

IPV - ESTGV |

Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



# Instituto Politécnico de Viseu

Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu



Dedico este trabalho aos meus pais, ao Joshua, à minha família, aos meus amigos e aos colegas de trabalho que me ajudaram e que fizeram com que a realização desta dissertação fosse possível.

*“Life is short, time is fast, no replay, no rewind, so enjoy every moment as it comes”*



## RESUMO

A evolução da indústria ao longo do último século permitiu que atualmente seja possível entregar produtos com melhor qualidade e com preços reduzidos ao cliente. Estes resultados foram alcançados com a implementação das ferramentas *lean*, que têm como principal objetivo a eliminação de desperdícios ao longo do fluxo de produção. A metodologia *lean* começou a ser desenvolvida no início do século XX, porém foi no final da segunda guerra mundial que os engenheiros da Toyota começaram a implementar esta ferramenta na indústria, sabendo à priori, que precisavam de otimizar os seus processos para ganhar vantagem competitiva face à concorrência. A partir daí o *lean* foi sendo implementado nas empresas, quer industriais, quer comerciais, como forma de garantir que os custos finais do produto ou do serviço prestado são reduzidos, garantindo o nível de qualidade.

O principal objetivo desta dissertação foi a redução do número de deformações encontradas nas espumas de poliuretano dos assentos do modelo Mégane da *Renault*. Para atingir o objetivo foi utilizada a metodologia DMAIC, que é uma das ferramentas *lean* e que consiste num processo cíclico de cinco etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Esta metodologia foi selecionada porque como é cíclica permite que se algo durante o processo não esteja a seguir o procedimento estabelecido, ou seja, que permita atingir o resultado pretendido, se possa retroceder ao ponto onde se detetou a falha.

Terminada a implementação da metodologia DMAIC conseguiram atingir-se os objetivos iniciais, sendo possível registar a diminuição do número de ocorrências de espumas dos assentos deformadas. Os resultados obtidos podem ser melhorados no futuro, continuando o processo de melhoria contínua diário.

**Palavras-chave:** *Lean*, Espumas, Desperdício, DMAIC, Defeitos



## ABSTRACT

The evolution of the industry over the last century has now made possible to deliver products with better quality and reduced prices to the customer. These results were achieved with the implementation of lean tools, which have as main objective the elimination of waste along the production flow. The lean methodology started to be developed at the beginning of the 20th century, however it was at the end of the second world war that Toyota engineers started to implement this tool in the industry, knowing a priori, that they needed to optimize their processes to gain competitive advantage in the face of competition. Since then, lean has been implemented in companies, whether industrial or commercial, as a way to ensure that the final costs of the product or service provide are reduced, ensuring the level of quality.

The main objective of this dissertation was to reduce the number of deformations found in the polyurethane foams of Renault's Mégane model car seats. To achieve the objective, the DMAIC methodology was used, which is one of the lean tools and which consists of a five-step cyclical process: defining, measuring, analyzing, improving and controlling. This methodology was selected because as it is cyclical it allows that if something during the process is not following the established procedure, that is, that allows to reach the desired result, it can go back to the point where it failed.

After the implementation of the DMAIC methodology, the initial objectives were achieved, and it was possible to record the decrease in the number of deformed seat foam occurrences. The results obtained can be improved in the future, continuing the process of continuous daily improvement.

**Key-words:** *Lean*, Foams, Waste, DMAIC, Defects



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais por todo o apoio que me deram ao longo do percurso académico.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Paulo Joaquim Antunes Vaz, pela sua disponibilidade, pela motivação, pelos ensinamentos que me transmitiu e pelo seu apoio durante esta etapa.

Agradeço à Doutora Rosa Silva, responsável da biblioteca da ESTGV, por toda a ajuda e apoio prestado durante a realização desta dissertação.

À empresa onde realizei esta dissertação o meu agradecimento, em especial ao diretor de fábrica, à chefe do departamento da qualidade e aos meus colegas que me ajudaram a atingir os objetivos pretendidos, em especial a duas pessoas que estiveram sempre comigo durante todo o processo.

Por fim, não me poderia esquecer, aos meus colegas e amigos que estiveram sempre presentes e dispostos a ajudar em tudo o que precisasse para a realização deste projeto.

A todos o meu sincero Obrigada!



# ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE Tabelas.....	xvi
Índice de Gráficos.....	xix
Nomenclatura.....	xx
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivos Específicos .....	2
1.3 Estrutura da Dissertação .....	2
2. Enquadramento Teórico .....	4
2.1 <i>Lean</i> .....	4
2.1.1 Definição do conceito <i>lean</i> .....	6
2.1.2 5 Princípios básicos da metodologia Lean .....	6
2.1.3 Vantagens da aplicação da metodologia <i>lean</i> .....	7
2.1.4 Os 8 desperdícios do <i>lean</i> .....	7
2.1.5 Influência da metodologia <i>lean</i> na estratégia de planeamento .....	10
2.1.6 Objetivo de zero desperdício .....	11
2.1.7 Ferramentas <i>lean</i> .....	12
2.1.8 PDCA.....	15
2.1.9 Metodologia DMAIC .....	16
2.1.10 Benefícios/Vantagens do DMAIC.....	18
2.1.11 PDCA vs metodologia DMAIC.....	19
2.1.12 Produtividade.....	19
2.2 Qualidade .....	19
2.3 Espumas .....	21
2.4 Tipos de Bancos Automóveis .....	22

2.4.1	Funções dos Bancos Automóveis .....	22
3.	Apresentação da Empresa .....	24
4.	Caso Estudo.....	26
4.1	1ª Fase - Definir.....	27
4.1.1	Definição do Projeto .....	27
4.1.2	Definição do Problema.....	27
4.1.3	Cronograma da Implementação do Projeto.....	28
4.2	2ª Fase – Medir.....	29
4.2.1	Espuma CAR e as suas zonas críticas.....	31
4.2.2	Fornecedor .....	32
4.2.3	Transporte .....	35
4.2.1	Fábrica.....	36
4.2.2	Armazenamento das espumas .....	39
4.3	3ª Fase - Analisar.....	40
4.3.1	Origem dos defeitos detetados no fornecedor.....	40
4.3.2	Origem dos defeitos detetados no transporte .....	42
4.3.3	Origem dos defeitos detetados no armazenamento em fábrica.....	45
4.3.4	Diagrama de Ishikawa.....	46
4.3.5	Ferramenta dos 5 Porquês .....	48
4.3.6	Diagrama de Pareto .....	49
4.4	4ª Fase - Improvement (Melhorar) .....	50
4.4.1	Fornecedor .....	50
4.4.2	Otimização do carregamento do camião.....	50
4.5	5ª Fase - Controlar.....	53
4.5.1	Análise das deformações.....	54
4.6	4ª Fase - Improvement (Melhorar) – 2ª alteração de layout.....	54
4.6.1	Criação de Ajudas Visuais .....	55
4.7	5ª Fase – Controlar – 2ª alteração de layout.....	57
4.7.1	Análise das deformações novembro .....	57
4.7.2	Análise das deformações de dezembro .....	61
4.7.3	Conclusões das análises às descargas dos camiões.....	61
4.7.4	Espumas Sucatadas e Custos Associados .....	63

4.7.5	Definição do plano de controlo .....	66
5.	Conclusões.....	67
	Referências .....	68
	Apêndices .....	73
	APÊNDICE A – Manual de Procedimentos.....	74
	APÊNDICE B - Dados recolhidos durante os meses de Novembro e Dezembro.....	77
	APÊNDICE C - Deformações das espumas CAR.....	80
	Apêndice D - Exemplos de recuperações com vapor efetuadas nas espumas.....	89



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Os 5 princípios básicos do Lean (Kanbanize, 2019) .....	6
Figura 2 - As 9 chaves do desenvolvimento lean .....	12
Figura 3 - Implementação de Ciclos de PDCA (Nascimento, 2011).....	15
Figura 3 - Ciclo DMAIC adaptado (Dias, 2014) .....	17
Figura 5 - Distribuição das Unidades da Faurecia pelo Mundo (Faurecia, 2020).....	24
Figura 6 - Organigrama do Departamento da Qualidade .....	27
Figura 7 - Percurso das espumas dos assentos .....	28
Figura 8 - Espuma do Assento no molde.....	32
Figura 9 - Prensa para espumas sem armação .....	33
Figura 10 - Câmara de vácuo para espumas com armação.....	33
Figura 11 - Enchimento do molde pelo robô.....	34
Figura 12 - Saída dos excessos de espuma pelos orifícios do molde .....	34
Figura 13 - Tapete Rolante que transporta as espumas .....	35
Figura 14 - Vinco na lateral.....	35
Figura 15 - Deformação na lateral.....	36
Figura 16 - Marca na zona do assento lateral .....	36
Figura 17 - Zona do assento achatada .....	36
Figura 18 - <i>Layout</i> da Fábrica.....	37
Figura 19 - Layout zona de descarga e armazenamento das espumas.....	39
Figura 20 - Espumas CAR      Figura 21 - Espumas CAR na TRA.....	40
Figura 22 - Espumas DAR      Figura 23 - Espumas Ford.....	40
Figura 24 - Imagem ilustrativa dos cestos utilizados .....	41
Figura 25 - Espuma com deformação na lateral causada pelos carros de transporte .....	41
Figura 26 - Espuma com deformação causada pelos dedos do operador quando se encontra em formação.....	41
Figura 27 - Régua do camião danificada      Figura 28 - Pedacos de madeira.....	42
Figura 29 - Peça de roofmate      Figura 30 - Fundo do camião danificado.....	42
Figura 31 - Chão do camião danificado.....	43
Figura 32 - Bolsas invertidas .....	43
Figura 33 - Roofmate mal posicionado .....	43
Figura 34 - Bolsa apertada com nó, as espumas movimentam-se livremente.....	44
Figura 35 - Definição de aperto das bolsas.....	44
Figura 36 - Exemplos de espumas deformadas/rasgadas nas régulas.....	45
Figura 37 - Exemplos de lixo que provocaram deformação em espumas .....	45
Figura 38 - Diagrama de Ishikawa .....	47
Figura 39 - Filas CAR a 4 sacos de altura .....	51
Figura 40 - Filas CAR a 3 sacos de altura .....	52

