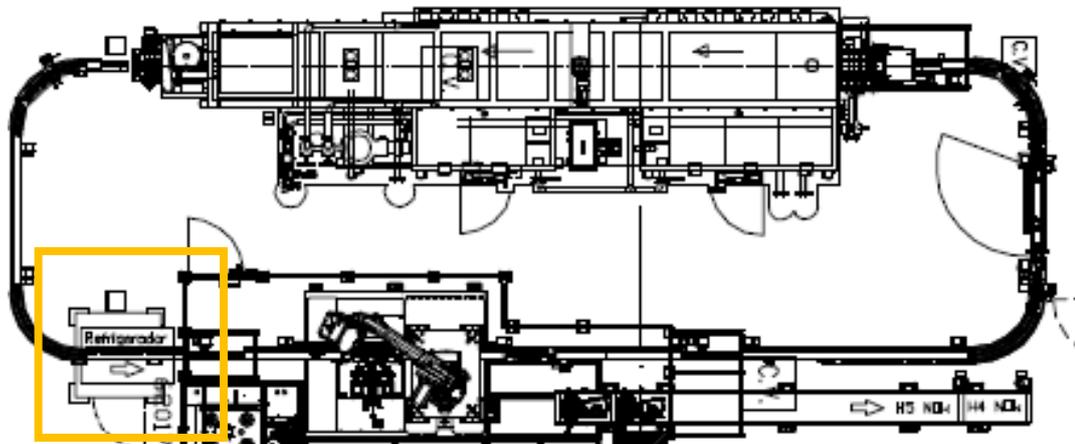


Figura 20 – Layout da linha de produção com o refrigerador incluído

A implementação da reengenharia não chega a ser prejudicial à qualidade. Ocorre o pensamento geral, de que a inserção de mudanças abruptas num sistema é suficiente para melhorar o processo. O grande problema incide na reincidência de ocorrência, e como tal, as melhorias devem ser consolidadas e controladas (Paladini, 2004).

Tendo esta noção de antemão, e derivado da fase anterior, ficou ao encargo da secção de Manutenção, realizar o pedido de introdução de um grupo de frio no processo. O mesmo foi inserido após a máquina de lavar e antes do teste de estanquidade (Figura 20).

4.2.5. Balanço do estado inicial e final

Por forma a corroborar qualquer melhoria verificada, foi necessário efetuar o balanço e comparação dos valores chave da linha de produção relativamente ao cumprimento da produção diária e diminuição de NSTR. O foco principal no início do estudo pautou-se na redução de fugas falsas, seguido do acompanhamento e controlo do processo. Foram recolhidos os dados de outubro de 2018 a fevereiro de 2019, tendo em conta obter uma visão geral e extensa da tendência de repassagem de peças na linha de produção.

Foi então efetuado o balanço do segundo mês de recolha, novembro de 2018, relativamente ao mês anterior, por forma a ser possível ter uma referência. É possível

constatar que o número de fugas falsas é instável e resulta num processo fora de controlo, onde o objetivo de RO não é cumprido (Gráfico 1).

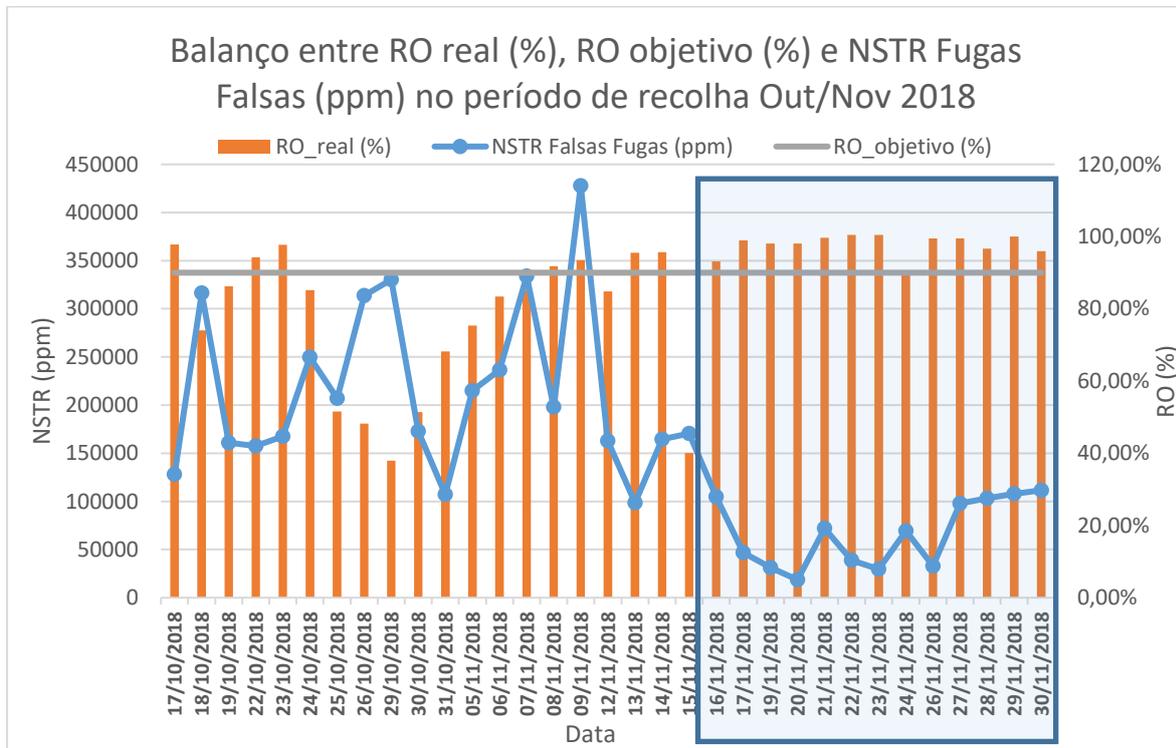


Gráfico 1 - Balanço entre RO real (%), RO objetivo (%) e NSTR Fugas Falsas (ppm) no período de recolha Out/Nov 2018

Após a inserção do grupo de frio no processo, a 16 de novembro de 2018, verificou-se a descida do NSTR e cumprimento do valor objetivo para o rendimento operacional (RO) de 90% por equipa, e consequentemente por dia trabalhado (Gráfico 1). Contudo, a partir do dia 26 de novembro os valores aumentaram. Tal pode ser justificado pelo aumento de 9 unidades de maquinaria para 11 a alimentar a MdL, resultando na saturação da linha de produção. Apesar deste fenómeno, não foi levantado nenhum alerta inicialmente, pois os valores de RO foram sempre iguais ou superiores ao objetivo de 90%.

Após ativação do sistema de refrigeração, o fenómeno de fugas falsas decresceu consideravelmente (Gráfico 1), todavia permaneceu no funcionamento da linha de produção. Posto isto, foi ponderado aumentar o tempo que a peça se encontra em espera, com o intuito de ter mais tempo para arrefecer antes de ser testada relativamente a fugas. Esta redução de velocidade foi aplicada ao robot que efetua o transporte entre o tapete da máquina de lavar e a ilha robotizada que contém as mesas de estanquidade, visto que o tapete possui velocidade constante.

Tal possuiu cerca de 3 velocidades experimentais: 80%, 30% e 25%, sendo que teoricamente deverá ser selecionada a que desencadear melhor performance e valores mínimos de fugas falsas, a nível de NSTR (Tabela 7). Todas as velocidades foram testadas com cerca de 11 unidades de maquinaria em funcionamento. Tendo em vista a diminuição de procura do Carter de Distribuição, uma nova experiência deverá ser levada a cabo para testar de novo o processo quando se encontrarem apenas 5 unidades de maquinaria a laborar, como se encontra previsto.

No caso específico desta linha de produção, torna-se útil existir tempo de espera entre estes processos. Não havendo outra solução imediata e derivado do comportamento do material da peça, esta necessita de arrefecimento. Contudo, tem de existir especial atenção relativamente ao facto de poder existir saturação de linha a montante do teste de estanquidade devido à baixa velocidade. Tal fenómeno necessitará de controlo e acompanhamento.

Tabela 7 - Resultados correspondentes à variação de velocidade do robot de transporte entre a MdL e ilha robotizada

Percentagem da velocidade do robot transportador e data da experiência	Tempo que a peça se encontra dentro do grupo de frio (s)	Tempo em fila de espera antes da estanquidade (s)	Fugas falsas no dia observado	NSTR (ppm)
80% (14/12/2018)	34	360	227	180 567
30% (04/01/2019)	48	480	57	27 636
25% (03/01/2019)	54	490	31	19 645

Existiu claro decréscimo de falsas fugas nos períodos de diminuição de velocidade, contudo os responsáveis do processo optaram por aumentar de novo a velocidade. Tal teve impacto imediato no processo subindo o número de repassagens por dia. O robot de transporte entre a estanquidade e o final do tapete da MdL, quando se encontra a 100%, resulta em valores indesejados no que respeita a falsas fugas. Tal não deveria ocorrer, sendo que o processo deve ter todas as suas fases constituintes a trabalhar na capacidade máxima.

A partir desta constatação, sugere-se que o grupo de frio tivesse sido adquirido com mais potência e capacidade de baixar mais a temperatura. Partiu-se do pressuposto de que, ao ser inserido na linha de produção, conseguisse alcançar o objetivo sem ser necessário alterar outros fatores no sistema, tais como a velocidade do robot de transporte.

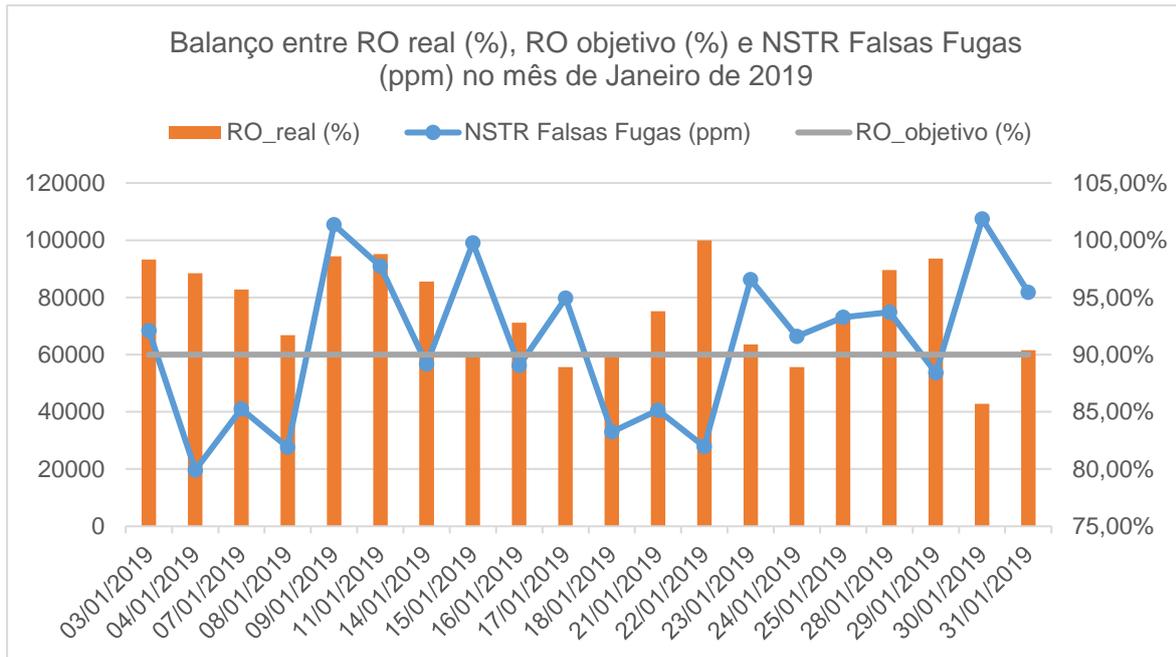


Gráfico 2 - Balanço entre RO real (%), RO objetivo (%) e NSTR Falsas Fugas (ppm) no mês de janeiro de 2019

Apesar do cenário ideal ser a ausência de retrabalho para os meses seguintes de observação, verificou-se em janeiro de 2019, uma evolução do processo com maior controle e valores de falsas fugas inferiores ao estado inicial do mês de novembro (Gráfico 2). Num mês com vinte dias trabalhados, apenas em dois o objetivo de RO não foi cumprido. O mesmo foi justificado por avarias de equipamentos, que resultaram na degradação do tempo de ciclo.

Fazendo então o balanço final, importa referir que o mês de dezembro apresentou um valor de NSTR fora do esperado. Tal pode ser justificado derivado de avarias na MdL, no que diz respeito aos transportadores. Devido ao seu mau funcionamento, as peças permaneceram mais tempo dentro da máquina, originando o seu sobreaquecimento ao longo de alguns dias na linha de produção. Após intervenção da manutenção, o comportamento de fugas falsas foi expectável, apresentando valores satisfatórios de NSTR para os restantes meses (Gráfico 3). Tal pode ser afirmado, pois o principal objetivo pautou-se por diminuir as fugas falsas desde o início do projeto e isto foi verificado.

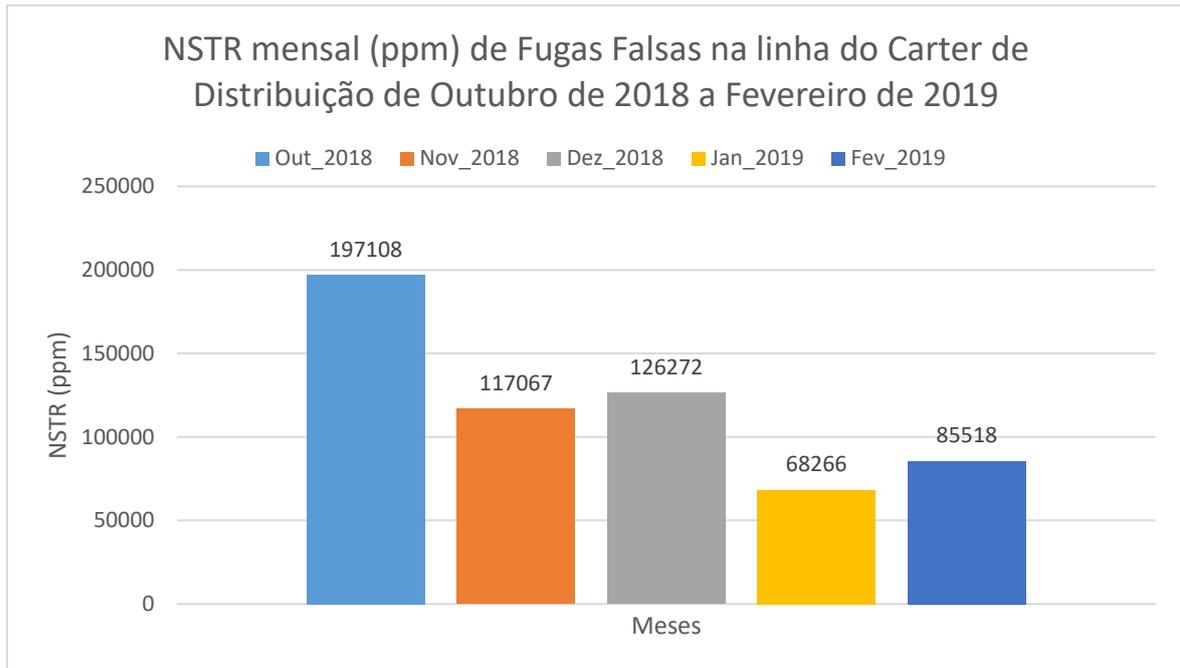


Gráfico 3 - NSTR mensal (ppm) de Fugas Falsas na linha do Carter de distribuição de outubro de 2018 a fevereiro de 2019

Importa então regredir a tendência do aumento verificado do mês de janeiro para fevereiro (Gráfico 3) e continuar a estudar novas formas de mitigação de outros problemas que daí possam advir. Além disso, é útil efetuar o controlo do processo no que toca a existência de picos de fugas falsas e casos aleatórios de não conformidades. Surge assim, uma oportunidade de trabalho futuro na Renault Cacia.