Figura 41 - Placas de Roofmate a separar cada nível de espumas .....	52
Figura 42 - Filas de CAR a 4 sacos de altura com encostos da Renault por cima.....	53
Figura 43 - Filas de CAR a 3 sacos de altura com espumas da Ford por cima.....	53
Figura 44 - Filas a 3 sacos de altura, com encostos da Renault por cima.....	55
Figura 45 - Filas a 4 sacos de altura com espumas Ford por cima .....	55
Figura 46 - Ajuda visual 1.....	56
Figura 47 - Ajuda visual 2.....	57
Figura 48 - Sacos invertidos de CAR e mal posicionados.....	59
Figura 49 - Fila carregada a 3 sacos de altura todos deslocados.....	59
Figura 50 - Deformações provocadas pela deslocação dos sacos.....	60
Figura 51 - Fila mal carregada .....	60
Figura 46 - Manual de Procedimentos .....	74
Figura 47 - Manual de Procedimentos .....	75
Figura 48 - Manual de Procedimentos .....	76
Figura 49 - Zona do Assento Lateral com marca da zona do ISOFIX que veio apoiada nesta espuma .....	80
Figura 50 - Deformação na zona lateral da espuma provocada pelo mau posicionamento do roofmate .....	81
Figura 51 - Deformação na zona do assento parte frontal provocada pela régua do camião... 81	
Figura 52 - Deformação na zona dos ISOFIX provocada pelo roofmate .....	82
Figura 53 - Deformação provocada por mau carregamento .....	83
Figura 54 - Deformação na parte de trás dos ISOFIX porque a espuma ficou trilhada nas réguas do camião.....	83
Figura 55 - Deformação causada pelo operador do fornecedor que está em formação quando retira a espuma do molde .....	84
Figura 56 - Deformação causada por espuma que veio apoiada na parte de cima da espuma 84	
Figura 57 – Espuma mal posicionada .....	85
Figura 58 - Espuma com marca das réguas do camião .....	85
Figura 59 - Espuma com marca dos isofix de outra espuma .....	86
Figura 60 - Espuma deformada pelo peso das espumas que vêm por cima.....	86
Figura 61 - espuma marcada pela régua do camião .....	87
Figura 62 - espuma deformada pelo isofix.....	87
Figura 63 - Espuma deformada na lateral pelo roofmate.....	88



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma .....	29
Tabela 2 - Zonas da Espuma CAR.....	31
Tabela 3 - 5 Porquês.....	48
Tabela 4 - Carregamento em função do número de sacos CAR.....	51
Tabela 5 - Dados das descargas antes e depois da primeira alteração de layout .....	54
Tabela 6 - Dados de Novembro depois da 2ª alteração de layout.....	58
Tabela 7 - Dados das descargas de Dezembro .....	61
Tabela 8 - Recuperações efetuadas na fábrica .....	89





## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados iniciais dos custos de espumas sucatadas .....	30
Gráfico 2 - Diagrama de Pareto.....	49
Gráfico 3 - Espumas deformadas por semana e custo associado .....	65
Gráfico 4 - Dados das descargas antes e depois da primeira alteração de layout.....	77
Gráfico 5 - Dados de Novembro depois da 2ª alteração de layout .....	78
Gráfico 6 - Dados das descargas de Dezembro .....	79

## NOMENCLATURA

**TPS** – Toyota Production System

**DMAIC** – Define, Measure, Analyse, Improve, Control

**PDCA** – Plan, Do, Check, Act

**CAR** – Espuma do assento da *Renault*

**DAR** – Espuma do encosto da *Renault*

**COMEX** – Reunião semanal para decidir quem é responsável pelas espumas com defeitos

**TRA** – Zona de armazenamento extra para quando a área de armazenamento está completa

**EDA** – Designação da fábrica da Faurecia de Nelas





# 1. Introdução

## 1.1 Enquadramento

Com a crescente necessidade de produzir com o melhor nível de qualidade e com os menores custos possíveis, as empresas têm vindo a implementar a metodologia *lean*, que não só permite melhorar os seus processos produtivos como também as tarefas realizadas nos serviços. A implementação do *lean* ocorre em empresas que procuram os seguintes aspetos: melhoria contínua, redução de custos, flexibilidade na produção, maior capacidade de produtividade, melhoria e otimização dos seus processos e qualidade no ambiente de trabalho para os seus funcionários.

A metodologia *lean* é constituída por várias ferramentas que permitem a cada empresa selecionar a que lhes permitirá atingir os seus objetivos, sendo que o principal será o de diminuir os desperdícios gerados, sejam eles numa linha de produção ou numa área administrativa.

Uma das ferramentas da metodologia *lean* é o DMAIC que permite identificar e melhorar problemas na qualidade dos produtos e serviços de uma empresa, aumentar a sua receita e diminuir os custos gerais. A sua eficácia depende da forma como é implementada e o seu cumprimento. Esta ferramenta é cíclica, isto é, funciona com cinco etapas em que, caso seja necessário, se pode regredir a uma etapa anterior para realizar alterações ou iniciar o ciclo para introduzir mais informação de modo a atingir o objetivo.

A empresa onde se realizou esta dissertação pretende entregar ao seu cliente o produto com altos índices de qualidade e com um custo final mínimo. Para tal, tem implementado planos de melhoria contínua de modo a reduzir os seus desperdícios.

## 1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo geral a análise de falhas, de modo a diminuir as deformações nas espumas dos assentos de automóvel, sendo que são estas que têm maior incidência de defeitos na empresa. Para isso, é importante determinar:

1. A origem dos defeitos;
2. Soluções para diminuição desses defeitos;
3. Metodologias a aplicar para atingir esse objetivo.

### 1.2.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta dissertação são:

1. Realização de um estudo sobre a origem das deformações;
2. Análise do processo de fabrico de modo a verificar se algumas das deformações ocorrem durante o processo;
3. Implementar medidas que visem a diminuição das deformações;
4. Verificação da implementação das medidas;
5. Análise dos dados recolhidos após implementação das alterações;
6. Elaboração do relatório final.

## 1.3 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos. O primeiro capítulo é a introdução, é constituído pelo enquadramento e pelos objetivos a atingir no final do projeto.

No segundo capítulo encontra-se o enquadramento teórico, onde se aborda a metodologia *lean*, a origem e a importância da qualidade, a evolução das espumas e a sua composição, os tipos de assentos automóveis disponíveis no mercado. Dentro da metodologia *lean* descrevem-se os seus cinco princípios básicos, as vantagens da sua aplicação, os oito desperdícios

considerados, a sua influência na estratégia de planeamento, o principal objetivo de obter zero desperdícios e as suas ferramentas.

No terceiro capítulo faz-se uma breve apresentação da empresa onde o projeto foi desenvolvido, a empresa pertence ao grupo *Faurecia Seating*, situada em Nelas, produz componentes para a indústria automóvel, mais especificamente assentos traseiros para a *Renault* e *Ford*.

No quarto capítulo descreve-se todo o caso estudo desenvolvido. Explica-se o processo de aplicação da metodologia DMAIC na resolução do problema encontrado nas espumas dos assentos da *Renault* e são apresentados os resultados obtidos ao longo do projeto.

No último capítulo são apresentadas as conclusões do caso de estudo desenvolvido nesta dissertação.

## 2. Enquadramento Teórico

### 2.1 *Lean*

Alguns princípios da metodologia *lean* tiveram origem no *Scientific Management* de Frederic Taylor, que tinha por base descobrir a melhor forma de realizar algo do modo mais eficiente. Os funcionários eram motivados apenas pelo seu ordenado e abrandavam o seu ritmo sempre que não estavam a ser controlados. Para contrariar esta situação os gerentes faziam a divisão do trabalho em tarefas mais fáceis e promoveram a formação para que as tarefas fossem desempenhadas por qualquer um de uma maneira homogénea. Com estas medidas aplicadas cada funcionário devia ser pago de acordo com o seu nível de produção, incentivando-o a produzir mais e melhor, obtendo a empresa lucros mais altos devido ao aumento do nível de produção. (*Expert Program Management*, 2018)

Até aos anos 50 foram surgindo desenvolvimentos destes princípios, entre os quais, o modelo de Henry Ford. Este modelo inovou pela capacidade de produção em massa e consequente diminuição de custos e aumento de lucros. Houve uma otimização do processo ao nível da velocidade de produção dos carros, porém os trabalhadores eram obrigados a trabalhar em demasia, sem limites de produção diária e ficavam restritos ao seu setor, não conhecendo todo o processo. Ford melhorou os conceitos que foram desenvolvidos por Taylor introduzindo tecnologia e implementando a noção de ciclo de produção. (Curado, 2019)

Após a segunda guerra mundial surgiu a necessidade por parte do Japão de se desenvolver ao nível da produção industrial para conseguir emergir nos mercados. Depois de uma análise

às indústrias americanas, Taiichi Ohno, diretor da *Toyota Motor Company* e fundador do TPS e do *Kanban*, entendeu que não seria possível produzir em massa no Japão porque este princípio provocava um excesso de *stocks*. Como na Toyota não havia dinheiro, nem espaço de armazenamento e não eram produzidas grandes quantidades do mesmo carro, Taiichi Ohno decidiu adaptar o fluxo contínuo de Henry Ford num fluxo que permitisse alterações sempre que o seu cliente assim o solicitasse. Com o envolvimento dos seus engenheiros, administradores e colaboradores procedeu à aplicação nas fábricas da *Toyota* de processos automáticos e com fluxos unitários de produto. Este desenvolvimento levou ao surgimento do *Toyota Production System* (TPS) cujo objetivo principal é o de identificar e eliminar os desperdícios e, conseqüentemente, diminuir os custos totais. (Oliveira, 2012)

O TPS estava associado a apenas um produtor e havia necessidade de criar uma designação que pudesse ser utilizada pelas empresas que estavam a adotar esta metodologia de trabalho. Em 1990, James P. Womack escreveu o livro “A Máquina que Mudou o Mundo” onde utilizou o termo “*Lean Manufacturing*” que passou a ser utilizado até aos dias de hoje. (Sinfic, 2007)

Atualmente a metodologia *lean* é aplicada em grande parte das empresas dos mais variados setores, sendo que continua em constante evolução e crescimento.

Existem três correntes dentro da metodologia *lean*: o *lean thinking*, o *lean manufacturing* e o *lean production*. O *lean thinking* é utilizado por empresas que pretendem uma diminuição dos desperdícios e gerar valor agregado. O *lean manufacturing* está associado ao processo produtivo, pretende eliminar os desperdícios e cumprir um plano de melhoria contínua dos vários processos pelos funcionários. O *lean production* consiste na produção por lotes de volume baixo de vários produtos com tempo de produção curto, procura a qualidade, a flexibilidade e a maior redução de custos. (Farinha, 2015)

O *lean* baseia-se em três pilares fundamentais:

1. Entregar valor do ponto de vista do consumidor;
2. Eliminar desperdícios retirando tudo o que não acrescente valor ao produto final;
3. Melhoria contínua.

Para a metodologia *lean* a melhoria contínua deve ser aplicada nos processos de trabalho e nas pessoas, implicando empenho e responsabilidade de todos para que tal seja possível. (Kanbanize, 2019)

### 2.1.1 Definição do conceito *lean*

De acordo com (Womack & Jones, 2004), a metodologia *lean* é implementada nas fábricas para reduzir os seus tempos de produção, melhorar os níveis de qualidade e, como consequência, diminuir os custos de fabrico através da aplicação de um fluxo de produção que pretende eliminar os desperdícios ao longo desse fluxo de valor.

### 2.1.2 5 Princípios básicos da metodologia Lean



Figura 1 - Os 5 princípios básicos do Lean (Kanbanize, 2019)

Na figura 1, encontra-se a representação esquemática dos 5 princípios básicos do *lean*:

1. *Identificação de valor* – procurar adicionar valor ao produto, tendo em conta, as necessidades do cliente. Para isso é necessário identificar o valor que se pretende dar ao produto.
2. *Mapa da Cadeia de Valor* – inclui todas as ações e todas as pessoas envolvidas no processo de entrega do produto final ao consumidor. Analisa onde é gerado valor ao longo da cadeia.
3. *Criação de Fluxo de Trabalho Contínuo* – o fluxo de trabalho de cada equipa tem de ser exequível. Não existir pontos de estrangulamento e interrupções, mas dividindo o trabalho em partes mais pequenas conseguem-se eliminar.

4. *Criação de Sistema Pull* – fluxos de trabalho estáveis para que as tarefas sejam realizadas mais rapidamente e com menos esforço. Isto necessita da criação de um sistema pull, ou seja, o trabalho só é realizado quando há um pedido para que isso aconteça, evitando trabalho em excesso e a utilização dos recursos, não aumentando os desperdícios.

5. *Melhoria Contínua* – como podem ocorrer problemas em qualquer um dos passos anteriores é fundamental que todas as pessoas envolvidas no processo se interessem e se empenhem na melhoria contínua. Um exemplo de motivação de melhoria contínua é a realização diária de um *briefing* onde são debatidos os problemas detetados e a forma como os solucionar. (Kanbanize, 2019)

### **2.1.3 Vantagens da aplicação da metodologia *lean***

As principais vantagens da aplicação da metodologia *lean* são:

- Foco: capacidade de reduzir atividades que provocam desperdício, focando em atividades que acrescentem valor de agregado;
- Melhoria na produtividade e eficiência: funcionários motivados são mais produtivos e eficientes porque não desperdiçam tempo com tarefas desnecessárias;
- Processo mais inteligente (sistema *pull*): só se produz quando existe encomenda para o produto;
- Melhor utilização dos recursos: produzindo em *Just in Time*, há menos desperdício porque só se utilizam os recursos necessários para a procura. (Kanbanize, 2019)

### **2.1.4 Os 8 desperdícios do *lean***

Inicialmente existiam sete desperdícios do *lean* que foram desenvolvidos por Taiichi Ohno, engenheiro chefe da Toyota como parte integrante do TPS. Esses sete desperdícios são: transporte, excesso de *stock*, movimentações, tempo de espera, produção em excesso, superprocessamento e retrabalho.

O oitavo desperdício foi adicionado nos anos 90 quando o TPS foi adotado pelo mundo ocidental, sendo a utilização do potencial humano, que até então nem sempre era valorizado.

Os oito desperdícios que se pretendem eliminar com a implementação da metodologia *lean* são:

### 1. Transporte

Neste desperdício inclui-se a movimentação de pessoas, ferramentas, *stocks*, equipamentos ou produtos para além daquelas que são necessárias. É de grande relevância ainda o movimento excessivo de materiais que pode levar à ocorrência de danos e defeitos nos produtos. A movimentação em excesso das pessoas e dos equipamentos origina trabalho desnecessário, mais desgaste e exaustão. Para evitar este desperdício numa área administrativa deve optar-se por colocar as pessoas que necessitam de colaborar entre si mais próximas. Em ambiente fabril os materiais que sejam necessários para a produção devem estar o mais próximo possível da linha de produção e evitar movimentar o material mais do que uma vez depois de ser rececionado.

### 2. Excesso de *Stock*

Ao armazenar um produto a empresa tem gastos de armazenamento, embalagem e transporte. A estes gastos pode-se ainda adicionar a possibilidade de durante o transporte o produto danificar-se ou ficar obsoleto durante o seu armazenamento. Para evitar este desperdício organizam-se as movimentações e o stock de materiais utilizando o *Kanban* e o *Just in Time* de modo a produzir apenas o que é necessário.

### 3. Movimentações

Este desperdício é originado por qualquer que seja o movimento desnecessário de pessoas, equipamentos ou máquinas. Quando uma tarefa exige movimentos excessivos deve ser revista para melhorar o trabalho dos colaboradores e aumentar os seus níveis de saúde e segurança. Quanto ao desperdício de movimentação pode-se referir a procura de materiais, a procura de arquivos, a procura nos *stocks* para encontrar algo necessário, excesso de “cliques” no rato do computador e a introdução dos mesmos dados mais do que uma vez. Os movimentos desperdiçados na produção são movimentos repetitivos que não acrescentam valor para o cliente, a necessidade de ir buscar material por falta de abastecimento, caminhar para obter uma ferramenta ou algum material e realizar ajustes num determinado componente depois deste já se encontrar instalado, ou seja, necessidade de retrabalho.

Uma boa organização do espaço de trabalho, a colocação do material e do equipamento próximo do local de produção e a colocação dos materiais ergonomicamente para que o colaborador não venha a ter problemas de saúde, são passos a ter em conta para evitar este desperdício.

### 4. Tempo de espera

É o tempo em que os colaboradores, as máquinas e os restantes recursos não estão a ser utilizados. Como é que se pode gerir este tempo de modo a otimizar o fluxo? Aplicando ferramentas como o *Takt Time* e o *Just in Time* que permitem organizar a distribuição das atividades através de um fluxo de trabalho, produzindo somente aquilo que é necessário e no tempo certo.

### 5. Produção em excesso

Considera-se que existe processamento excessivo quando se faz mais trabalho, se adicionam mais componentes ou se introduzem mais etapas de produção além do que é exigido pelo cliente.

Relativamente à produção este desperdício ocorre quando se utilizam equipamentos de precisão mais elevada do que a necessária, uso de componentes com capacidade superior à procura, execução de análises a mais do que o necessário, ajustar componentes depois de já se encontrarem instalados e aplicar mais funcionalidades num produto para além do que foi definido.

Quanto à área administrativa este desperdício verifica-se ao realizar relatórios mais detalhados do que o necessário, existência de etapas desnecessárias no processo de compra, exigência de assinaturas sem necessidade num documento, introdução de dados repetida, excesso de formulários que não são fundamentais e tarefas extra no fluxo de trabalho.

Como se pode minimizar este desperdício? Fazer uma análise dos requisitos de trabalho do ponto de vista do cliente.