De nada será valorizado o estudo se os resultados não auxiliarem nem alertarem para um maior controlo do processo por parte dos responsáveis. Há que analisar a hipótese de o sobreaquecimento camuflar outra causa possível para a ocorrência de fugas falsas.

4.3. Oportunidades de melhoria - Carter Distribuição

Tendo em conta o principal objetivo do projeto, melhoria do processo, foram identificados desperdícios e oportunidades de melhoria para além do retrabalho evidente na linha de produção.

Relativamente à repassagem de fugas falsas, apesar de terem baixado drasticamente, continuam a ocorrer, levando a perdas desnecessárias de tempo e reprocessamento do produto. Levanta-se assim a questão de garantia de fiabilidade de todos as variáveis que contribuem para a existência de fugas falsas.

Surge desta forma uma oportunidade de melhoria no que diz respeito aos componentes que efetuam o teste de estanquidade. Tendo em vista a elevada performance

do processo, devemos ter a certeza de que todos os fatores se encontram conformes e de encontro aos parâmetros do processo.

Irão ser substituídos componentes de tamponamento com fixação efetuada através de fita-cola de dupla face para aparafusamento por forma a permitir maior firmeza e eliminação do deslize do componente, fenómeno verificado atualmente, sendo que o estado atual e o objetivo foram aglomerados em propostas de melhoria (Figura 21).

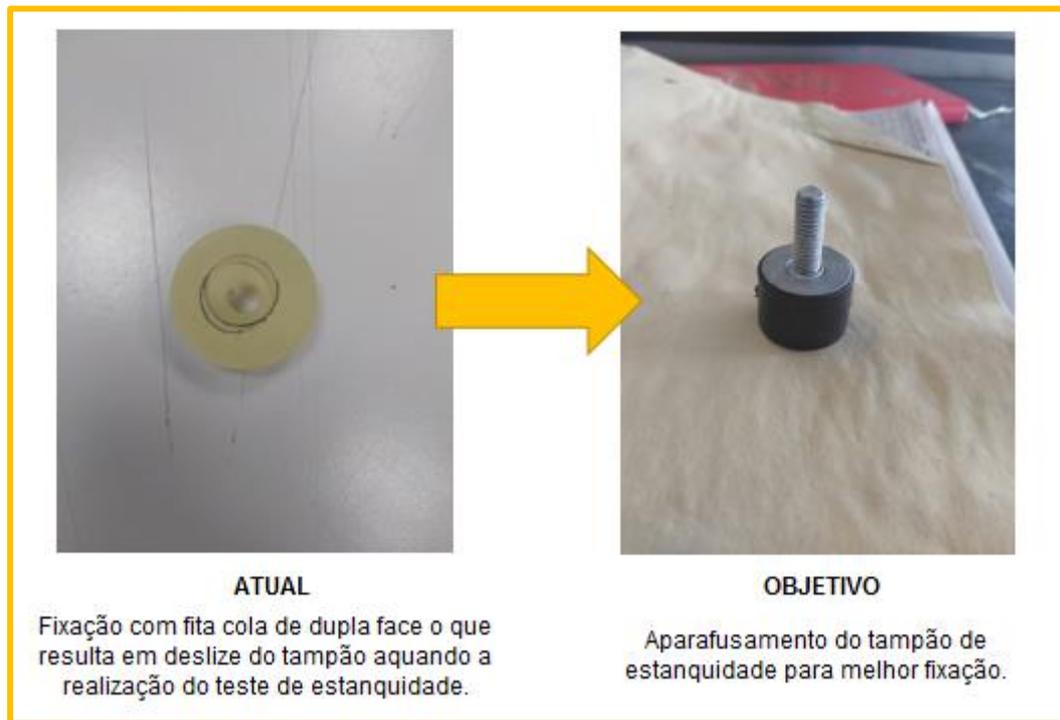


Figura 21 - Proposta de melhoria na borracha de tamponamento da estanquidade

Existe, à saída da MdL, um sensor cuja função é detetar a presença da peça com o intuito de permitir o seu avanço para o posto seguinte. No estado em que o sensor se encontrava no início do projeto, ocorria o caso de a peça já ter chegado ao fim da MdL mas não avançar devido à falta de sinal ou leitura incorreta. Tal resultava no aumento da fila de espera dentro da máquina e, como tal, a função de secagem da mesma continuava a incidir sobre a peça, contribuindo para a subida de temperatura da mesma. Como tal, este foi substituído (Figura 22).



Figura 22 - Comparação do antes de depois do estado de sensor da saída da MdL

Quando existe saturação de linha, ou seja, paragem no posto seguinte e consequente formação de fila de espera dentro da MdL, as peças continuam dentro da máquina, resultando na rejeição das primeiras 3 que saem desta fase do processo. Uma melhoria clara será reprogramar a máquina para que, ao haver paragem a montante da mesma, a secagem parar e apenas funcionar no tempo ciclo definido para o processo em questão.

Outro ponto crucial foca-se no cumprimento de normas e procedimentos dos documentos de suporte da linha de produção. Apesar de estarem expostos, várias vezes não são executados nem respeitados. No caso do estado de conservação de todos os componentes de tamponamento que efetuam o teste de estanquidade, tal procedimento encontra-se nos documentos de PMA, contudo não são efetuados derivado do curto espaço temporal disponível para ser efetuado um número elevado de tarefas. A ideia de que os procedimentos são para ser cumpridos, deve ser reforçada, bem como a garantia de que os operadores possuem todas as ferramentas necessárias para execução.

A nível de questões de implantação da linha de produção, limpeza e segurança, foram levantados e analisados os seguintes pontos:

a) Zona de maquinação

Após análise do estado atual da linha de produção e entrevistas aos colaboradores relativamente à zona de maquinação, foram levantados os seguintes problemas:

- A estrutura de suporte para o transporte, ou seja, a palete, com óleo de corte.
- Avarias do pórtico elevatório e dúvidas na forma de resolução das mesmas.
- Possibilidade de queda dos operadores, derivado do óleo que escorre das peças para o chão.
- Necessidade de empurrar as peças manualmente nas zonas em que os transportadores possuem portinholas de acesso à linha de produção.

Dentro destes pontos é claramente evidente a presença de óleo no chão e de paletes sujas. Tal representa um alerta para potenciais fugas em equipamento, questões de limpeza e falta de segurança para quem se encontra na linha de produção. Surge uma oportunidade de melhoria no que toca a descortinar a proveniência do óleo, sendo que poderá ser inteiro e resultar de fugas nas unidades de maquinação ou ser de corte e escorrer das peças quando são movimentadas em cima das paletes.

Na implantação da linha do Carter de Distribuição, Figura 23, verifica-se um sistema com dois transportadores um por cima do outro. O de cima encontra-se ao nível das unidades de maquinação e serve para colocar o Carter já maquinado. Ao ser aí colocado, segue para a máquina de lavar por meio de um pórtico de transporte. Após a pinça do transportador pegar na peça, a palete de apoio da mesma permanece no tapete até chegar ao elevador e ser transferida para o tapete de baixo.

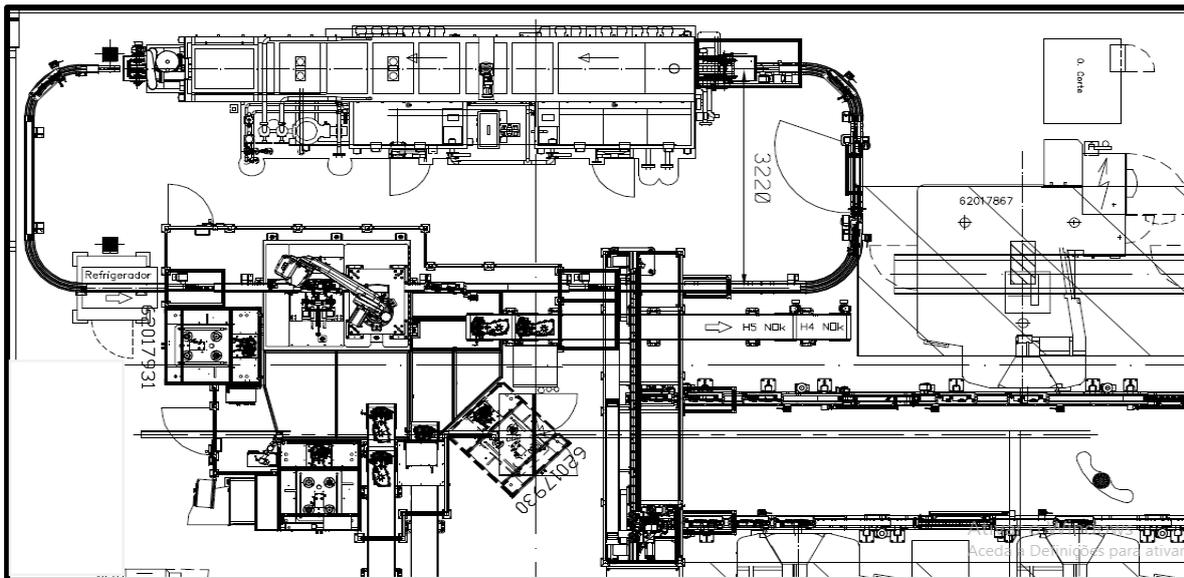


Figura 23 - Implantação atual com pórtico de transporte entre a zona de maquinação e a zona de lavagem

Na maquinação a peça é regada com óleo de corte com o intuito de retirar a limalha da mesma. Ao ser tirado o Carter maquinado e colocado no transportador de cima, o excedente do óleo acaba por cair tanto no tapete de baixo como no chão envolvente onde circulam os operadores (Figura 24). Este fenómeno representa um perigo de segurança e vai contra o princípio de 5 S's da Renault Cacia.

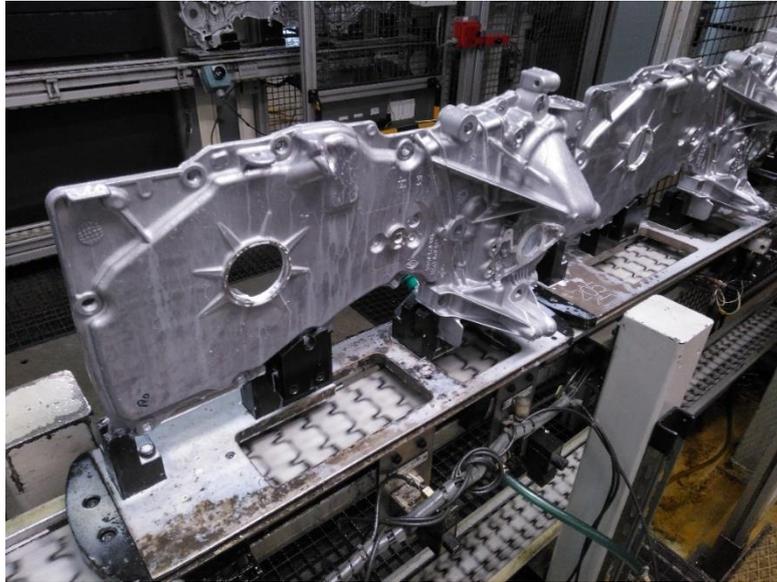


Figura 24 - Carter de distribuição no transportador

A proposta de melhoria, retratada na (Figura 25), tem os seguintes passos:

- Fechar o circuito através da eliminação do pórtico de transporte da peça da zona de maquinação para a MdL, unindo diretamente com um transportador.
- Retirar o tapete de baixo e os elevadores sendo que passam a ser desnecessários.

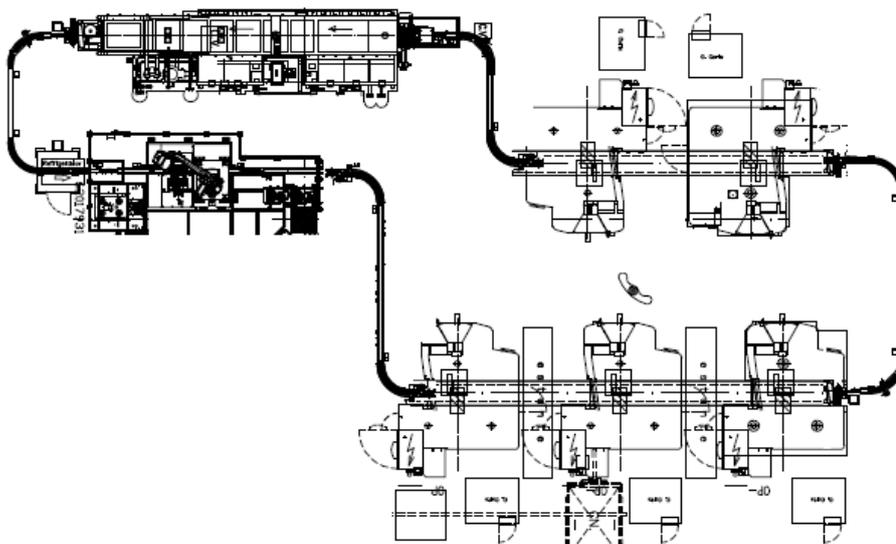


Figura 25 - Proposta de novo layout

Esta solução permite que o óleo de corte proveniente das peças esorra diretamente para as valas para esse efeito, resultando nos estrados mais limpos e seguros.

Adicionalmente, e sendo a proposta um circuito fechado, possibilitará que as paletes passem pela MdL sendo lavadas sempre que completam uma volta à linha de produção.

Relativamente à tarefa de empurrar a peça quando esta sai das unidades de maquinação, ao invés de apenas colocá-la no transportador, verificou-se a necessidade de troca das correias que permitem este movimento automaticamente (Figura 26).



Figura 26 - Transportador de peças

Estas, encontravam-se não conformes o que adiciona a tarefa de empurrar a peça para o posto seguinte. Desta forma, foi solicitado o arranjo deste sistema com o intuito de aumentar a comodidade do operador e para que a peça siga pelo transportador sem intervenção humana.

b) Grelhas colocadas no chão gastas e escorregadias.

Fruto do contacto com o terreno, verificou-se que os estrados onde os operadores se deslocam nas laterais das unidades de maquinação, se encontram gastos e com perigo de queda devido à falta de aderência (Figura 27). Esta ocorrência representa um problema de segurança para todos os intervenientes da linha de produção sendo que deve ser resolvida. Foi solicitada intervenção do serralheiro para substituição das grelhas por outras com superfície rugosa que permite maior aderência. Pelo que, o resultado esperado é um maior conforto e segurança para os operadores.



Figura 27 - Grelhas de acesso à linha de produção

c) Suportes de ferramentas sem proteção.

No caso dos suportes de ferramenta sem proteção, estes encontravam-se presentes em todas as unidades de maquinação da fábrica, sendo que, existia o risco de corte. Se alguém passasse perto dos suportes de ferramentas, com utensílios virados para baixo, os mesmos poderiam cortar. A ação aplicada passou pela colocação de chapa de proteção em todos os suportes, sendo transversal a todo o DCM (Anexo III).

d) Melhorias na Máquina de Lavar – Intervenções e Controlo de Parâmetros

Ficaram ainda programadas intervenções de manutenção à máquina de lavar e mesas de estanquidade, colocando as mesmas de acordo com os parâmetros de origem, dados pelo fornecedor, ou seja, o KM0. Tais pontos não foram executados no decorrer do projeto visto se tratar de intervenções implicativas de paragem total dos equipamentos por um período alongado. Como tal, ficaram agendadas para a paragem geral da fábrica em agosto de 2019.