### 6. Superprocessamento

É importante numa empresa saber o que é mais importante: qualidade ou quantidade? Este desperdício ocorre quando há mais saídas de material ou informação do que é pedido, o que gera mais *stock*, mais defeitos, mais transporte, mais movimentações, em suma, mais gastos. Para ajudar a eliminar este desperdício utiliza-se a ferramenta SMED (Single Minute Exchange of Die) que reduz o tempo gasto em *setup*, tornando os processos mais flexíveis, possibilitando a alteração na produção, de modo a que as empresas se tornem mais competitivas. Respondendo à pergunta inicial, a qualidade é o mais importante porque a quantidade pode levar à existência de mais desperdícios prejudicando assim a qualidade do produto.

### 7. Retrabalho

Este desperdício é o mais óbvio porém nem sempre é o mais fácil de detetar a tempo de não chegar ao cliente. Cada produto que apresente defeitos tem de ser retrabalhado ou substituído, isto implica a perda de recursos materiais e, em situações mais graves, à perda de clientes. Uma ferramenta que deve ser implementada de modo a prevenir este desperdício é o *Poka Yoke* e tornar o processo o mais possível automatizado para prevenir as falhas.

### 8. Conhecimento Intelectual

Este desperdício é o mais recente e consiste na falta de aproveitamento do conhecimento e das capacidades dos colaboradores. Muitas vezes os colaboradores são tratados como robôs impossibilitando-os de revelarem as suas habilidades. É importante incentivar o intelectual humano de forma a que as pessoas se sintam mais motivadas. O chefe ou superior de cada equipa deve avaliar quais as capacidades e as atividades onde cada colaborador será mais rentável, motivando e desenvolvendo os seus colaboradores. Onde existe uma equipa motivada há mais hipóteses de surgirem novas ideias que, conseqüentemente, melhorarão o resultado da empresa. (Marinho, 2019)

## **2.1.5 Influência da metodologia *lean* na estratégia de planeamento**

Apesar da metodologia *lean* possuir qualidades inovadoras, partilha funcionalidades do planeamento estratégico tradicional. As empresas onde o *lean* é implementado sofrem uma análise aos seus pontos fortes e às suas fraquezas comparando com os seus fornecedores e concorrentes. Fazem um estudo aos seus clientes para determinarem quais são as suas necessidades, avaliando possíveis oportunidades e ameaças. Identificam o que é praticado e o que se poderia melhorar para elevar o nível de competitividade. Compreendem as capacidades e os fatores chave que permitem atingir sucesso no mercado.

A metodologia *lean* introduz quatro novos pontos quando comparado com a estratégia de planeamento:

- Uma relação entre o desenvolvimento de uma gestão de topo e a implementação de aprendizagem e melhorias diárias;
- Uma estrutura organizacional capaz de apreender e se desenvolver continuamente;
- Envolvimento dos colaboradores em trabalhos de grupo ou equipa;
- Uma gestão multifuncional. (Jackson, 1996)

### 2.1.6 Objetivo de zero desperdício

É importante aplicar a metodologia *lean* nas empresas para atingir um nível de excelência, contudo o mais difícil é manter esse nível. Para tal é necessário manter o empenho por parte de todos os envolvidos em atingir o objetivo de zero desperdício.

Segundo (Jackson, 1996), existem nove áreas chave de origem do desperdício:

1. Foco no cliente – não existir reclamações do cliente;
2. Liderança – todos de acordo sem desalinhamentos;
3. Organização *lean* – sem burocracias a mais;
4. Parceria – sem insatisfação das partes interessadas;
5. Arquitetura de informação – sem perda de informação;
6. Cultura de melhoria – sem desperdício de criatividade;
7. Produção *lean* – ausência de trabalhos sem valor agregado;
8. Gestão do equipamento *lean* – sem falhas, sem defeitos;
9. Engenharia *lean* – zero oportunidades perdidas.

Na figura 2, encontram-se representadas essas áreas chave de origem do desperdício agrupadas por três categorias: estratégia, estrutura e forças.



Figura 2 - As 9 chaves do desenvolvimento lean

### 2.1.7 Ferramentas *lean*

Existem várias ferramentas que constituem o *Lean Thinking* e que vão permitir à empresa adaptar-se de modo a conseguir melhorar a sua produtividade e diminuir os seus custos. Estas ferramentas são:

- VSM – Mapeamento do Fluxo de Valor;
- 5 S’;
- Heijunka;
- SMED;
- Poka-Yoke;
- TPM;
- Kanban;

- Kaizen;
- Gestão Visual – Andon SW;
- Seis Sigma. (Moreira, 2011)

### ***VSM – Mapeamento do Fluxo de Valor***

O mapeamento do fluxo de valor é uma metodologia que analisa todo o percurso de um produto ao longo da sua cadeia de valor verificando a origem dos desperdícios e o porquê de existirem. (Lopes, 2017)

### ***5 S'***

É uma metodologia desenvolvida no Japão e que consiste em cinco etapas onde cada etapa tem a inicial “S”. Estas cinco etapas são SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU E SHITSUKE. SEIRI significa organização e implementa-se aproximando do operador todas as ferramentas que sejam mais utilizadas, diminuindo o número de deslocações. SEITON significa identificação e põe-se em prática identificando todos os equipamentos necessários para trabalhar e os devidos lugares onde estes devem estar colocados. SEISO significa limpeza e, como tal, cada operador é responsável pela limpeza dos seus equipamentos depois de os utilizar para que o ambiente de trabalho permaneça limpo e agradável. SEIKETSU significa standardização e tem como objetivo a presença de instruções e planos de trabalho e a utilização de padrões de cores ou formas levando a todos os operadores agirem segundo o estabelecido. SHITSUKE significa disciplina e o seu objetivo é que todos os operadores sejam autónomos e que integrem os 5 S' nas suas tarefas de modo a aumentarem a sua criatividade proporcionando um aumento de qualidade, produtividade e segurança na área de trabalho. (Cunha, 2012)

### ***Heijunka***

O objetivo desta metodologia é nivelar o volume de produção, os produtos utilizados e o tempo de produção. Deste modo cada produto é obtido num tempo padrão que foi definido anteriormente e exatamente a quantidade que foi definida. (Oliveira, 2012)

### ***SMED***

A metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die) tem o objetivo de tornar as trocas das referências de produção mais ágeis reduzindo os tempos, tornando o processo mais flexível e diminuindo os custos. (Bidarra, 2011)

### ***Poka-Yoke***

Em português, *Poka-Yoke* significa evitar erros. Para evitar erros têm de se implementar técnicas que permitam detetá-los e eliminá-los durante o processo para melhorar a qualidade na produção e a segurança dos seus operários. (Marques, 2014)

### ***KANBAN***

A metodologia KANBAN é uma ferramenta utilizada para fazer a gestão dos inventários, dos *stocks*, da produção e do abastecimento das linhas, de modo a produzir-se em *Just in Time*, evitando excessos de produção sem valor agregado. (Lopes, 2017)

### ***KAIZEN***

É uma palavra japonesa que significa “fazer bem”. É uma metodologia que tem como objetivo a redução de desperdícios criados nos processos de produção de modo a promover uma melhoria contínua na qualidade dos produtos e um aumento de produtividade. O fundamental desta metodologia é que no dia seguinte se faça sempre melhor que no anterior. (Cunha, 2012)

### ***Gestão Visual – Andon SW***

A Gestão Visual é uma metodologia aplicada em cada posto de trabalho com o objetivo de cada pessoa saber quais as tarefas a desempenhar e quais os passos que tem de seguir. Isto permite ao operário ter à sua disposição os procedimentos de uma forma lógica e intuitiva, minimizando a ocorrência de falhas por falta de conhecimento e melhorando o desenvolvimento de cada operário permitindo-lhe ser mais autónomo. (Lopes, 2017)

### ***TPM***

A metodologia TPM pretende eliminar todos os desperdícios atribuindo aos operadores de produção a tarefa de manutenção dos seus espaços. Assim, provoca um aumento de produtividade, sendo que os operadores têm à sua disposição os equipamentos necessários para tal. Esta metodologia pretende obter eficácia ao nível económico, aplicar manutenção preventiva estabelecendo um plano de manutenção para todos os equipamentos e que esta manutenção tenha a participação de todos os departamentos. (Lopes, 2017)

### ***Seis Sigma***

A metodologia *seis sigma* não proporciona inovação à empresa mas aplica melhoria contínua nesta, de modo a que a empresa aplique as suas iniciativas de qualidade para reduzir a quantidade de desperdício, que se pode denominar de “defeito”. Para a estratégia *seis sigma* defeito é qualquer desvio nas características do produto que faça o cliente não ficar satisfeito

com o resultado final. O objetivo ao aplicar uma metodologia *seis sigma* é reduzir a quantidade de defeitos nos produtos ou serviços para 3,4 defeitos em cada milhão produzido.

### 2.1.8 PDCA

De forma a aplicar a melhoria contínua, muitas empresas seguem o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), que também é conhecido como ciclo de *Shewhart* ou ciclo de *Deming*. É um método que se fundamenta na teoria da administração científica de Taylor (1903) e teoria clássica da administração de Fayol (1916), sendo que a primeira dá valor às tarefas da produção e a segunda à estrutura da organização. O objetivo é obter sempre o maior nível de produtividade no trabalho e a melhor eficiência, sendo que, para tal é necessário implementar os métodos de uma forma sequencial começando pela estrutura do processo, tornando-o repetitivo.

O ciclo PDCA é utilizado como um modelo dinâmico, ou seja, a conclusão de um ciclo antecede um novo ciclo até atingir o resultado pretendido, como se pode verificar pela figura 3.

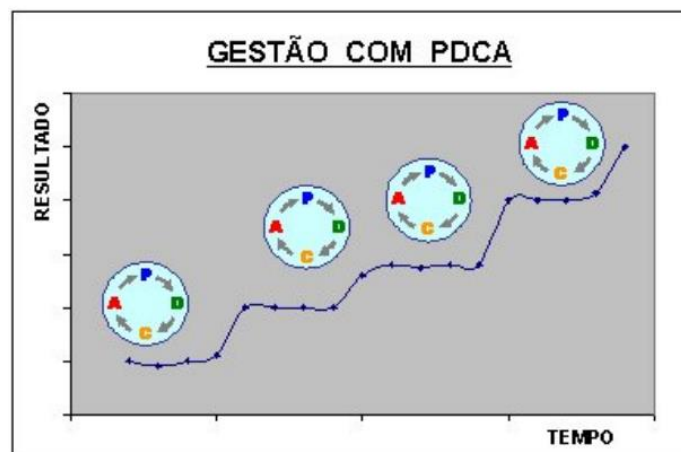


Figura 3 - Implementação de Ciclos de PDCA (Nascimento, 2011)

Na fase do planeamento (Plan) todas as pessoas ligadas ao problema têm de estar envolvidas, de forma a procurarem meios para melhorar os seus processos produtivos e responder a questões como “Qual o objetivo a alcançar?”, “Quais os prazos e recursos que são necessários para cumprir o plano de ação?”, “Que dados têm de ser recolhidos durante o processo?”.

A fase de execução (Do) é quando se põe em prática o plano de ações definido na etapa anterior. Esta etapa procura a eficiência do processo produtivo. Para tal, o plano de ações tem

de ser eficaz. É uma fase dividida em duas partes: a fase de treino e a fase de execução das ações. A fase de treino consiste na divulgação do plano de ações a todos os que vão estar envolvidos no processo. A fase de execução das ações inicia-se depois de todos estarem conscientes do que terão de realizar. Durante esta fase deverão realizar-se inspeções periódicas de forma a controlar as ações desenvolvidas e resolver quaisquer dúvidas que existam.

Na fase de verificar (Check) confirma-se se as ações que foram realizadas na fase anterior foram realmente eficazes e se foram atingidos os objetivos estipulados. São comparados os resultados com os originalmente esperados e verifica-se se o problema foi resolvido ou se permanece.

Na fase de atuar (Act) a empresa define se os resultados obtidos foram positivos e se contribuíram para o processo de melhoria contínua. Caso se verifique esta situação, a empresa elabora um padrão ou melhora o já existente para que cada pessoa saiba sobre o quê que é responsável e quando deve realizar as suas tarefas. (Nascimento, 2011)

### **2.1.9 Metodologia DMAIC**

Outra metodologia que se enquadra no *Seis Sigma* é o DMAIC. DMAIC é um acrónimo em inglês que significa Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analisar), Improve (Melhorar) e Control (Controlar). Esta metodologia começa por definir qual o problema que existe, mede a dimensão do problema com ajuda de indicadores (ex: gráfico de Pareto), analisa a causa do problema, melhora o desempenho do processo, tratando e eliminando as causas das variações e controla o processo que foi otimizado e o desempenho no futuro. (Dias, 2014)

Segundo (Charron et al., 2014), a medição é o primeiro passo que leva ao controlo e, eventualmente, à melhoria. Se não conseguir medir algo, não conseguirá entender. Se não entender, não poderá controlar. Se não puder controlar, não pode melhorar.

A metodologia DMAIC é aplicada como um ciclo que permite ser melhorado sempre que houver necessidade. O objetivo essencial é eliminar problemas existentes no processo e que provocam desperdícios. É uma curva de mudança: compromisso de mudar vs tempo.

As mudanças implementadas pelas empresas só serão produtivas se os seus colaboradores cumprirem o trabalho de as aprimorarem constantemente. Para tal, é necessário a criação de um plano de controlo e definição de funções e responsabilidades para cada colaborador que intervenha no processo. (Sander, 2019)

A metodologia DMAIC deve ser utilizada sempre que exista a necessidade de melhorar um processo existente. Pode ser sequencial, porém, em algumas situações, o processo gera a

necessidade das equipas do projeto recuarem a etapas anteriores para introduzirem informação em falta. (Sander, 2019)

A descrição do ciclo DMAIC adaptado (Dias, 2014) encontra-se apresentada na figura 4.

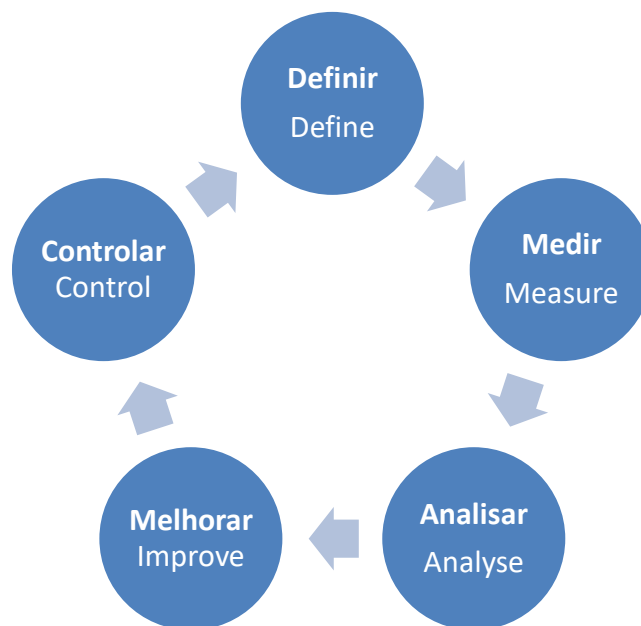


Figura 4 - Ciclo DMAIC adaptado (Dias, 2014)

### ***Definir***

A primeira etapa do ciclo é a Definição. Nesta etapa determina-se qual o principal problema que tem de ser solucionado, estabelecem-se os objetivos que se pretende atingir, tendo em conta o histórico da empresa e o cliente. Define-se quem irá participar na resolução do problema e os meios disponíveis para tal. Deve criar-se um termo de abertura do projeto e um diagrama de fluxo de trabalho.

### ***Medir***

A segunda etapa do ciclo consiste em estudar qual é a situação atual do processo que se pretende melhorar. Nesta etapa recolhem-se os dados necessários para fazer uma quantificação do problema. Determina-se qual é a raiz do problema e começam a criar-se soluções possíveis para o resolver. Deve utilizar-se um plano de recolha de dados.

### ***Analisar***

A terceira etapa do ciclo é quando se realiza a análise ao pormenor das causas-raízes do problema a resolver, compreendendo o processo de tal forma a determinar a sua origem. Nesta

fase é de esperar que existam oportunidades de melhoria que serão implementadas na fase seguinte. Pode utilizar-se um diagrama de causa-efeito.

### ***Melhorar***

A quarta etapa do ciclo é quando surgem as primeiras soluções possíveis para resolver o problema. Com a ajuda das ferramentas *Seis Sigma* inicia-se o teste das soluções encontradas, sendo necessário avaliar o custo-benefício de cada uma ao ser implementada para determinar qual a melhor opção. Nem todas as opções serão implementadas e, por isso, as que não o são devem ficar registadas para o caso de serem necessárias no futuro.

### ***Controlar***

Por último, a quinta etapa do ciclo é o controlo. Nesta etapa são implementadas as medidas estudadas na etapa anterior que proporcionem resultados positivos na resolução do problema. Estes resultados positivos são transmitidos aos colaboradores para que estes não voltem a proceder segundo o processo inicial, continuando a seguir a nova metodologia de trabalho e, por vezes, as novas ferramentas que podem utilizar permitindo a melhoria contínua do processo. (Silva, 2015)

## **2.1.10 Benefícios/Vantagens do DMAIC**

Ao aplicar a metodologia DMAIC pretende-se melhorar os resultados da empresa e a qualidade dos seus produtos e serviços.

As principais vantagens da implementação da metodologia DMAIC são:

- Maior receita – quando os processos são otimizados, o nível de produtividade aumenta, uma produção com menos defeitos gera mais receita;
- Custos reduzidos – otimização do tempo e dos recursos desperdiçados, levará a uma economia monetária a longo prazo para o negócio;
- Aumento de produtividade – conseguir produzir mais com menos recursos;
- Excelência operacional – conseguir que todos os colaboradores envolvidos estejam de acordo antes de iniciar a correção do problema; introdução da “Voz do Cliente”, as suas expectativas e preferências permitindo ajudar a obter o que é necessário melhorar e adicionar informações aos critérios de sucesso. (Sander, 2019)

### 2.1.11 PDCA vs metodologia DMAIC

Ambas as ferramentas têm um objetivo em comum que é melhorar a sustentabilidade da empresa onde forem implementadas.

O definir, medir e parte do analisar da metodologia DMAIC englobam-se no “Plano” do PDCA, onde se avaliam as situações existentes e o como deveriam ser idealmente. Analisam-se as causas raiz do problema que não permitem que o processo funcione a 100%.

A restante parte do analisar e melhorar faz parte do “Do” do PDCA onde se focam em atingir os melhores níveis possíveis e se realizam testes em condições controladas.