Por último, importou realçar a importância do controlo de parâmetros de controlo do equipamento de lavagem e secagem das peças. Ficou em curso um projeto conjunto entre a equipa de automação e a UET, cujo objetivo será eliminar esta lacuna existente. A forma para colocar esta ideia em prática, passará por colocar sensores de temperatura e pressão ao longo da MdL, que se irão ligar a um painel de controlo. No final da implementação

deverá ser possível consultar em tempo real todos os parâmetros cruciais ao bom funcionamento do equipamento. Tal representa vantagem aos responsáveis da linha de produção, que poderão perceber mais rapidamente se existe um problema e assim reagir ativamente.

4.4. Caso de Estudo B – Análise de Defeitos nas peças maquinadas

O Carter Intermédio (Figura 28) representa para a Renault uma peça de com tendência no crescimento da sua produção e, como tal, é uma das linhas de produção prioritárias. O processo foi mapeado através de um fluxograma para conhecimento de todo o fluxo da peça desde que entra na linha, até que sai (Anexo II).

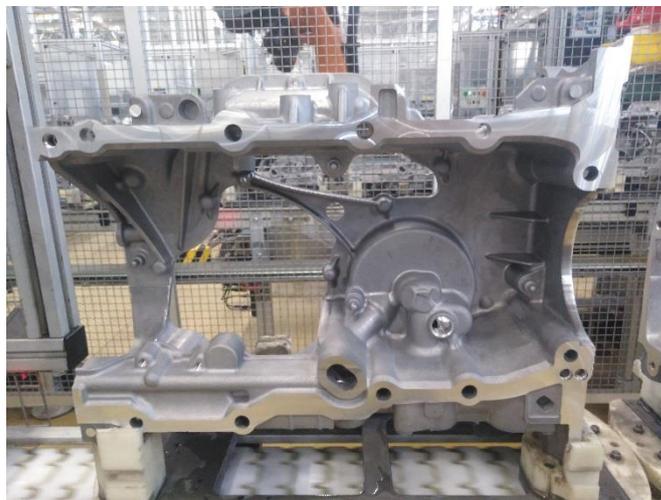


Figura 28 - Carter Intermédio

Indo ao encontro da máxima “não produzo defeitos” presente na organização, ficou então criado o mote para serem analisados todos os defeitos ocorridos nas ilhas de montagem. Para iniciar o estudo, foi seguida a tónica de descoberta do processo, levantamento dos defeitos, sensibilização dos operadores para o registo desses mesmos defeitos, análise através de diagrama de Pareto e desenvolvimento de ações de mitigação consoante o defeito que representasse maior impacto para a produção diária.

4.4.1. Processo produtivo

O Carter Intermédio é processado em duas ilhas de maquinação e duas ilhas de montagem 1 e 2, chegando pré-maquinado de dois fornecedores: Fagor e Vilanova. A entrada de peças nas linhas de produção efetua-se conforme o número que o fornecedor tem para abastecer à organização com vista a satisfazer o pedido logístico para a quantidade necessária de produção.

Primeiro, as peças são carregadas para o transportador das unidades de maquinação, seguindo-se de maquinação vertical e horizontal. Nas ilhas não automatizadas, é o operador que efetua este carregamento da peça em bruto para ser processada. Seguidamente, os Carters Intermédios seguem para a máquina de lavar que estiver com taxa de ocupação menor, sendo que aí passam pelo processo de lavagem, secagem e refrigeração (esta última fase apenas se encontra incluída na linha 1). Posteriormente, segue-se a montagem automática de cinco componentes: esfera, tampão 22, válvula do permutador, tampão 16 e válvula do filtro de óleo, por esta ordem.

Após a montagem, a peça passa pelo teste de estanquidade, por forma a haver controlo e garantia de qualidade, quer da maquinação, quer da montagem, sendo injetada uma determinada massa de ar e sendo medida a pressão do mesmo após entrada na peça. Se os valores de pressão estiverem fora da tolerância, a peça é rejeitada, seguindo para o tapete de peças NOK.

Caso a peça esteja conforme, é etiquetada através do DataMatrix, seguindo depois para o tapete de peças OK. É então tirada uma foto instantânea à posição da peça no tapete de forma a verificar que esta se encontra na posição correta para as pinças do robot poderem pegar sem danificar a peça. Por meio de um pórtico aéreo é efetuado o transporte para o posto automático de colocação da placa de anti emulsão. Aí, é realizado um último controlo visual, efetuado por dois operadores, que determina a conformidade da peça, onde finalmente se passa ao seu embalamento.

4.4.2. Defeitos existentes nas ilhas de montagem

Através de dados fornecidos pelos intervenientes principais da linha de produção, constatou-se que a ilha de montagem é o tampão da produção do Carter Intermédio. Surge assim a necessidade de agir nesta secção do processo, minimizando as principais perdas e mitigando retrabalho.

Da informação recolhida do processo foi possível verificar a presença dos seguintes defeitos no posto automático de montagem de componentes (Tabela 8), que podem provocar rejeição e negar a garantia de qualidade pretendida para o cliente.

Tabela 8 - Descrição dos defeitos existentes no final das ilhas de montagem do Carter Intermédio

Família do defeito	Tipo	Descrição e parâmetros
Montagem de componentes	Válvula permutadora	<p>Ocorre defeito quando estes componentes, peças origem exterior (POE's), não são inseridos de forma correta no Carter. Todos eles têm um pressotato associado, que mede a força de inserção do componente. Caso haja esforço acima dos parâmetros definidos, ou não deteção do mesmo, há sinal de que a peça não foi montada corretamente. No caso da válvula permutadora, caso ocorra o defeito, a peça poderá ser recuperada ao ser colocado este componente manualmente. O tampão 16, tampão 22 e válvula de óleo, ao acusarem defeito, são retirados de forma manual e colocados de novo no posto de montagem para ser repetida esta fase do processo. O defeito de esfera representa mais perdas no que diz respeito a produtividade, visto que, ao acontecer, remete de imediato a peça para sucata.</p>
	Esfera	
	Tampão 22	
	Válvula de óleo	
	Tampão 16	

<p>Fixação de componentes</p>	<p>Defeito Loctite P1 Defeito Loctite P2</p>	<p>Por forma a fixar os componentes na peça, existe um depósito que despeja uma quantidade programada de cola, através de uma agulha. Quando este esvaziamento ocorre fora dos parâmetros, a peça é rejeitada. A mesma pode ser recuperada, através da afinação da agulha que contém a cola, enchimento do depósito e colocação de peça no posto.</p>
<p>Estanquidade da peça</p>	<p>Fugas Alta Pressão (AP) e Fugas Baixa Pressão (BP)</p>	<p>No caso de existência de fuga, a peça é colocada num contentor, onde ficam a aguardar a repassagem. Caso a peça não seja aprovada ao ser efetuado um segundo teste, esta é encaminhada para o Serviço de Qualidade de Fornecedores (SQF), onde será reencaminhada para ser devolvida ao fornecedor. A principal diferença destes defeitos foca-se no circuito de estanquidade da peça, ou seja, ambos os circuitos testam partes diferentes da peça.</p>
<p>Perda de sinal (sensores)</p>	<p>Defeito reator P1</p>	<p>O reator serve para medir a força presente entre a placa de anti emulsão e o Carter. Caso este erro ocorra, é efetuada a afinação do sensor e colocação da peça de novo neste posto.</p>
	<p>Defeito origem mesa P1</p>	<p>Neste caso, a mesa onde a peça se encontra apoiada, é colocada de novo na origem e o sensor de deteção da mesma, é afinado.</p>

	Defeito peça mal colocada P1 ou P2	<p>O defeito de peça mal colocada ocorre quando, o transportador que chega ao posto de montagem da placa anti emulsão traz a peça de forma incorreta. O procedimento sugere que os apoios onde a peça se encontra sejam limpos. Posteriormente a peça é colocada manualmente e passa a última fase de inserção da placa.</p>
--	---	--

4.4.3. Criação da folha de verificação

Em conjunto com os operadores, foi elaborada uma forma fácil e intuitiva de efetuar a recolha dos dados pretendidos. Foram recolhidos, por linha, todos os defeitos apresentados Tabela 8, bem como o fornecedor. Apesar de apenas os furos para colocação dos tampões 16, 22 e esfera serem maquinados pelo fornecedor, torna-se importante efetuar esta correspondência.

Tal se deve ao facto de poder haver variação não benéfica para o processo, e ao se saber qual o defeito e fornecedor, torna-se mais fácil chegar ao local onde poderá estar a ocorrer o erro: ou é no processo de pré-maquinação nos fornecedores, ou na fábrica Renault Cacia. Por exemplo, no caso do defeito de inserção da esfera, foi detetado que decorria em ambas as linhas. Aprofundando a análise foi possível concluir que o único fornecedor com casos era Vilanova. Desta forma, a responsabilidade de resolução do problema de maquinação passou para o fornecedor.

Visto que o posto de montagem é integralmente automático, não representou obstáculo ser efetuado este levantamento, pois todos os defeitos são apresentados na consola de controlo da ilha robotizada. Como tal, a folha de verificação (Anexo V) foi colocada ao lado do primeiro posto de controlo visual onde se encontra um operador cuja função é dar suporte à linha de produção, efetuando controlos quando necessário e supervisão de equipamentos.

4.4.4. Análise do estado inicial

Em conjunto com os responsáveis da linha de produção efetuou-se uma análise diária dos defeitos com maior impacto na produção, de acordo com o princípio de Pareto, sempre relativamente ao histórico do dia anterior (exemplo no Anexo VIII). Tal permitiu

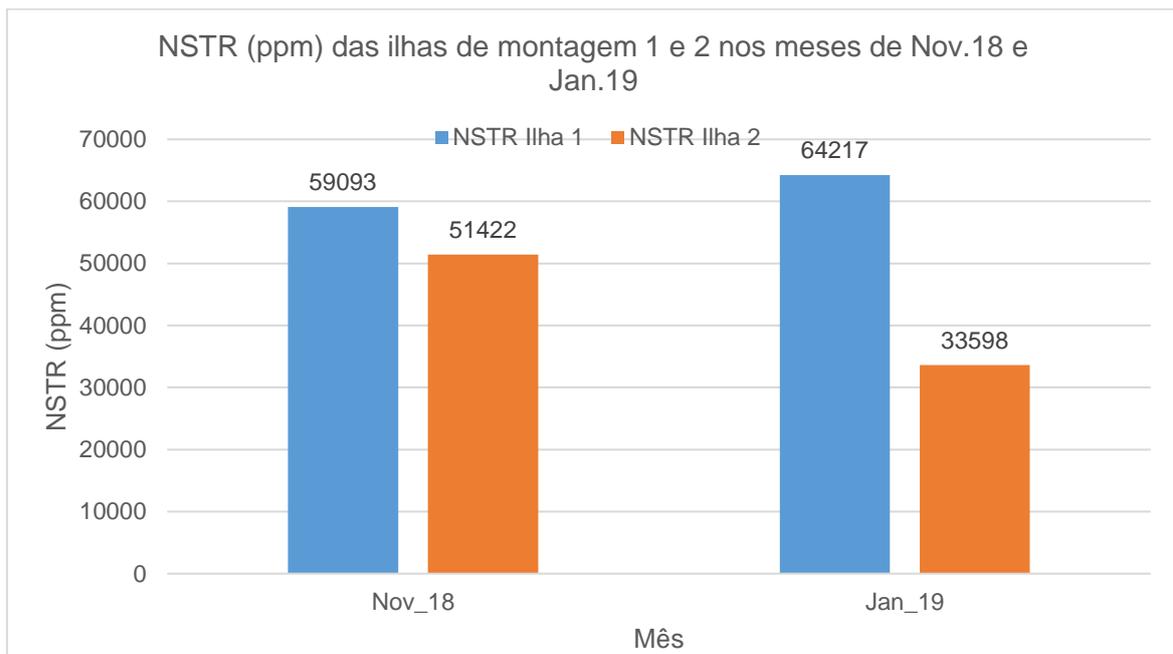
acompanhar exaustivamente o comportamento dos defeitos e criar constantes alertas, objetivando perceber o que deve ser prioridade. Através desta análise foi possível perceber quais os defeitos que iriam necessitar de uma abordagem mais profunda, devido a ocorrerem mais frequentemente, e quais poderiam ser mitigados através de lições pontuais ou ações executadas a nível técnico.

A análise dos dados foi efetuada por meio de estratificação, iniciando com uma perspetiva macro e tornando-se gradualmente mais específica. A sequência da análise seguiu os seguintes passos:

- **Comparação do NSTR total de cada ilha de montagem (Ilha 1 e Ilha 2)**

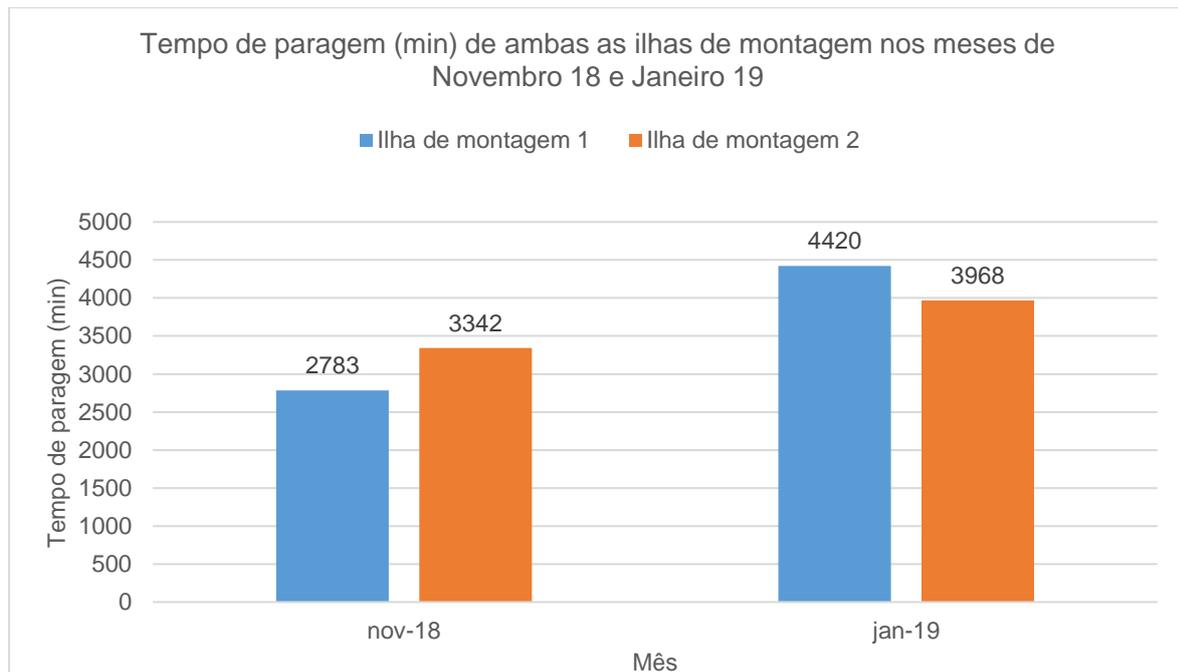
Este primeiro passo permitiu estabelecer um ponto de situação inicial, bem como averiguar a existência de eventual discrepância acentuada entre as ilhas de montagem.

Gráfico 4- NSTR (ppm) das ilhas de montagem 1 e 2 nos meses de novembro 2018 e janeiro 2019



É possível constatar que o NSTR de defeitos na ilha de montagem 2, em ambos os meses é menor (Gráfico 4). Contudo, é importante perceber através da análise de parâmetros das ilhas de montagem (Gráfico 5), se ocorreu algum fenómeno que justifique os valores de NSTR da ilha de montagem 1 superiores aos da ilha de montagem 2.