O controlar da metodologia DMAIC é a parte do “Verificar” e “Agir” do PDCA onde se verifica se as condições necessárias foram controladas, se o resultado que se pretendia obter inicialmente foi conseguido e, em caso afirmativo, implementam-se as melhorias. (Sander, 2019)

Em suma, a metodologia *lean* permite à empresa identificar os seus problemas e conseguir eliminá-los, sendo uma organização mais estável e com funcionários mais motivados. Com isto, há um aumento de produtividade. (Kanbanize, 2019)

### 2.1.12 Produtividade

A produtividade de uma empresa pode ser definida segundo quatro razões:

- Razão entre o número de peças/unidades produzidas sobre o material necessário para a sua produção;
- Razão entre o valor produzido sobre o valor consumido, em suma, a taxa de valor agregado;
- Razão entre a faturação dos produtos que estão dentro de todas as especificações de qualidade sobre os custos totais de produção;
- Razão entre a faturação total sobre os custos totais do produto. (Canonica et al., 2019)

## 2.2 Qualidade

Em 1920, Walter Andrew Shewhart criou as técnicas estatísticas de controlo da qualidade.

Essas técnicas consistiam em controlar o produto de modo a que caso existisse um desvio nas características do produto ao longo do processo, fossem tomadas ações corretivas. O

procedimento era confiável sendo que apenas 1 em cada 500 produtos tinha probabilidade de possuir erros. (Carolina Faria, 2019)

Walter Andrew Sherwart desenvolveu o Controlo Estatístico de Processo (CEP) e criou o Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) que é ainda hoje muito utilizado na indústria. (meuSucesso, 2014)

Depois da segunda guerra mundial, os japoneses tiveram de desenvolver a área da qualidade porque eles estavam dependentes da exportação e pretendiam definir o preço de venda dos seus produtos antes da sua fabricação, isto levava a que fosse necessário eliminar tudo o que não agregasse valor ao produto: *stocks* em trânsito, desperdícios, tempo de trabalho, troca de produtos, entre outros. Os japoneses desenvolveram assim um método de controlo de qualidade que em vez de retirar e eliminar as peças defeituosas, procurava evitar que os defeitos aparecessem. Os responsáveis por esta evolução foram a UJSE (Union of Japanese Scientists and Engineers) e os estatísticos W. E. Deming, Shewhart, Kaoru Ishikawa e Joseph M. Juran. (Carolina Faria, 2019)

Posteriormente, Armand V. Feigenbaun lançou um livro “Total Quality Control: engineering and management”. Philip B. Crosby criou o conceito de “defeito-zero”, ou seja, tudo pode ser produzido sem defeitos logo na primeira vez. (Carolina Faria, 2019)

A grande evolução da aplicação da qualidade foi a partir do momento em que se introduziu a “normalização”, sendo que permitiu uma uniformização em termos de regras.

Aplicando o sistema de gestão da qualidade, seguindo a norma ISO 9001, as empresas ficam capacitadas a serem certificadas. Este facto permite-lhes ganhar vantagem competitiva perante outras organizações, ao nível de:

- Foco no cliente;
- Liderança;
- Compromisso das pessoas;
- Abordagem por processos;
- Melhoria contínua;
- Decidir baseado em evidências;
- Gestão das relações.

Seguindo esses princípios a empresa consegue aumentar a sua produtividade, diferenciarse da concorrência, aumentar a sua credibilidade e visibilidade e alcançar novos mercados.

Para as organizações que queiram um nível de excelência de forma sustentável devem implementar a norma ISO 9004 – Gestão do sucesso sustentado de uma organização. Esta norma traz todas as vantagens da ISO 9001 e tem ainda em conta as avaliações do ambiente de negócio, a auto-avaliação, recursos financeiros e a inovação. (portalQAS, 2018)

## 2.3 Espumas

A espuma de poliuretano foi criada por Otto Bayer que descobriu a reação de policondensação de isocianatos e polióis. Foi desenvolvida como um produto substituto da borracha no início da Segunda Guerra Mundial. (American Chemistry Council, 2019)

Na indústria automóvel são utilizadas espumas de poliuretano flexíveis e semi-flexíveis em vários componentes do interior: assentos, apoios de cabeça, apoios de braço, no revestimento do teto e no painel de instrumentos.

Este tipo de material possui várias vantagens:

- em relação aos metais: a sua leveza que, por consequência, também diminui o peso do produto onde vai ser utilizada; a diminuição de ruídos; o menor custo de produção; resistência à corrosão;
- em relação aos plásticos: não é um material quebradiço; tem memória elastomérica; resistência à abrasão;
- em relação à borracha: resistência à abrasão, ao corte e ao rasgo; permite vários valores de dureza; suporta grandes carregamentos.

Para a produção de bancos de automóveis, o fabricante possui um molde que tem uma estrutura semelhante a uma concha de marisco e onde é injetado o poliuretano. (Precision Urethane, 2019)

Os bancos dos automóveis devem permitir espaço suficiente para o passageiro, devem absorver as acelerações horizontais e verticais e devem ter em conta a anatomia humana. Para tal, podem utilizar-se assentos com duas zonas de dureza: espuma macia no centro para mais conforto e uma dureza mais elevada na base e nas laterais para servir de suporte. (Vilar, 1998)

## 2.4 Tipos de Bancos Automóveis

Atualmente as marcas apostam na diversidade para conseguirem atingir um maior número de clientes. Por este motivo, o mesmo modelo de carro é vendido com diferentes estilos, desde o desportivo ao executivo, basta o cliente escolher a opção que lhe é mais conveniente.

Para escolher uma das opções para o modelo do carro, o cliente vai procurar para além da estética, o conforto. Nesse aspeto, os bancos são fundamentais e, hoje em dia, há inúmeras opções para garantir ao cliente o maior conforto e comodismo.

Os bancos podem ser antidesslizamento, elétricos, aquecidos, ventilados, com sistema de massagens e desportivos. Estas opções são escolhidas com o *pack* que for escolhido para o carro. (Duarte, 2017)

Os bancos dianteiros são ajustáveis enquanto que os traseiros são aplicados na estrutura do carro. Isto acontece para que o condutor se possa ajustar no banco de forma a ter uma posição de condução confortável e que lhe permita conduzir em segurança. Os bancos traseiros permitem ser rebatidos para que seja aumentado o volume disponível de transporte de bagagem. (Lima, 2006)

Os principais modelos de bancos são:

- Banco Individual – é constituído pelo assento e pelo encosto, sendo montado no chão do carro e é ajustável.
- Banco 100% - é o banco traseiro e é a junção dos 2 ou 3 lugares traseiros, sendo todo inteiro, especialmente o assento, visto que o encosto pode ser dividido.
- Banco Bi-Partido – é o banco traseiro que por ser separado individualmente permite que cada ocupante ajuste o seu próprio banco em altura ou no encosto.
- Banco Integrado – o sistema de ancoragem do cinto de segurança é preso ao assento, sendo um banco com requisitos de segurança mais específicos e exigentes.
- Banco Integrado para crianças – é integrado no banco do passageiro, sendo retrátil para que o banco seja utilizado normalmente quando não é utilizado por uma criança. (Lima, 2006)

### 2.4.1 Funções dos Bancos Automóveis

Os bancos automóveis têm as seguintes funções:

1. Suporte do condutor – têm de permitir que o ocupante se mantenha estável e de adaptar-se aos vários tipos de corpos mantendo as suas funcionalidades.

2. Posicionamento do condutor – não pode deixar a cabeça tocar no teto, as pernas têm de chegar aos pedais, é necessário existir um espaço entre as pernas e o volante, o campo de visão tem de estar livre, a movimentação das mãos e dos braços tem de estar desobstruída, a visão dos espelhos retrovisores tem de ser clara e o condutor tem de chegar a todos os controlos (chave de ignição, buzina, travão de mão).

3. Permitir conforto ao condutor – este aspeto não é linear porque depende dos gostos de cada indivíduo, por este motivo, é uma parte que precisa de ser estudada de modo a ser adaptada aos requisitos de cada cliente. Alguns clientes vão querer os bancos mais rígidos outros mais moles e durante o desenvolvimento do automóvel este é um ponto importante de estudo.

4. Proteger o ocupante – o banco não deve permitir movimentações do ocupante em nenhum dos sentidos, os bancos ajustáveis não se podem movimentar “involuntariamente”, os bancos que possuem o sistema de ancoragem do cinto têm de absorver as energias durante o impacto para que não sofram falhas da retenção dos ocupantes, os encostos de cabeça são um dos pontos fundamentais porque durante um acidente são estes que previnem danos no pescoço do ocupante. (Lima, 2006)

### 3. Apresentação da Empresa

O Grupo Faurecia foi criado em 1998 com a junção da empresa ECIA e a Bertrand Faure, sendo estes o quinto maior fornecedor de equipamentos automotivos da Europa e o número três do mundo em sistemas de escape e assentos, respetivamente. O Grupo tem sede em França.

No presente momento, o Grupo Faurecia tem 300 fábricas localizadas em 37 países dos vários continentes, conforme se encontra ilustrado na figura 5, em 35 centros de pesquisa e desenvolvimento e 122.000 funcionários.