Gráfico 5- Tempo de paragem (min) de ambas as ilhas de montagem nos meses de novembro 18 e janeiro 19

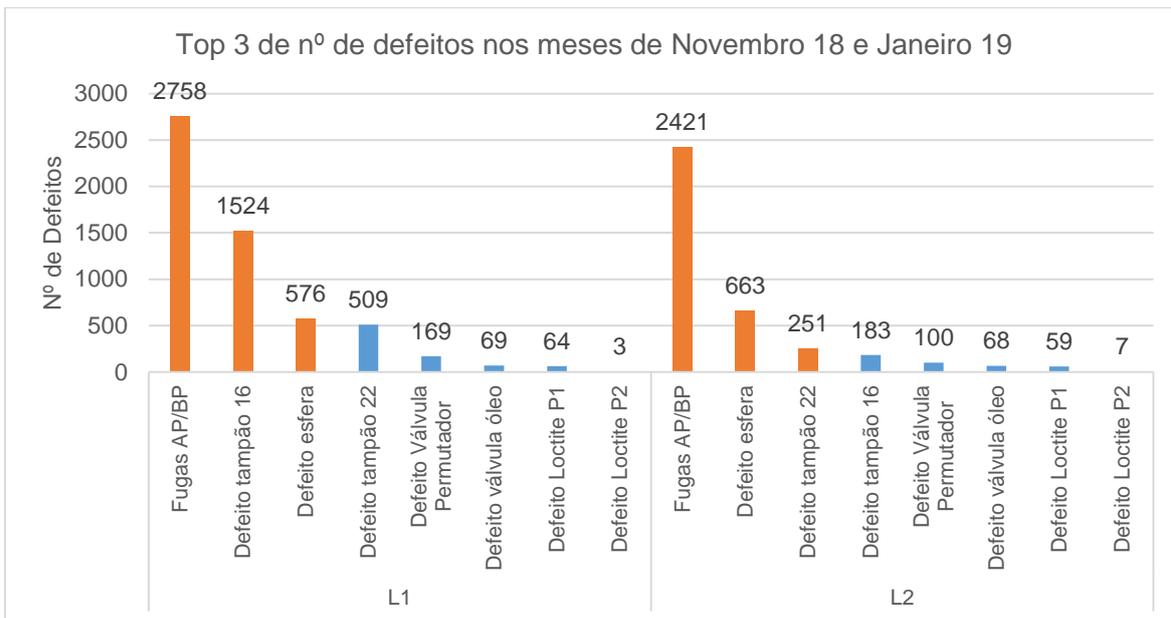


Tal método procurou corroborar a diferença entre as linhas de montagem. Seria de esperar que em ambos os meses, os valores de paragem da ilha de montagem 1 fossem superiores ao da ilha de montagem 2, pois os casos de peças retrabalhadas é superior para os períodos em análise. Aconteceu apenas no mês de janeiro, mas não é apresentada uma relação direta com o NSTR. Sendo que, tal não foi suficiente para sustentar a hipótese de a diferença ser provocada devido a paragens de equipamentos, o próximo passo consistiu em analisar a causa de NSTR em cada linha, procurando perceber se algum dos defeitos teria mais impacto numa das ilhas de montagem.

- **Análise do top 3 do NSTR em cada linha.**

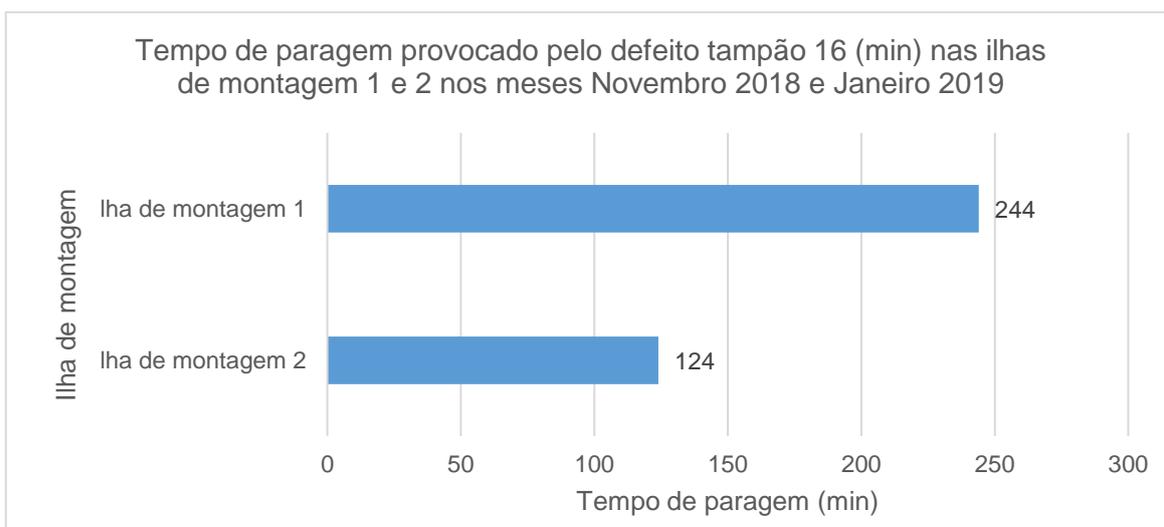
Partindo de uma visão generalizada (Gráfico 6), é evidente em ambas as ilhas de montagem a presença do defeito de fuga de alta e baixa pressão. Ambos os defeitos foram agregados num único por se tratar do mesmo fenómeno na peça. Os dados foram expostos aos responsáveis, salientando sempre o top 3 (Gráfico 6), pois se tratar de um método utilizado dentro da organização.

Gráfico 6 - Top 3 dos defeitos nos meses de novembro 2018 e janeiro 2019 por ilha de montagem



É também verificado, através de uma análise imediata, que o defeito de inserção do tampão 16 ocorreu com maior frequência na ilha de montagem 1. Como tal, foram recolhidos os dados de paragem provocados pelo defeito de inserção do tampão 16, para cada ilha de montagem (Gráfico 7), com o intuito de justificar tal discrepância.

Gráfico 7 - Tempo de paragem provocado pelo defeito tampão 16 (min) nas ilhas de montagem 1 e 2 nos meses Novembro 2018 e janeiro 2019



Analisando o Gráfico 7 verifica-se que o tempo de paragem provocado pelo defeito de inserção do tampão 16 na ilha 1 foi superior 120 minutos ao da ilha 2, podendo assim sustentar a diferença no número de defeitos ocorridos em ambas as ilhas. Contudo, o número de defeitos na ilha de montagem 1 surge com um valor avultado e levantou um alerta para eventual diferença para a ilha de montagem 2, que foi posteriormente analisado pela automatista responsável da UET.

Observando as Tabela 9 e 10, e fazendo uso do princípio de Pareto é possível estabelecer prioridades no que diz respeito à decisão de quais os defeitos que devem ser analisados e mitigados. Apesar de diariamente serem discutidas possíveis razões para o top 3 do dia anterior, nesta fase teve mais peso estudar aprofundadamente apenas os defeitos com mais impacto na produção das ilhas de montagem.

Tabela 9 - Defeitos dos meses de novembro 2018 e janeiro 2019 para a ilha de montagem 1

Ilha de montagem 1 – Defeitos Nov_18 e Jan_19			
Defeito	Nº de defeitos	Freq. Relativa	Frequência Acumulada (%)
Fugas AB/BP	2758	0,486	48,63%
Defeito tampão 16	1524	0,269	75,49%
Defeito esfera	576	0,102	85,65%
Defeito tampão 22	509	0,090	94,62%
Defeito Válvula Permutador	169	0,030	97,60%
Defeito válvula óleo	69	0,012	98,82%
Defeito Loctite P1	64	0,011	99,95%
Defeito Loctite P2	3	0,001	100,00%
Total	5672	1,000	

Tabela 10 - Defeitos dos meses de novembro 2018 e janeiro 2019 para a ilha de montagem 2

Ilha de montagem 2 – Defeitos Nov_18 e Jan_19			
Defeito	Nº de defeitos	Freq. Relativa	Frequência Acumulada (%)
Fugas AP/BP	2421	0,645	64,53%
Defeito esfera	663	0,177	82,20%
Defeito tampão 22	251	0,067	88,89%
Defeito tampão 16	183	0,049	93,76%
Defeito Válvula Permutador	100	0,027	96,43%
Defeito válvula óleo	68	0,018	98,24%
Defeito Loctite P1	59	0,016	99,81%
Defeito Loctite P2	7	0,002	100,00%
Total	3752	1,000	

Foram efetuadas apresentações mensais aos chefes dos *ateliers*, propositando expor os resultados e sua conseqüente evolução. Este último ponto surgiu da necessidade de serem efetuadas mais apreciações técnicas e sugestões na abordagem à resolução de problemas intrínsecos à linha de produção.

O acompanhamento dos dados efetuado permitiu detetar tendência de certos comportamentos do processo e concluir relativamente à eficácia das ações propostas e implementadas.

4.4.5. Ações de melhoria

Analisando os dados ao longo do tempo, foram selecionados defeitos principais, cujo impacto foi assumido de acordo com análise dos diagramas de Pareto realizados diariamente relativos sempre ao dia anterior de produção. Tendo em conta os dados recolhidos dos meses de novembro de 2018 e janeiro de 2019, os selecionados foram: fugas de alta e baixa pressão, defeito inserção tampão 16 e defeito esfera.

Avaliando a natureza da anomalia, foram desenvolvidas e planeadas ações juntamente com os membros responsáveis dentro da organização. Apesar de o defeito esfera não representar impacto significativo, foram efetuadas ações de melhoria visto se tratar de um efeito aleatório, o qual apresentou picos anormais na produção total, sendo então prioridade a sua mitigação.

O objetivo principal ficou definido somente na redução do impacto dos defeitos, avaliado com o indicador NSTR, comparando o período dos meses Novembro 2018 e janeiro 2019, com os meses de fevereiro 2019 e março 2019. O mês de dezembro de 2018 foi retirado da amostra por se tratar de um período de produção com férias e paragens para intervenções necessárias, não sendo por isso pertinente a sua representação pois não representou um período de trabalho regular.

4.4.5.1. Fugas de Alta e Baixa Pressão

Para estudar a ocorrência das fugas de alta e baixa pressão, foi recolhida o máximo de informação com membros das equipas responsáveis pela maquinação, estanquidade, serviço qualidade de fornecedores e responsável da UET.

O defeito de fugas falsas representa, tal como no caso de estudo A, presença de retrabalho. Contudo, possui maior impacto nesta situação. Ao inserir de novo um Carter Intermédio na linha de produção, é necessário parar a ilha de montagem, visto não ser possível aceder às mesas de estanquidade sem este procedimento. Tal significa que, contrariamente ao Carter de Distribuição, não se pode colocar a peça intercalada com outra

que esteja a ser processada a primeira vez. Este entrave, por si só, representa perda elevada.

Posto isto, devido à complexidade do problema em mãos, foi decidido utilizar-se a ferramenta QC Story. Tal foi concordado pois permitirá estratificar o problema, através de ferramentas básicas de qualidade, procurando resolver o problema em definitivo suprimindo as causas raiz. Foram seguidos os seguintes passos (Tabela 11):

Tabela 11 - Passos do QC Story utilizados como método de abordagem do problema de fugas falsas

Etapa	Breve descrição
Escolha do tema	Fugas falsas no Carter Intermédio
Explicação das razões da escolha	Valores elevados de fugas com impacto na produção
Compreensão da situação atual	Através de OPT's foi verificada a forma de funcionamento das ilhas de montagem, com o intuito de identificar anomalias. Foram recolhidos os seguintes dados para corroborar o estado inicial: temperatura da peça antes do teste de estanquidade e presença de rebarba.
Escolha de objetivo	Mitigar as fugas o máximo possível.
Análise	Elaboração de gráficos cuja análise exibisse o comportamento do defeito ao longo do tempo; Pesquisa de todas as causas possíveis.
Aplicação de medidas corretivas	Alteração do programa de maquinação da peça. Limpeza das mesas de estanquidade em cada turno. Colocação de rebarbadora após a MdL.
Confirmação dos efeitos	Elaboração de gráfico representativo do balanço antes/depois da análise e resolução do problema.
Padronização	Validação do laboratório 3D da alteração efetuada e capitalização para todas as unidades de maquinação que maquinam esta mesma peça.
Planificação de ações futuras	Reforço do controlo por parte do SQF para a existência de fugas no molde pré maquinado.

Primeiramente, e de forma semelhante à linha do Carter de Distribuição, procurou-se despistar se as fugas derivavam de aumento de temperatura das peças após a sua lavagem e secagem. Foram recolhidos dados relativamente à temperatura de saída das peças e, comparando com os parâmetros definidos pela empresa, concluiu-se que tal fenómeno não se encontrava a ocorrer (Figura 29).



Figura 29 - Recolha de temperatura à saída da MdL do Carter Intermédio

Foi então alterada a abordagem com vista a encontrar outra causa provável. Após observação no terreno, constatou-se a presença de rebarba nas peças após lavagem (Figura 30), levando posteriormente a que se depositassem nas mesas de teste de estanquidade. Tal origina obstrução nas varas que injetam o ar na peça, e são efetuadas rejeições falsas. A análise foi efetuada nesta fase do processo pois é suposto que a MdL retire todos os resíduos da peça, o que não se verificava.

Identificada a causa mais provável, efetuou-se uma OPT (Observação de Posto de Trabalho), com o intuito de estudar aprofundadamente esta questão, visto tratar-se da mais impactante para a produção no que diz respeito a NSTR (ppm). A OPT foi efetuada por meio de um desenho de localização de defeitos, juntamente com o registo dos seguintes dados: unidade de maquinaria correspondente à peça analisada e localização de rebarba.

A pertinência desta metodologia pautou-se por perceber a existência de um padrão no que toca à unidade de maquinaria, bem como entender se a presença de rebarba está correlacionada com a ferramenta e seu estado de conservação.



Figura 30 - Evidência de rebarba na junção das faces 500 e 100 do Carter Intermédio

A realização da OPT expôs que a ocorrência de peça maquinada com rebarba provinha apenas de unidades de maquinação DMG. Tal permitiu concluir que as unidades da marca GROB não tinham problemas deste tipo associados. É de salientar que as zonas foram atribuídas consoante o contacto com o cordão que realiza o teste de estanquidade, ou seja, apenas zonas da peça que efetivamente influenciem o resultado e surgimento de fuga falsa.

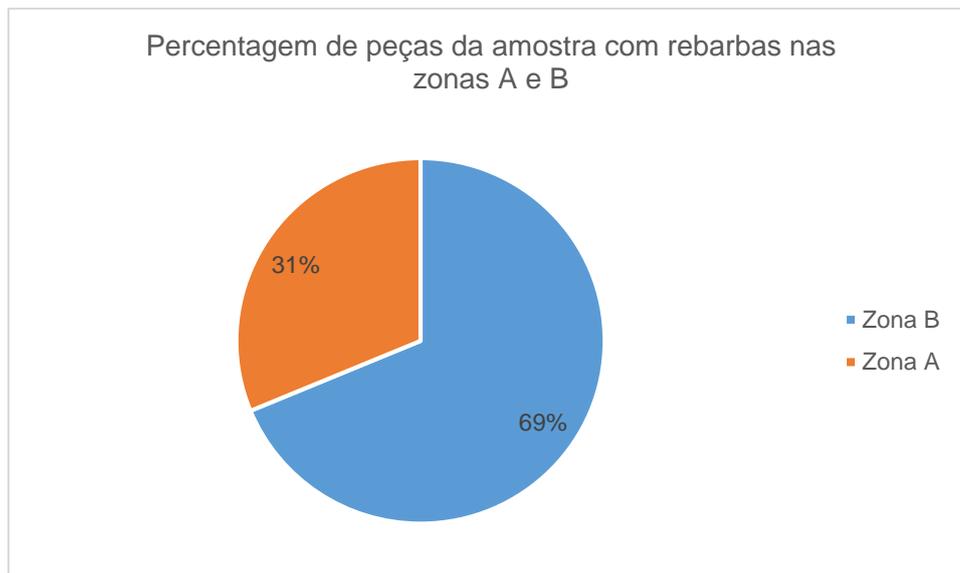


Gráfico 8 - Percentagem de peças da amostra com rebarbas e zona correspondente

Tendo em conta que a rebarba surge maioritariamente na zona B (Gráfico 8) ficou estabelecido como prioridade procurar resolver primeiramente nesta zona, correspondente à face 500 da peça e posteriormente a face 600.

O método de análise do problema baseou-se em comparar os parâmetros de maquinação das unidades GROB e DMG (Tabela 12). Foram recolhidos valores de velocidade, trajetória (ponto de saída da ferramenta) e avanço da ferramenta de fresagem relativos à maquinação da face 500 onde surge a rebarba. Estes dados foram retirados do documento existente de sequência de maquinação (Anexo VII).

Tabela 12 - Parâmetros de maquinação da face 500 das unidades DMG e GROB

Tipo de unidade de maquinação	Avanço (m/min)	Rotações	Trajatória	Ferramenta
DMG	4500	13000	Entra em A e sai em B	T6701
GROB	6500	15000	Entra em B e sai em A	T6701

Com vista a mitigar a ocorrência de rebarba na peça, foi programado um ensaio de maquinação com a trajetória a entrar em B e a sair em A (Figura 31) para perceção deste parâmetro como causador principal de rebarba no Carter. As variáveis “avanço”, “rotação” e “ferramenta” foram mantidas nos programas originais.

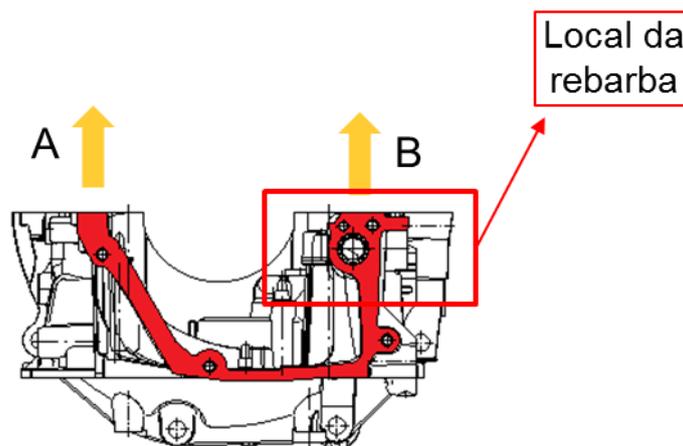


Figura 31 - Face 500 do Carter Intermédio onde surge rebarba

Na impossibilidade de realização do ensaio de maquinação no imediato aquando a deteção do problema, foi desenvolvido um equipamento com um cilindro incorporado,

funcionando como um rebarbador que efetua um movimento rotativo nas zonas críticas e retira o excesso de material da peça. Esta solução surge como garantia de que a rebarba é retirada da peça. Contudo, tal não resolve o problema na raiz, mais concretamente, na maquinação. Foi possível constatar a diferença clara da peça antes de passar no equipamento (Figura 32) e depois (Figura 33). Este fenómeno permite a melhor limpeza da peça e reforço na garantia de que não passa rebarba para o posto seguinte.



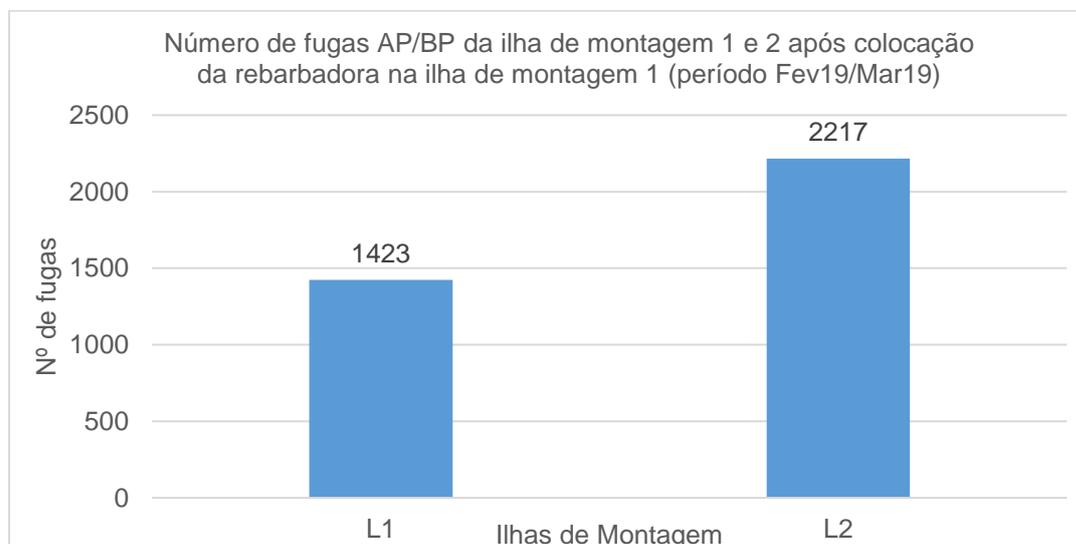
Figura 32 - Carter antes da passagem pelo rebarbador



Figura 33 - Carter após passagem pelo rebarbador

É de salientar que o equipamento apenas foi colocado na linha de produção 1. O procedimento foi este por forma a verificar o seu impacto e apenas depois replicar na linha 2 enquanto o ensaio de maquinação não fosse realizado (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Número de fugas AB/BP da ilha de montagem 1 e 2 após colocação da rebarbadora na ilha de montagem 1 (período Fevereiro 2019 e março 2019)



O comportamento dos dados demonstrou a diferença clara entre as fugas presentes nas ilhas de montagem 1 e 2 com a variável da rebarbadora, nos meses de fevereiro e março de 2019. Sendo que não houve outra alteração no processo, é possível concluir que a implementação da melhoria teve impacto neste vetor. Esta fase da análise e resolução do problema foi estruturado da seguinte forma:

- **Identificação do ponto crítico**
Presença de rebarba na face 500 nas peças maquinadas por DMG.
- **1º Ensaio**
Ação: Replicação do método utilizado nas GROBS através da mudança do sentido de maquinação.
Resultado: Rebarba passou para o lado oposto da peça.
Conclusão: Rebarba sempre presente na zona de saída da ferramenta.
- **2º Ensaio**
Ação: Eliminação de saída de ferramenta em zonas com impacto no processo, ou seja, zonas da peça onde o cordão da mesa de estanquidade não entre em contacto com zonas da peça com rugosidades inerentes da saída da fresa.
- **Resultado**
Peças conformes e rebarba na face 500 eliminada.
- **Próximo passo**
Validação e replicação para todas as peças provenientes das unidades de maquinação.

A execução do ensaio de maquinação em abril de 2019, permitiu concluir que a maquinação da face 500 foi aprimorada e a rebarba existente foi eliminada. Com este acontecimento constatou-se que todos os detalhes são cruciais, e uma pequena alteração como o sentido de maquinação, pode ter forte impacto no resultado da peça (Figura 34).



Figura 34 - Carter maquinado sem evidência de rebarba após o ensaio realizado

Adicionalmente ficou definido, junto dos CUET's, a limpeza das mesas de estanquidade em cada troca de turno. Esta ação ficou documentada numa lição pontual e surge como uma diretiva de limpeza das mesas, com o intuito de retirar a rebarba em excesso resultante da peça. Contudo, surge uma hipótese de melhoria neste ponto, pois para efetuar esta tarefa, é necessário para a ilha robotizada.

Posto isto, será considerado como trâmite futuro e possível solução, o estudo de colocação de um mecanismo de sopro nas mesas de estanquidade de ambas as linhas de produção, com o propósito de efetuar a limpeza de limalhas provenientes do Carter Intermédio e que dificultam a realização do teste. Tal ponto, visa substituir a lição pontual de limpeza manual e torná-la automatizada.

Estas ações procuram garantir que todas as fases do processo salvaguardam o bom estado final da peça, resultando em menor acumulação de rebarba e tentativa de eliminação da mesma tanto da peça, como dos equipamentos.

4.4.5.2. Defeito esfera

Analisando a tendência dos dados, foi possível constatar, a ocorrência de defeitos ligados à inserção da esfera no Carter Intermédio no período de novembro e dezembro de 2018. Todavia, não se revelou óbvia a razão para que tal acontecesse. Sendo um furo, o qual é pré-maquinado pelo fornecedor, iniciou-se a estratificação de dados por este vetor (Gráfico 10). Nesta fase da análise, verificou-se que o defeito apenas ocorria nas peças do fornecedor Vilanova.

Desta forma, e por forma a aprofundar o âmago da questão, o método foi trabalhar em conjunto com o fornecedor das peças em bruto. Tal foi efetuado, pois no que dizia respeito à parte da Renault Cacia no processo, tudo se encontrava conforme, tanto a nível de parâmetros de maquinação como do processo de montagem da esfera.

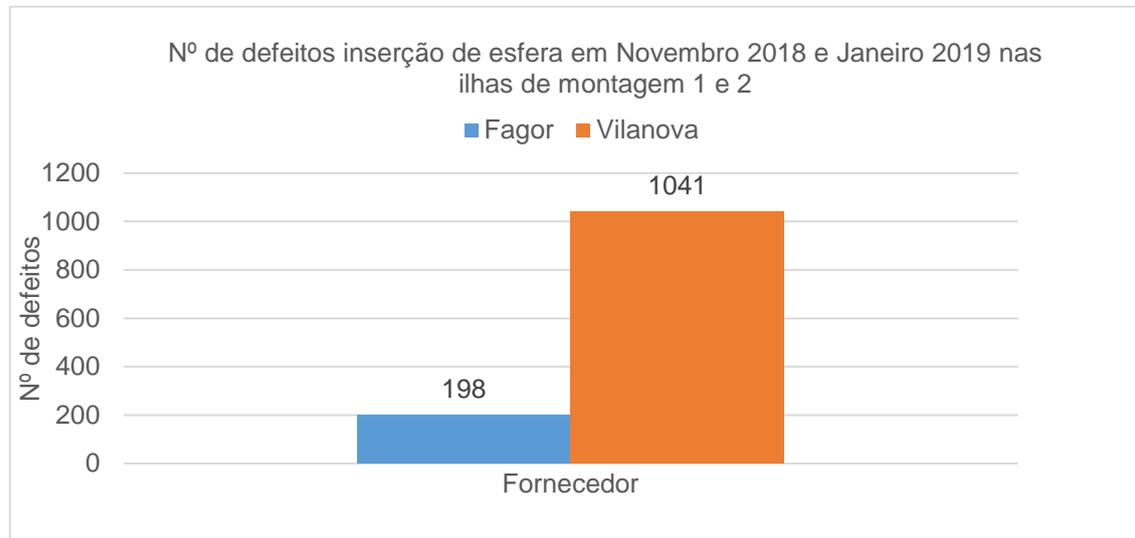


Gráfico 10 - Nº de defeitos inserção de esfera em novembro 2018 e janeiro 2019 nas ilhas de montagem 1 e 2

Da parte do fornecedor, existiu abertura para serem realizadas conversações e partilha de informação. Constatou-se que haviam mudado as unidades de pré-maquinação recentemente, adquirindo novas. Devido ao facto de se encontrarem em início de vida, não foi sequer considerado que os equipamentos haviam sido mal parametrizados, por parte do fabricante, tendo tal levado à demora da descoberta da principal causa deste defeito. A pré maquinação do furo onde a esfera é colocada encontrava-se com a guia de maquinação desalinhada. Após esta constatação, a Vilanova colocou todas as unidades conforme os parâmetros de origem e tal se sentiu gradualmente no comportamento dos dados.

Conforme solicitado pelo intermediário do fornecedor, estes mesmos dados continuarão a ser retirados e partilhados, por forma a perceber e controlar se o defeito não volta a ocorrer. A repercussão desta ação foi claramente sentida nos dados, baixando as ocorrências do defeito significativamente. A vantagem retirada do controlo do processo é muito clara, sendo que, o acompanhamento permitiu identificar em tempo útil causas aleatórias para a ocorrência de picos anormais do defeito.

4.4.5.3. Defeito do tampão 16

Apesar de os dados apresentarem mais influência do defeito tampão 16 na produção global da ilha de montagem 1 (Gráfico 6), as ações efetuadas abrangeram ambos os processos de inserção quer do tampão 16, quer do 22, visto serem altamente semelhantes.

O processo de inserção passa por uma válvula automática que empurra o tampão, colocando no furo correspondente. O mesmo tem um pressostato associado, que mede a pressão de inserção, mostrando em tempo real os valores e criando um gráfico com uma curva representativa do esforço efetuado (Figura 35). Este gráfico surge numa janela denominada de Kistler. Caso sejam apresentados valores fora do intervalo definido, a peça é rejeitada.

Foram então levantadas e analisadas, juntamente com o responsável da UET, as possíveis causas para a ocorrência deste problema. Averiguou-se que ocorriam falsas rejeições, ou seja, o sensor do pressostato não detetava a presença do tampão, quando na realidade ele se encontrava já montado. As causas mais prováveis encontram-se descritas abaixo:

- 1- **Erro de sinal do sensor (cilindro de vácuo):** o sensor deteta a presença do cilindro de vácuo. Ao final de um intervalo de tempo, se o sinal não é perdido, o sensor assume que o cilindro não inseriu o tampão, levando à sua rejeição. Ou seja, assume que o cilindro não recua, não havendo inserção do tampão.
- 2- **Por variação de esforço:** se o diâmetro do furo for maior ou menor que tampão, o pressostato que mede a pressão de inserção, deteta defeito e rejeita a peça. Caso a curva se encontre fora dos intervalos a verde representados na Figura 35, a peça é rejeitada.
- 3- **Material não conforme:** caso o tampão seja de um material não conforme, o cilindro ao inserir o tampão no furo, não vai efetuar a operação corretamente e a peça é rejeitada.



Figura 35 - Gráfico que mede o esforço de inserção do tampão na peça

Para a causa do erro de sinal do sensor, verifica-se que o filtro do sensor do pressostato, entre a tubagem e a ventosa que faz a sucção do tampão, possui sujidade acumulada. Posto isto, inseriu-se no PMA a tarefa de limpeza da tubagem de ambos os cilindros de inserção dos tampões. A frequência definida foi quinzenal e tal terá início após formalização no plano de manutenção.

Relativamente à causa de variação do esforço, em conjunto com os técnicos do departamento de engenharia, será estudada a possibilidade de alargar a janela de aprovação, visto que muitas das rejeições são falsas. Tal será equacionado com vista a não comprometer a qualidade final para o cliente.