O Grupo é subdividido em 4 departamentos:

- Faurecia Clean Mobility;
- Faurecia Interiors;
- Faurecia Seating;
- Grupo. (Faurecia, 2018)

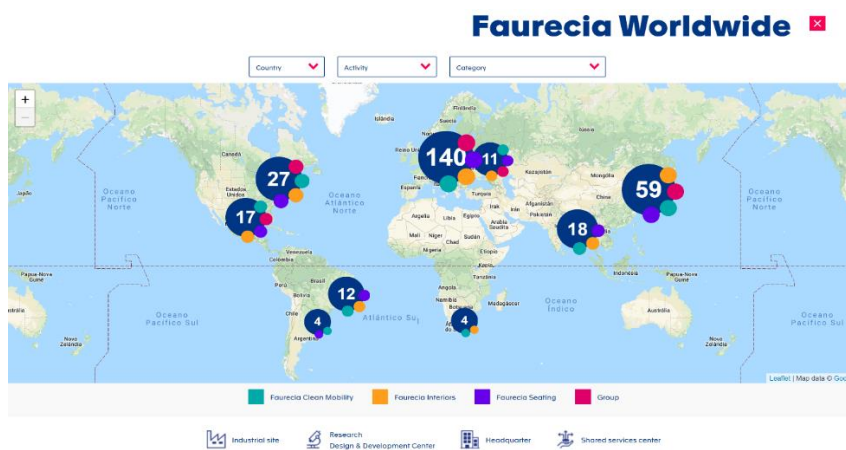


Figura 5 - Distribuição das Unidades da Faurecia pelo Mundo (Faurecia, 2020)

A Faurecia de Nelas – EDA está inserida na área dos assentos. São produzidos bancos traseiros para automóveis das marcas *Ford* e *Renault*.

A fábrica divide-se em 3 linhas de produção:

- RSA: produção de bancos traseiros para o *Renault Mégane*;
- Ford 2R: produção de bancos para a segunda fila das *Ford Galaxy* e *Smax* e *Transit Connect*;
- Ford 3R: produção de bancos para a terceira fila das *Ford Galaxy* e *Smax* e *Transit Connect*.

## 4. Caso Estudo

O principal objetivo desta dissertação é detetar a causa raiz das deformações nas espumas dos assentos do modelo *Renault Mégane*. Para tal, é necessário encontrar soluções para resolver o problema e implementá-las. Para atingir estes objetivos utilizou-se a metodologia DMAIC.

Esta dissertação foi desenvolvida no departamento da qualidade, que é responsável por garantir que todos os produtos que chegam à linha de produção cumprem as especificações requeridas e que estão conformes. Quando os produtos chegam à fábrica são realizadas análises a amostras de maneira a garantir que não existem não conformidades. Se algum produto chegar à linha de produção com defeitos, inicia-se um processo de triagem a 100% de todo o produto da mesma referência em *stock*.

O departamento da qualidade é constituído por 11 elementos internos recorrendo também a mão-de-obra externa. O organigrama do departamento está representado na figura 6.

O projeto envolveu ainda o departamento logístico da EDA, tendo como principal objetivo, o acompanhamento diário das descargas dos camiões.

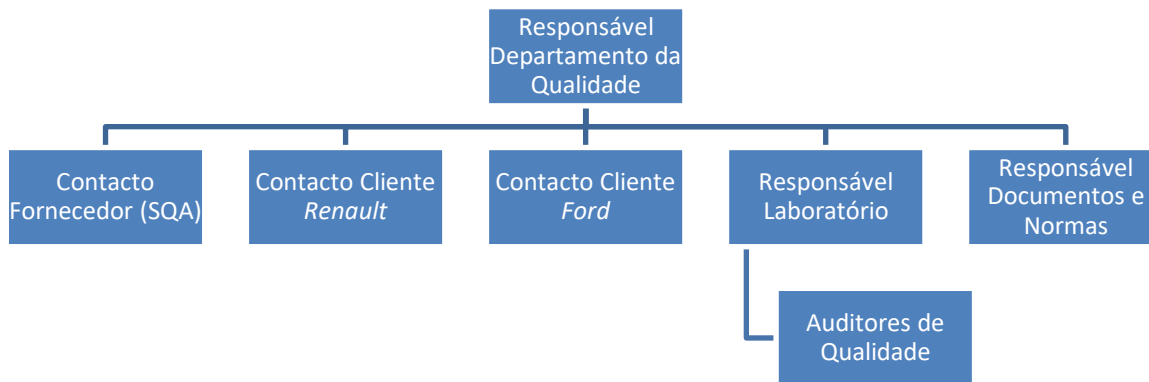


Figura 6 - Organograma do Departamento da Qualidade

## 4.1 1ª Fase - Definir

### 4.1.1 Definição do Projeto

O número de ocorrências de deformações nas espumas dos assentos para a produção do *Renault Mégane* era um problema existente na EDA, sendo que, os desperdícios não agregam valor ao produto, logo são custos que devem ser eliminados ou reduzidos. As espumas da *Renault*, quer assentos, quer encostos, tinham diversos problemas, nomeadamente, os clips que na altura de temperaturas mais baixas tendem a partir com mais facilidade porém, as deformações eram o problema com maior incidência de custos e o mais urgente de solucionar.

A solução do problema envolve a equipa da qualidade e da logística da EDA e o fornecedor das espumas. Durante este processo foi aberto um PDCA com o fornecedor para que este estivesse a par das alterações que se pretendiam efetuar. É um processo interno da fábrica para que fique toda a informação documentada.

### 4.1.2 Definição do Problema

O problema que se pretende solucionar são os defeitos que as espumas dos assentos da *Renault* apresentam, não cumprindo com as especificações anteriormente definidas com o cliente. As espumas chegavam à linha de produção com defeitos que não permitiam produzir um assento conforme. Quando se verificava que a espuma tinha defeito tentava-se recuperar com vapor e, de seguida, era realizada uma nova verificação à espuma para analisar se o retrabalho fora bem sucedido, sendo que, quando não era possível recuperar a espuma esta era

rejeitada. Nesta situação pode-se verificar a necessidade de implementar a metodologia *lean* porque há desperdício de tempo, mão de obra e de material.

Quando apareciam defeitos nas espumas, eram realizadas triagens no momento da descarga do caminhão, como forma de prevenir que esses defeitos chegassem à produção. Porém, enquanto se efetuava uma triagem de um determinado defeito poderia estar a passar outro defeito que chegaria à linha. Por este motivo, a solução imediata foi realizar triagens a 100% de todas as espumas de assento que fossem descarregadas antes de serem introduzidas no fluxo de produção, isto até ser detetada a causa raiz do problema.

De seguida, encontra-se o fluxo de transporte das espumas desde a descarga do caminhão até à zona de produção e, quando se encontram não conformes até à zona de armazenamento de material com defeitos, antes de se iniciar o processo de triagem a 100%. Na figura 7, a zona dentro do círculo a preto é a área onde são produzidos os assentos e, caso fosse necessário trocar de espuma devido a defeitos, o operador teria de se dirigir ao carro de transporte localizado no retângulo à esquerda do círculo. A espuma com defeitos era passada com vapor pelo auditor de qualidade, na zona de produção dos assentos e, se não a conseguisse recuperar, teria de a colocar na zona de armazenamento de material com defeitos.

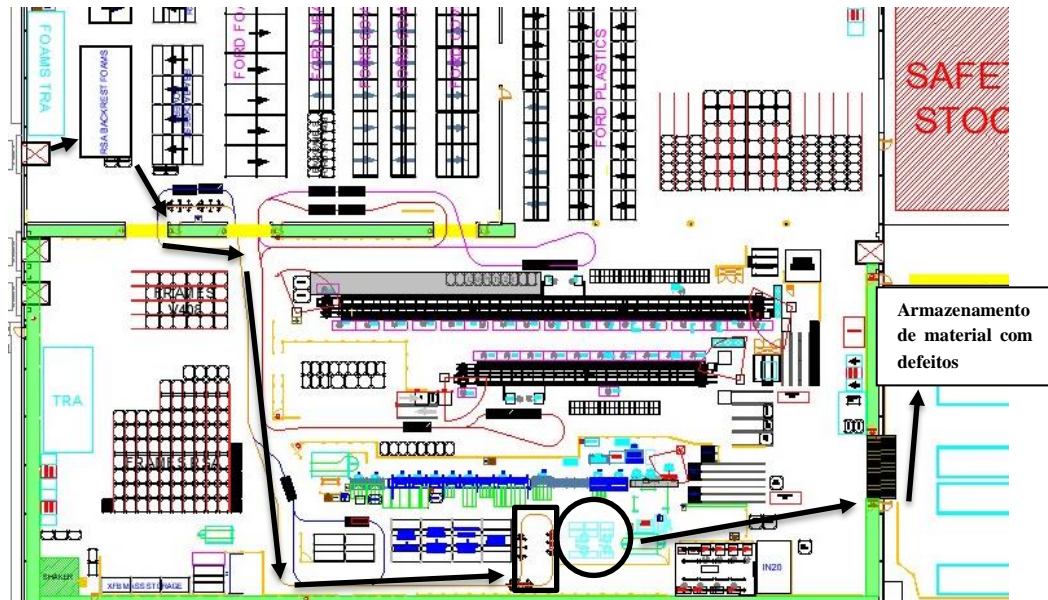


Figura 7 - Percurso das espumas dos assentos

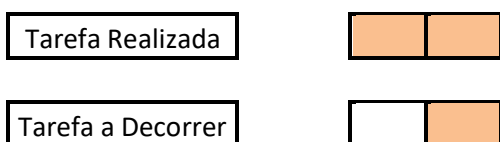
### 4.1.3 Cronograma da Implementação do Projeto

Na tabela 1, encontra-se o cronograma com os trabalhos realizados. Em novembro, na semana 45, realizou-se uma visita ao fornecedor. As primeiras alterações ao layout de

carregamento do camião foram efetuadas na semana 46 de modo a permitir alterações que surgissem como necessárias e o contínuo acompanhamento das descargas para verificar a sua eficácia. No mês de novembro realizou-se um PDCA com o fornecedor para que as alterações ao layout do camião ficassem definidas e conhecidas por ambas as partes. No mês de janeiro, na semana 3, para ajudar os operadores da EDA foram criadas ajudas visuais para a zona de descarregamento do camião e para utilizar nas COMEX semanais foi criado um manual de procedimentos para as espumas CAR (apêndice A), visto que já existia um para as espumas DAR. Ao longo dos cinco meses (novembro-março) todas as semanas foi acompanhada a COMEX.