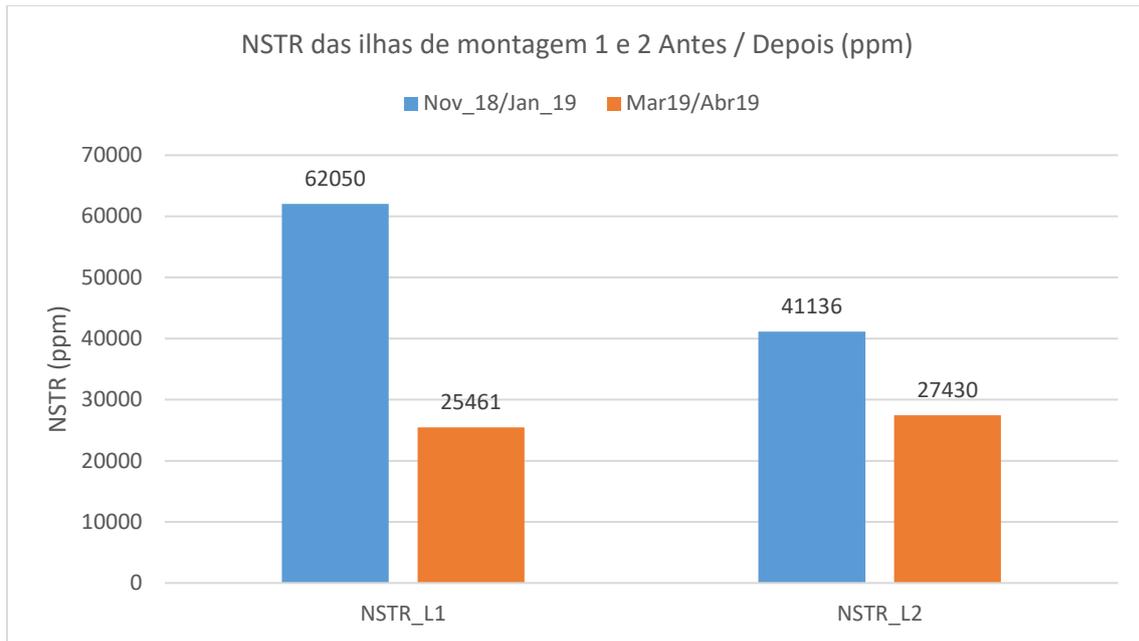
A constatação de elevadas ocorrências deste defeito permitiu que fosse dado um alerta aos membros de manutenção para maior acompanhamento, bem como a perceção do impacto de intervenções por eles efetuadas.

4.4.6. Balanço e resultados das ações de melhoria

Na fase final do estudo tornou-se crucial efetuar balanços e interpretar os resultados obtidos, tendo sempre em conta todos os pontos-chave do desenvolvimento levado a cabo. O método seguido cingiu-se a comparar o estado inicial dos meses de novembro de 2018 e janeiro de 2019, com o período final de março de 2019 e abril de 2019. É de salientar que o mês de fevereiro foi retirado da amostra pois verificou-se uma situação pontual de não conformidade de POE's, que não foi representativo do comportamento usual da linha de produção.

Foram então aprofundados os resultados para ambas as ilhas de montagem, de uma forma geral e seguidamente, foram analisadas dados mais concretos, como os defeitos existentes.

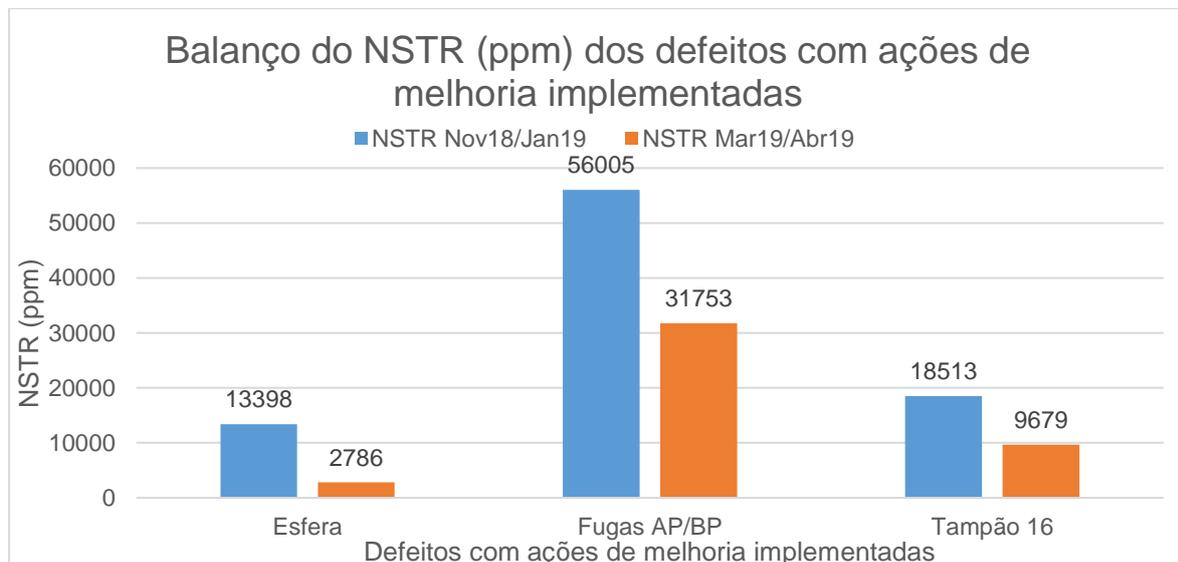
Gráfico 11 - Balanço no final do projeto do NSTR das ilhas de montagem 1 e 2 (ppm)



Os resultados expostos no Gráfico 11, analisando numa primeira vista, demonstram diminuição do NSTR para ambas as ilhas de montagem em igual período, tal como foi estabelecido.

No caso da ilha de montagem 1, o NSTR diminuiu cerca de 58,97 %, o que supõe um resultado bastante positivo. Tal se reflete na atenuação de ocorrências de todos os defeitos inicialmente identificados. Analisando a ilha de montagem 2, houve redução em 33,32 % de defeitos face ao estado inicial. No final do intervalo analisado, foi possível nivelar o NSTR tendo sido obtidos valores mais próximos para ambas as ilhas de montagem.

Gráfico 12 - Balanço do NSTR (ppm) dos defeitos com ações de melhoria implementadas



Para ambas as ilhas de montagem, tanto o defeito de inserção da esfera, como as fugas de alta e baixa pressão, sofreram quebra na sua ocorrência, como se encontra exposto no

Gráfico 12. Relativamente ao defeito do tampão 16, este apenas diminui na ilha de montagem 1 (Tabela 13).

Tabela 13 - Balanço do estado inicial e final do nº de defeitos com ações de melhoria

	Ilha de montagem 1			Ilha de montagem 2		
	Nº de Defeitos Nov18/Jan19	Nº de Defeitos Mar19/Abr19	Balanço (%)	Nº de Defeitos Nov18/Jan19	Nº de Defeitos Mar19/Abr19	Balanço (%)
Fugas AP/BP	2758	1448	47,50	2421	1831	24,37
Defeito Tampão 16	1524	590	61,29	183	427	-133,33
Inserção esfera	576	195	66,14	663	97	85,37

Importa então analisar o defeito tampão 16, que não teve diminuição no período inicialmente objetivado, que estava estabelecido ser fevereiro e março. Como tal, a análise foi prolongada até o mês de abril com o intuito de perceber se o comportamento se iria manter. Verificou-se a existência de picos deste defeito em ambas as ilhas de montagem, sendo justificados pela não conformidade deste POE identificada no mês de fevereiro de 2019. O comportamento alastrou-se por um período alargado, pois a causa para o número elevado de rejeições, não foi reconhecida logo no início da ocorrência.

Tal como esperado, os meses de março e abril confirmaram a tendência pretendida de diminuição da ocorrência do tampão 16, após resolução da não conformidade dos componentes. É possível concluir que o impacto notório o maior controlo por parte da manutenção, a limpeza do posto e alargamento da janela de aceitação do Kistler (Gráfico 13), corroborando a existência de valores satisfatórios.

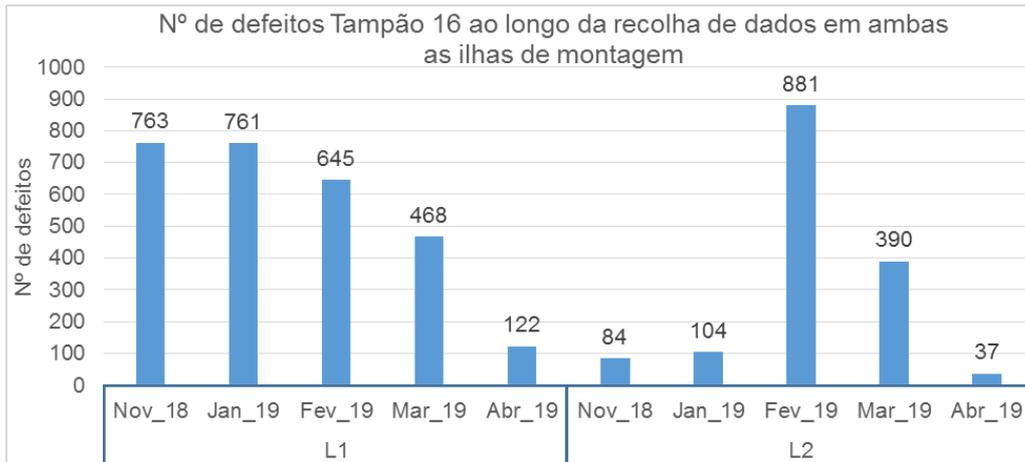


Gráfico 13 - Nº de defeitos tampão 16 ao longo da recolha de dados em ambas as ilhas de montagem

Finalmente, e tendo partido do geral para o particular, é perceptível que o defeito esfera saiu do top 3 de defeitos da ilha de montagem 1, passando para a posição 4 (Gráfico 14). Tanto o defeito de fugas de alta/baixa pressão, como o tampão 16 mantiveram-se nas primeiras posições. Todavia os valores obtidos são, como representado na Tabela 13, significativamente menores. No que diz respeito à ilha de montagem 2, o defeito esfera também saiu do top 3, dando lugar ao tampão 16 (Gráfico 15).

Os gráficos seguintes, 14 e 15, demonstram uma visão geral do estado em que a linha de produção se encontra no final do projeto e de todas as implementações de melhoria. Desta forma, é possível afirmar que em ambos os casos as fugas de alta/baixa pressão continuam como o defeito que deve ser alvo de contínuas ações de melhoria. Surge também o tampão 16 em ambas as ilhas de montagem, contudo, a tendência é que retome valores menores e contribua para a melhoria de ambas as ilhas de montagem, como demonstrado no Gráfico 13.

Redução de retrabalho em linhas produtivas de uma indústria automóvel: caso de estudo Renault Cacia

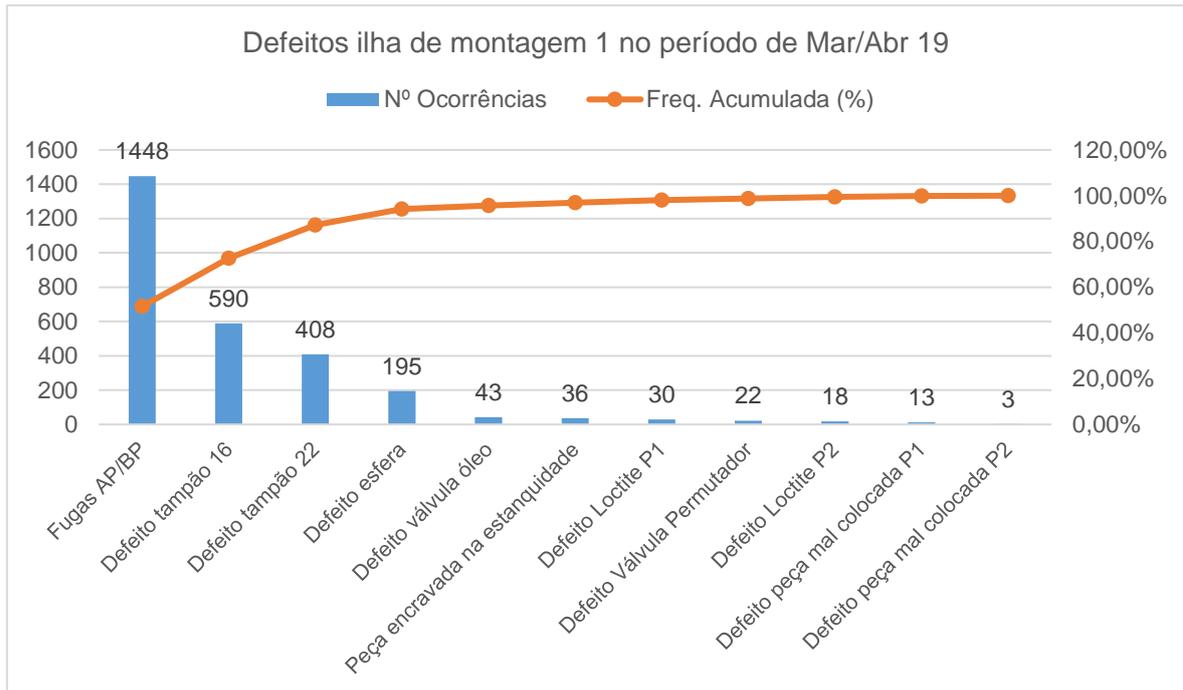


Gráfico 14 - Defeitos ilha de montagem 1 no período de Mar/Abr 19

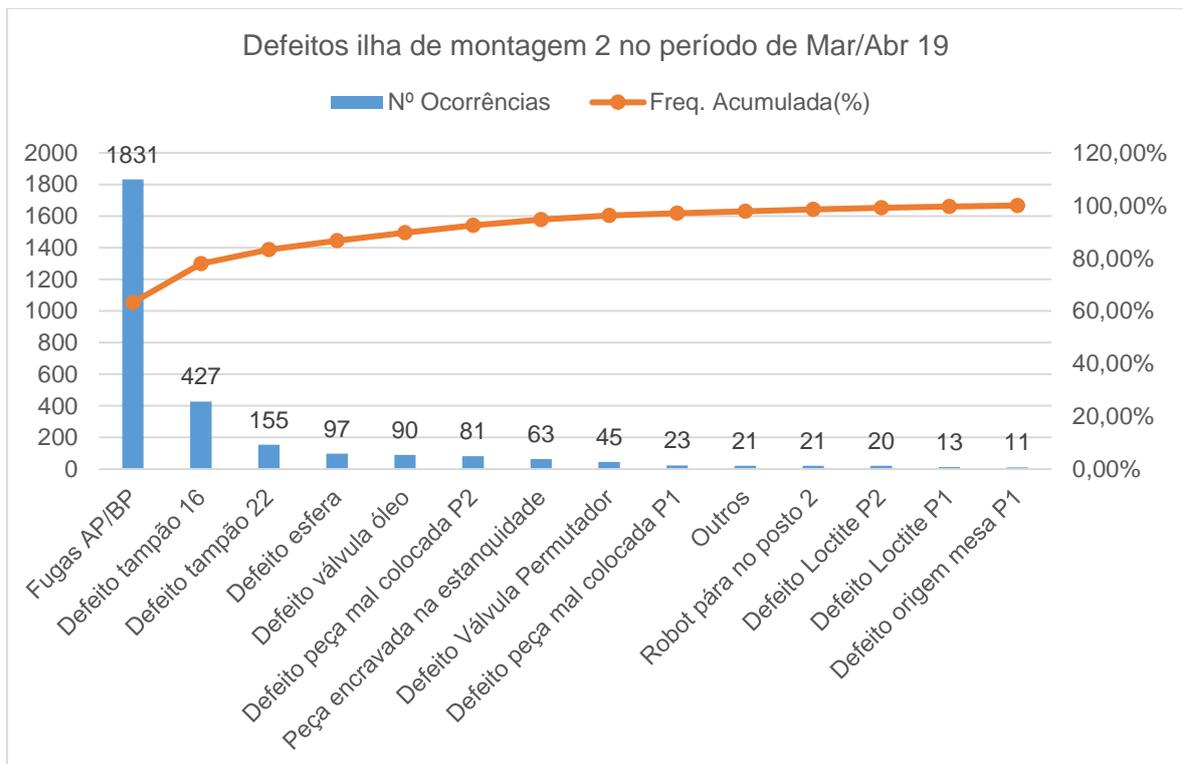


Gráfico 15 - Defeitos ilha de montagem 2 no período de Mar/Abr 19

4.5. Oportunidades de melhoria – Carter Intermédio

As oportunidades de melhoria a nível visual da linha de produção foram ao encontro de preencher a lacuna percecionada no que toca à divulgação dos dados recolhidos. Assim, foi criado um painel no final da linha de produção. Este possui quatro secções diferentes para colocação dos gráficos:

- NSTR (ppm) dos defeitos relativos ao mês anterior das ilhas de montagem 1 e 2;
- NSTR (ppm) Top 3 diário de defeitos da ilha de montagem 1;
- NSTR (ppm) Top 3 diário de defeitos da ilha de montagem 2;
- LUP – Lista Única de Problemas da UET.

O painel (Figura 36) é atualizado semanalmente e surgiu para demonstrar aos operários que o seu trabalho é analisado e que os problemas são registados e solucionados através da filosofia do ciclo PDCA, com a implementação da LUP.



Figura 36 - Painel de informação da linha do Carter Intermédio

Ao longo do contacto com o terreno, foram levantados problemas a nível de ergonomia, tempo de espera e deslocação desnecessária. Fruto da interação com vários intervenientes da linha de produção, foram documentadas na LUP as seguintes melhorias mais pertinentes no que toca a esses vetores (Figura 37):

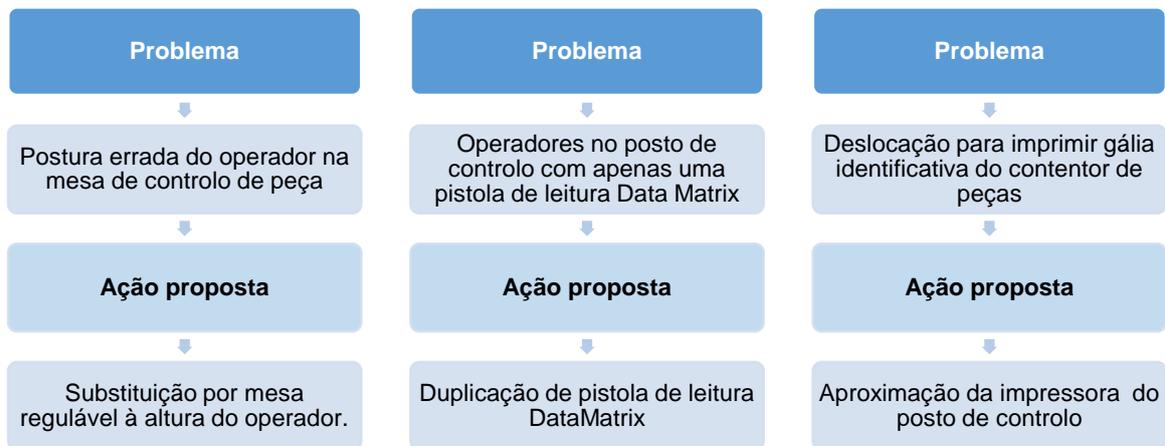


Figura 37 - Problemas identificados e ações de melhoria propostas

Todas estas medidas foram aprovadas pela organização, sendo alvo de implementação posterior à realização do projeto.

5. Conclusão

A principal conclusão com o decorrer deste projeto foi, sem dúvida, a perceção de que todos os processos devem ser controlados e analisados. O simples facto de recolher dados e interpretar a informação proveniente dos mesmos, permitiu obter resultados positivos e de retorno para a empresa. É necessário que no meio empresarial exista a noção de que os problemas devem estar expostos e não devem ser ignorados. Só assim se poderá almejar um clima de melhoria contínua através da execução dos parâmetros instituídos.

O acompanhamento dos dados serviu, em ambos os casos de estudo, para sustentar todas as oportunidades de melhoria. Ficou demonstrado com a parcela prática do estudo que, por forma a provar a existência de um problema, deve ser simultaneamente corroborada e fundamentada a existência do mesmo. Sustenta, além da parte inicial de assunção de um problema, a pertinência aquando o acompanhamento dos dados e perceção do impacto das ações de melhoria.

Tornou-se importante realizar a ponte entre os conceitos recolhidos de: dados, informação e conhecimento. Os dados são apenas valores ou indicadores. A sua contextualização origina informação. Consequentemente, a sua estruturação e validação leva ao conhecimento. Todos estes vetores permitem estabelecer relações e padrões desde a recolha de dados à obtenção de conhecimento (Cooper, 2017). A execução desta cadeia crescente, auxilia na tomada de decisão no que diz respeito à análise de dados e acompanhamento de fenómenos na indústria.

Ainda relativamente a ambos os casos de estudo, foi possível verificar que, no ponto de partida não existia qualquer controlo oficial do número de peças repassadas ou que saiam da ilha de montagem sem estarem conformes. Este ponto foi implementado com sucesso e serviu para demonstrar a importância do controlo de processos.

Como trabalho futuro para a linha do Carter de distribuição, fica a melhoria e reforço do controlo de qualidade das peças e bruto antes da sua entrada na cadeia produtiva. Importa por isso, fundamentar com dados a taxa devolução de peças ao SQF por defeitos de pré maquinação, sendo que, este processo não é realizado na Renault Cacia.

Ainda no que toca à linha do Carter de distribuição, importa referenciar que no caso da inserção do grupo de frio na linha de produção, deveria ter sido dimensionado de outra forma com o intuito de corresponder ao pretendido. O objetivo da equipa de manutenção

passava por baixar a temperatura das peças com todos os equipamentos a laborar na sua máxima capacidade. Contudo, tal não ocorreu. De forma complementar, aliando a uma manutenção mais frequente, o layout da linha poderia ser reestruturado, objetivando aumentar o comprimento do transportador entre a MdL e a ilha robotizada. Tal auxiliaria no arrefecimento das peças.

Foi notório no 4.4. Caso de Estudo B – Análise de Defeitos nas peças maquinadas, a importância do acompanhamento de ocorrência de defeitos. Este auxiliou na percepção de pertinência e impacto das ações de melhoria implementadas. O objetivo traçado passou por diminuir os defeitos em ambas as ilhas de montagem, tendo sido obtido com sucesso. Importa agora continuar a tendência assente no final do projeto e executar a metodologia de exibição clara dos problemas, por forma a recolher dados, analisar, resolver e garantir que não voltam a ocorrer.

No caso de estudo referente ao Carter Intermédio, importa ter como trabalho futuro melhorar a forma de recolha de dados. Por exemplo, ao invés do formato em papel utilizado, realizá-lo por meio informatizado, por forma a ser feita a migração dos dados para uma base de dados onde estes ficassem disponíveis imediatamente.

Em suma, e indo ao encontro da perspetiva de Hall (2004), de que a melhoria contínua nunca acaba, a elaboração deste trabalho permitiu testemunhar isto mesmo. O projeto foi um processo contínuo e de adequação conforme o estado do sistema, tendo em conta que constantemente poderia ser efetuado o balanço antes/depois. Foi necessário ao longo do estudo, e através da ferramenta PDCA, compreender se as ações implementadas surtiam o efeito necessário e, caso contrário, mudar a estratégia. Este método deve ser diário e além disso, os responsáveis dos processos podem procurar obter as várias oportunidades de melhoria usufruindo do intelecto dos seus colaboradores e estando sempre em contacto com o terreno.

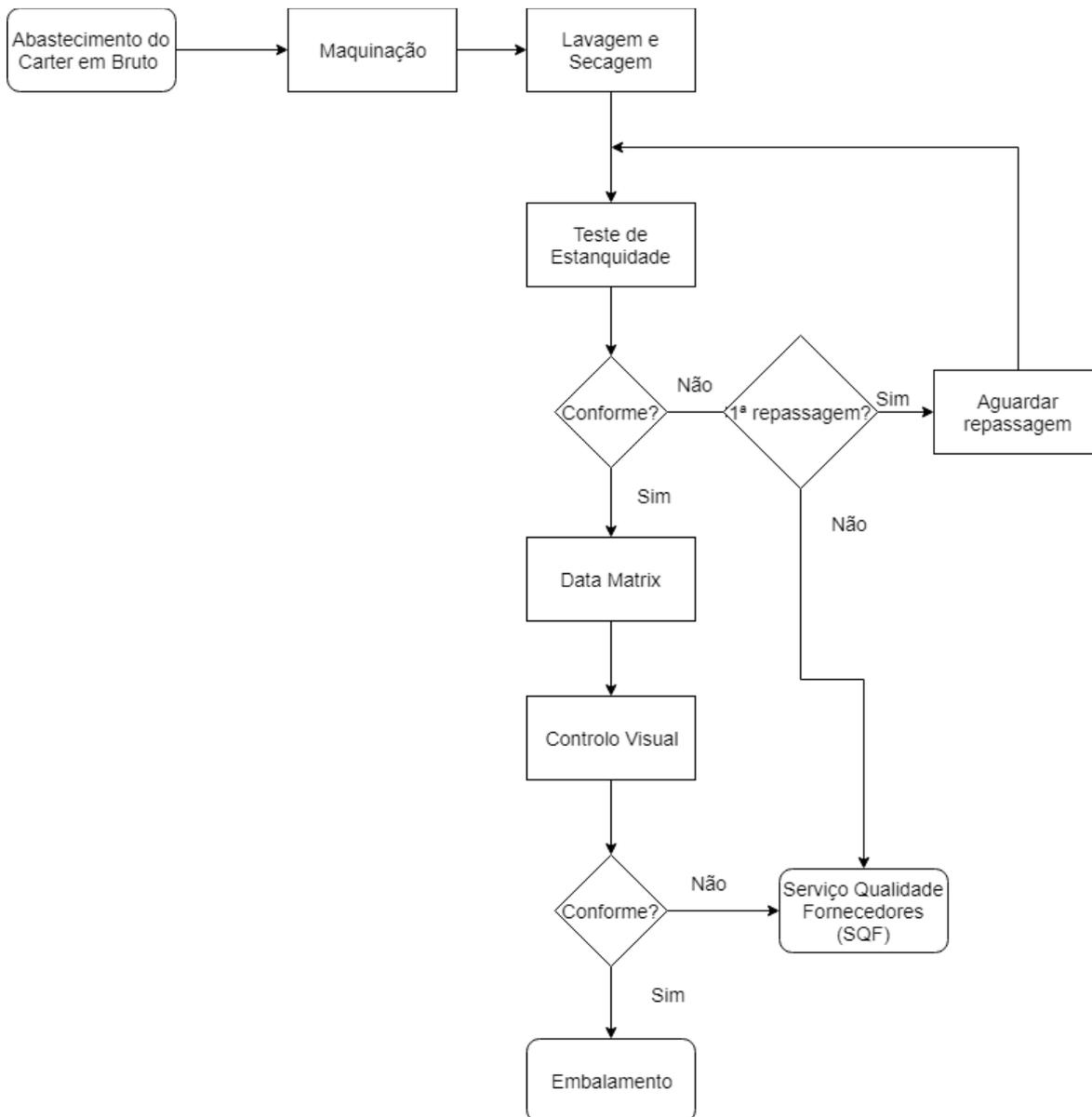
Bibliografia

- Alukal, G. (2007). Lean Kaizen in the 21st century. *Quality Progress*, 40(8), 69–70.
- APW - Operations Control. (2015).
- APW - Sistema de Produção da Aliança. (2015).
- Araújo, F. de, Silva, E. P. da, Sales, H. C., Batista, R. S., & Dias, V. M. (2015). Aplicação do Ciclo PDCA em uma empresa de transporte ferroviário. *Brazilian Journal of Development*, 4(1), 121–135. Retrieved from <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/108/77>
- Black, J., & Hunter, S. (2003). *Lean Manufacturing Systems and Cell Design*. Michigan: Society of Manufacturing Engineers.
- Cooper, P. (2017). Data, information, knowledge and wisdom. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 18(1), 55–56. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2016.10.006>
- Courtois, A., Martin-Bonnefois, C., & Pillet, M. (1997). *Gestão da produção*. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas.
- Das, N. (2008). Reducing manufacturing defect through statistical investigation in an integrated aluminium industry, 315–321. <https://doi.org/10.1007/s00170-006-0850-6>
- Dombrowski, U., & Mielke, T. (2014). Lean leadership -15 rules for a sustainable Lean implementation. In *Procedia CIRP* (Vol. 17, pp. 565–570). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.146>
- Fuller, F. T. (1985). Eliminating complexity from work: Improving productivity by enhancing quality. *National Productivity Review*, 4(4), 327–344. <https://doi.org/10.1002/npr.4040040402>
- Hall, R. W. (2004). Lean and the Toyota Production System. *Target*, 20(3). Retrieved from https://static1.squarespace.com/static/5356f7d5e4b0fe1121e2cb5b/t/565278aee4b058e88fcd6f9e/1448245422867/04-20-3-Lean_and_TPS.pdf
- Johnson, C. N. (2002). The benefits of PDCA. *Quality Progress*, 35(5), 120. Retrieved from <https://search.proquest.com/openview/6fb24b731a9c0c8bafd90096fd751e76/1?pq-origsite=gscholar&cbl=34671>
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook*. McGraw-Hill Companies. <https://doi.org/10.1036/0071448934>
- Mann, D. (2010). *Creating a Lean Culture: Tools to Sustain Lean Conversions* (2nd ed.). New York: Productivity Press.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/CHERD.04351>
- Oakland, J. S., & Sohal, A. S. (1996). *Total Quality Management* (1st ed.). Oxford: Pacific Rim.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a Lean assembly line*. CRC Taylor & Francis.
- Paladini, E. P. (2004). *Gestão de qualidade* (2nd ed.). São Paulo: Atlas, S.A.

- Pawlicki, T., & Whitaker, M. (2008). Variation and Control of Process Behavior. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*, 71(1), S210–S214. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2007.05.096>
- Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. Lisboa: Prefácio.
- Pires, A. R. (2016). *Qualidade - sistemas de gestão da qualidade (2ª)*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Renault Cacia - Organização. (2019). Retrieved May 18, 2019, from <https://group.renault.com/en/our-company/our-brands/>
- Renault Cacia - Visão E Estratégia. (2019). Retrieved May 18, 2019, from <https://intranet.renault.com/manufacturing-logistique-cacia/estrategia-2/visao/>
- Renault Way. (2019).
- Rosa, C., Silva, F. J. G., & Ferreira, L. P. (2017). Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, 11, 1035–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.214>
- Rosa, M. J., Sarrico, C. S., & Sá, P. M. (2014). *Qualidade em ação*. (Manuel Robalo, Ed.) (1ª). Lisboa: Edições Sílabo. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281652725_Qualidade_em_Acao
- Ryan, T. P. (2011). *Statistical Methods for Quality Improvement* (3rd ed.). New Jersey: Wiley.
- Secchi, R., & Camuffo, A. (2019). Lean implementation failures: The role of organizational ambidexterity. *International Journal of Production Economics*, 210, 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.007>
- Stevenson, W. J. (2015). *Operations Management* (12th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Susaki, K. (2013). *Gestão no chão de fábrica LEAN - Sustentando a melhoria contínua todos os dias*. LeanOp Press.
- Wilson, L. (2010). *How to implement Lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill. Retrieved from <https://www.worldcat.org/title/how-to-implement-Lean-manufacturing/oclc/436878091>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). *Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: First Free Press Edition.

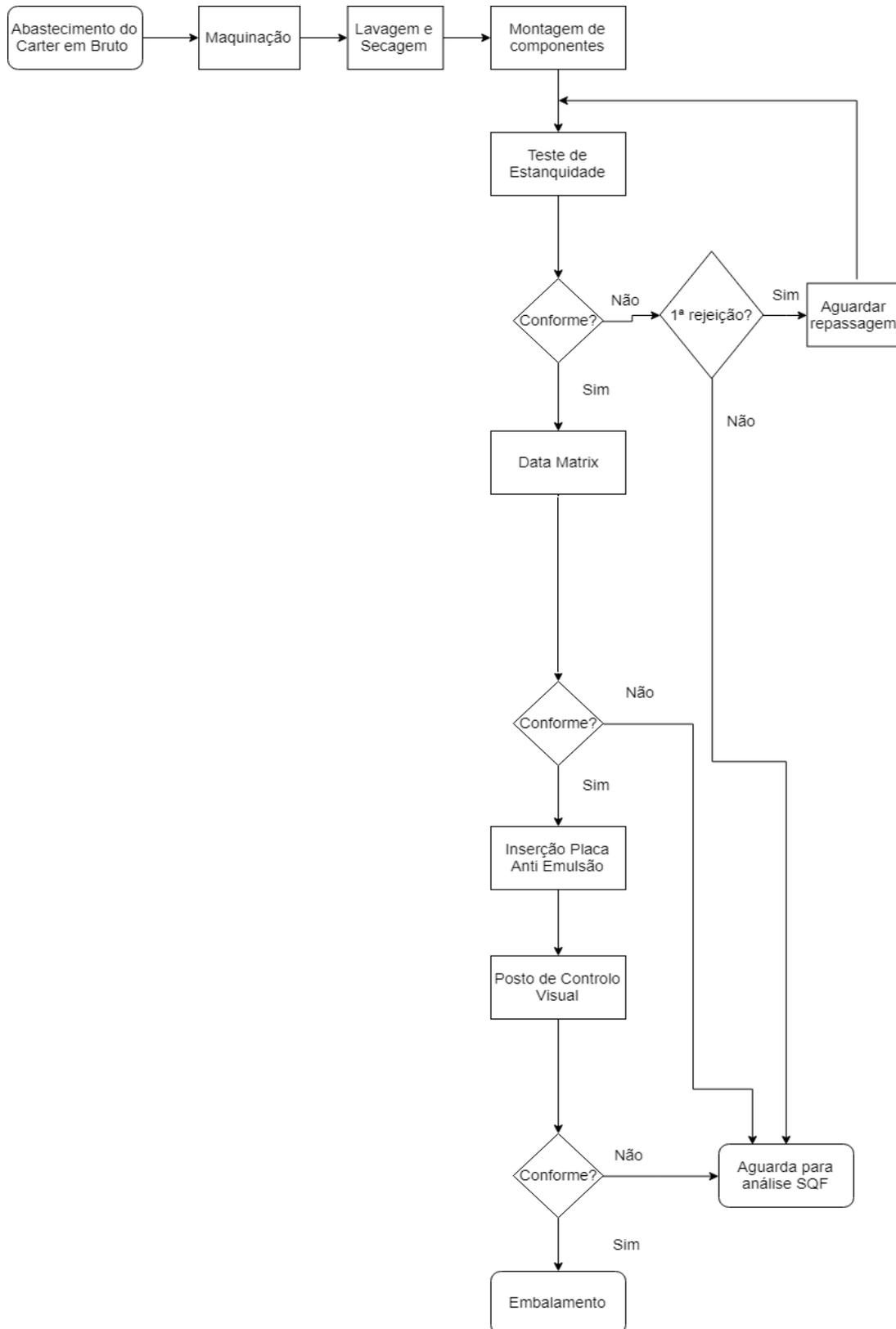
Anexo I

Fluxograma do processo produtivo do Carter de Distribuição:



Anexo II

Fluxograma do processo produtivo do Carter Intermédio:



Anexo III

Folha de registo da melhoria efetuada relativamente à falta de proteção em zona de colocação de ferramentas:

 <p>MELHORIA A renseigner par l'usine A renseigner par les métiers</p> <p>N° : <input type="text"/></p> <p>ALLIANCE PRODUCTION WAY Date : 20/10/2018 Rédacteur : CC</p>	Thème <input type="text"/>	CUET	CA	Ingénierie/DIVD
	Usine : CACIA Ligne/Atelier : DCM Pièce/véhicule Suportes Ferramentas	Opération/technique : <input type="text"/>	Gain annuel réalisé : <input type="text"/> Coût de réalisation : Progresso Continuo Motores	
<p>SUJET : Falta de Proteção em Zona de Colocação de Ferramentas</p>				
<h2>ANTES</h2>		<h2>DEPOIS</h2>		
				
<p><u>Problema:</u> Risco de corte: caso alguém passasse perto dos suportes de ferramentas, com utensilios virados para baixo. Este problema encontrava-se em todas as unidades de maquinação do Departamento de Componentes Mecânicos.</p>		<p><u>Melhoria:</u> Colocação de rede de proteção em todos os suportes de ferramentas existentes no Departamento.</p>		

Anexo IV

Folha de verificação de fugas falsas na linha de produção do Carter de Distribuição:

Carter de Distribuição H4/H5 **Folha de Registo - Fugas**

Data: _____

	Total	Dia	Turno
Qtd			
OK			
NOK			

Turno _____

	Total	Dia	Turno
Qtd			
OK			
NOK			

Turno _____

	Total	Dia	Turno
Qtd			
OK			
NOK			

Turno _____

Anexo V

Folha de verificação de defeitos nas ilhas de montagem do Carter Intermédio:

Data:	Peças recusadas na montagem ilha _					
Defeito com paragem	1ª Equipa		2ª Equipa		3ª Equipa	
	VN	FG	VN	FG	VN	FG
Defeito válvula permutador						
Defeito esfera						
Defeito tampão 22						
Defeito <u>Loctite P1</u>						
Defeito reator P1						
Defeito origem mesa P1						
Defeito peça mal colocada P1						
Defeito válvula óleo						
Defeito tampão 16						
Defeito <u>Loctite P2</u>						
Defeito peça mal colocada P2						
Fugas AP						
Fugas BP						

Anexo VI

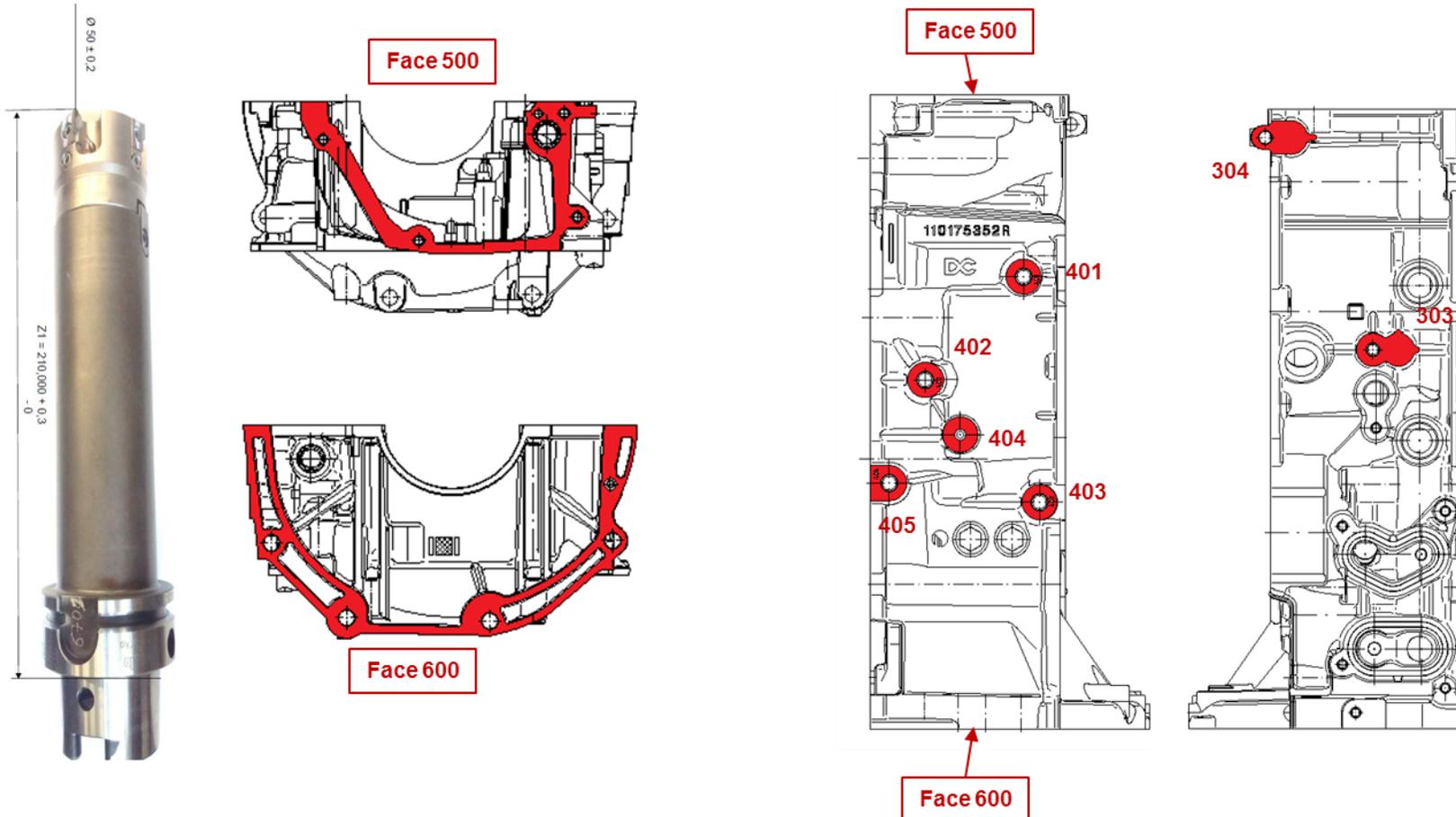
GROUPE RENAULT		LUP		UET: CC3444 Carter Intermédio		Ano: 2019				
Orientações:								P - Performance		
Esta LUP deve apenas conter ações de correção "curativas" com tratamento ao nível da UET ou equiparada, com prazos teóricos de fecho ≤ 15 dias, se > 15 devem passar para a LUP Atelier - Todas as ações corretivas (focus causa raiz do problema), preventivas e transversais devem ser identificadas e documentadas ao nível das LUP do Atelier/Departamento - Todas as ações são validadas, garantidas na aplicação/eficácia pelo resp da LUP da UET								P - Performance S - Segurança, A - Ambiente, Q - Qualidade, O - OPT's/Standard, M - Manutenção, L - Logística, RH - Recursos Humanos-formação		
Data	Tema	Zona Anomalia/ Máquina	Descrição da anomalia	Autor análise "Identificou"	Ações a Realizar	Piloto	Prazo	Avanço	Data da Fecho	Obs.
12/04/19	R	Pórtico Máquina	Choques causados pelo pórtico	P Couto	Substituição de todas as peças da prelate, - Fertilização elevadora + pinças pórtico -> Prever limpeza UET ao fim de semana			+		-> Possibilidade de estudo para redução pórtico
12/04/19	S	UET 3444	Falta de limpeza ao fim de semana					+		
12/04/19	L	UET 3444	Deposito dos AGV's -> sujidade -> peças perdidas -> falta manutenção/controle		-> controle tags + lista no grelha -> limpeza jfo antiderapante -> limpeza de equipa de limpeza - possibilidade de limpeza dos jfo de limpeza, limpeza de jfo de limpeza			+		
12/04/19	S	UET 3444	Pivo escarregado		Eliminar fugas de óleo, substituir o óleo, Anelado (choc)			+		
12/04/19	P	Ilhas robotizadas	Controlo pino guia face 500		Ajuste dos pinos	Ivan Gaspar	5/6	+		
12/04/19	P	Ilhas robotizadas	Ajuste de IT devido de moldes diferentes		Ajuste IT de apalpaç Renault	Ivan Gaspar		+		
12/04/19	Q	Ilhas de montagem	Rejeição POE's na introdução -> causas: POE's não conformes, Problemas mecânicos					+		
12/04/19	M	Estampada	Fugas na estanquidade - falta expertise no deteção, fugas - falta KNO, - falta limpeza buxo, -					+		

Anexo VII

Seqüência de maquinação do Carter Intermédio:

T6701

Seqüência maquinação N°1 – Fresagem 500/600/401 a 405/303/304



Anexo VIII

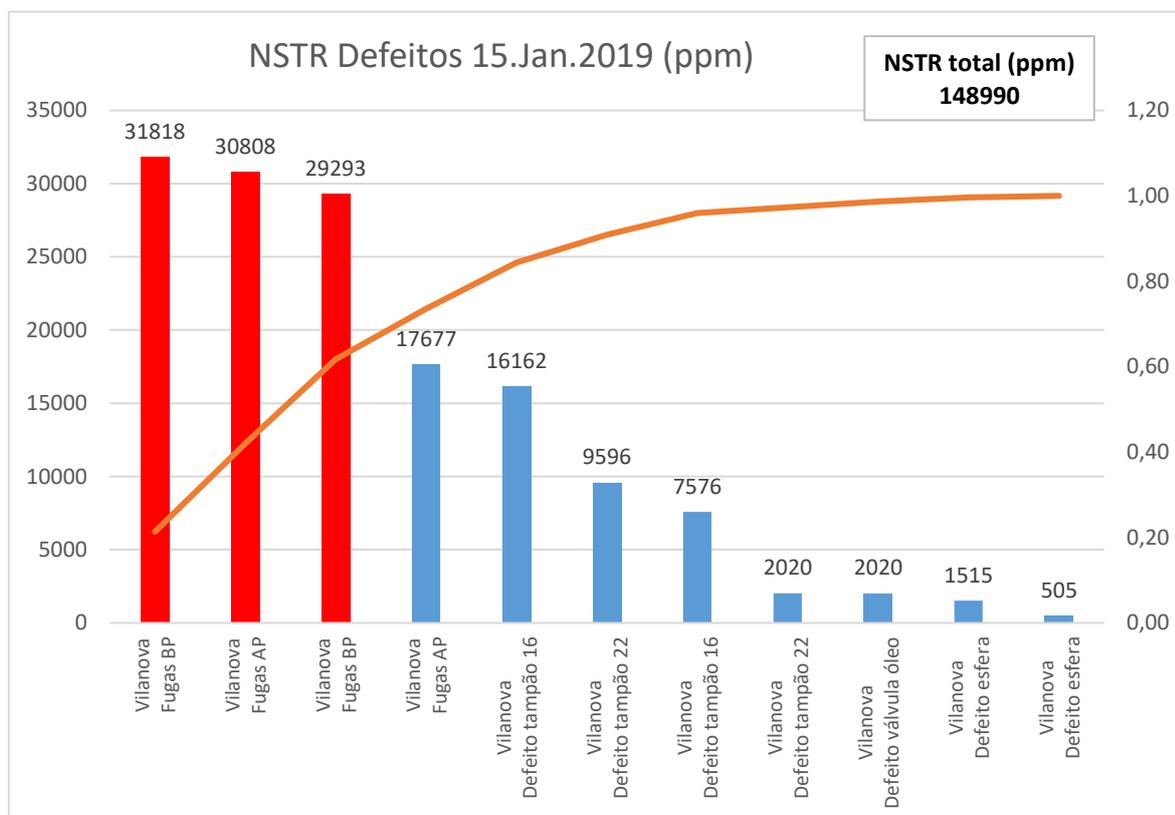


Figura 1 - Exemplo de gráfico de Top 3 dos defeitos nas ilhas de montagem do Carter Intermédio