Tabela 1 - Cronograma

Ano	2019		2020					
Etapas	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março			
<b>Caso Estudo</b>								
Visita Fornecedor								
Origem dos Defeitos (transporte, fornecedor, fábrica)								
Análise dos carregamentos								
COMEX								
Implementação das melhorias encontradas								
PDCA com fornecedor								
Criação de Ajudas Visuais								
Criação de Manual de Procedimento								



## 4.2 2ª Fase – Medir

Nesta fase são recolhidos todos os dados e informações da situação atual. É nesta fase que se obtém o maior número de informação sobre a origem das deformações para que seja possível identificar a(s) causa(s) raiz do problema inicial.

No gráfico 1, encontram-se os dados dos custos das espumas sucataadas recolhidos nas semanas anteriores ao início do estudo. Pode verificar-se que nas semanas 38, 41, 42 e 43 o custo associado a espumas CAR sucataadas foi mais elevado em relação às semanas 37, 39 e 40.

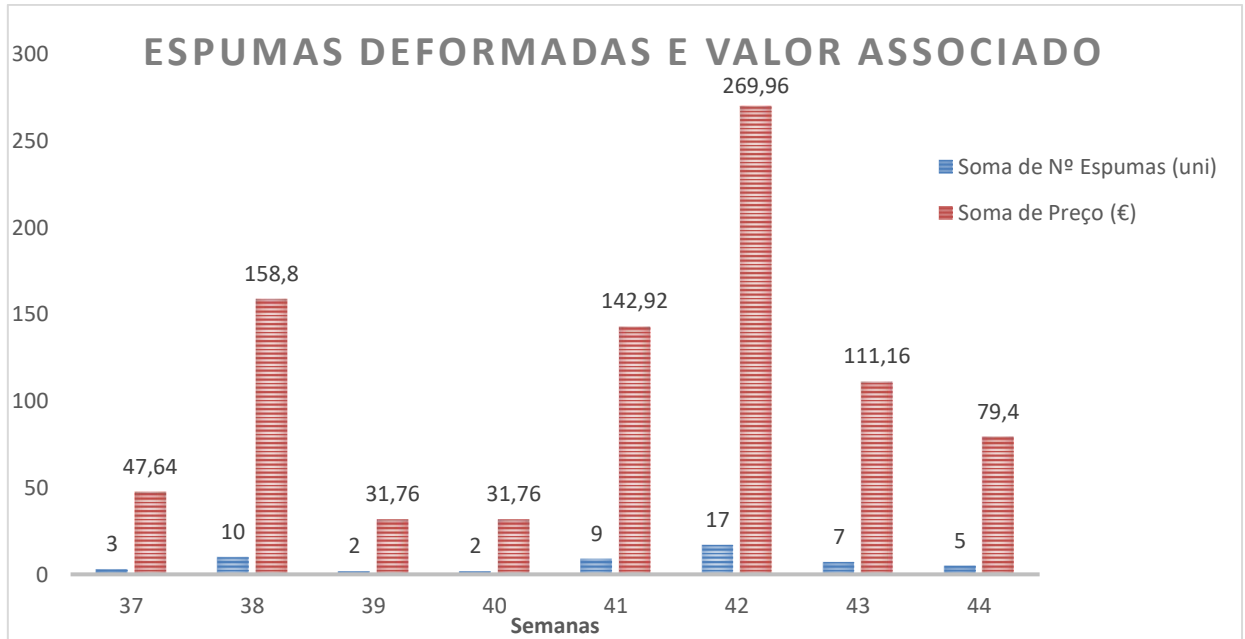
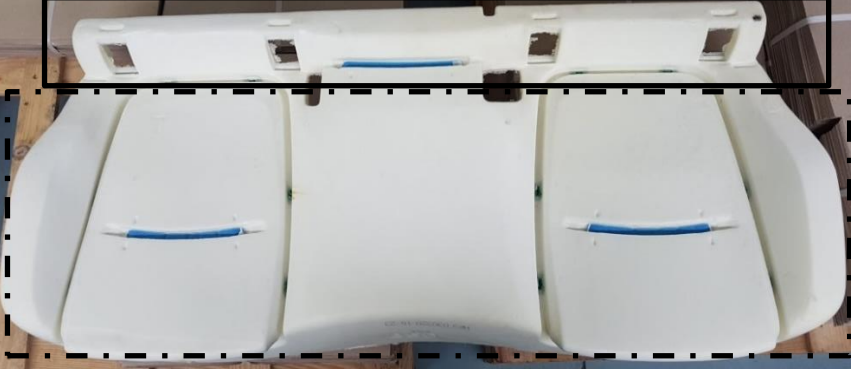


Gráfico 1 - Dados iniciais dos custos de espumas sucataadas

### 4.2.1 Espuma CAR e as suas zonas críticas

Tabela 2 - Zonas da Espuma CAR

Descrição da Zona da Espuma	Fotografia da Espuma
Vista de cima da espuma CAR e a zona assinalada a traço contínuo é a zona dos ISOFIX e a zona a traço interrompido é a zona do assento	
Zona frontal da espuma CAR	
A parte de trás da espuma CAR	
Lateral da espuma CAR	

Na tabela 2, encontram-se descritas as várias zonas onde ocorrem defeitos nas espumas CAR.

Inicialmente, quando as espumas se encontravam deformadas associava-se a um problema de transporte, sem verificar se já poderiam sair deformadas do fornecedor ou se poderiam deformar-se durante o tempo de armazenamento na fábrica, antes de entrarem no processo de produção. A equipa definiu à priori que a fase de recolha de dados iria ser dividida em três categorias distintas: fornecedor, transporte e fábrica.

### 4.2.2 Fornecedor

Como forma de entender melhor o processo de fabrico das espumas em estudo, realizou-se uma visita ao fornecedor. Durante essa visita foi possível observar todo o processo que envolve a produção das espumas e detetar alguns defeitos com origem no fornecedor.

#### *Processo de Fabrico das Espumas*

O processo de fabrico das espumas de poliuretano pode ser realizado a frio ou a quente.

O processo de fabrico a frio consiste em aplicar o material no molde pré-aquecido entre os 52-54°C e fazê-lo passar por um carrossel, como se pode observar na figura 8, até que a espuma já formada seja desmoldada.



Figura 8 - Espuma do Assento no molde

Depois da espuma ser desmoldada tem de passar por uns rolos que quebram as ligações das células para que mantenha sempre a sua forma. Isto acontece nas espumas que não possuem armação (figura 9), as espumas que possuem armação (ex: CAR) são passadas por uma câmara de vácuo que as comprime de modo a quebrar as ligações das células e manter a espuma com a forma desejada (figura 10).



Figura 9 - Prensa para espumas sem armação



Figura 10 - Câmara de vácuo para espumas com armação

O processo de fabrico a quente é relativamente parecido ao processo de fabrico a frio. A parte do método de enchimento do molde é realizado por um robô (figura 11), sendo que depois o carrossel circula dentro de uma câmara de calor que atinge mais de 200°C e faz expandir a espuma. Neste processo os moldes possuem orifícios que permitem a libertação dos excessos, figura 12.

Este processo está a ser substituído pelo processo de fabrico a frio porque tem mais incidência de ocorrência de defeitos.



Figura 11 - Enchimento do molde pelo robô



Figura 12 - Saída dos excessos de espuma pelos orifícios do molde

Em ambos os processos as espumas têm um tempo de cura que ocorre durante o transporte através de um tapete rolante desde a zona de fabrico até à zona de embalagem. A seleção de um tapete rolante para o transporte das espumas foi a opção para evitar que estas sofressem deformações até ao ponto de embalagem.

As espumas CAR são embaladas duas por cada saco com a face onde depois o passageiro se sentará virada para fora, porque como possuem armação, embalando nesta posição as armações vão protegidas e não danificam a espuma.



Figura 13 - Tapete Rolante que transporta as espumas

Durante a visita ao fornecedor foram detetados dois defeitos nas espumas CAR: um localiza-se na lateral da espuma, sendo um vinco (figura 14); o outro é uma marca de dedos também na lateral da espuma na curva com a zona frontal.



Figura 14 - Vinco na lateral

### **4.2.3 Transporte**

Para recolher a informação relativa ao transporte acompanharam-se as descargas dos camiões durante sete semanas. No total detetaram-se 12 tipos de deformações nas espumas, sendo algumas com mais ocorrências do que outras. Nas figuras 15, 16 e 17 pode-se observar

exemplos das deformações detetadas com maior número de incidência, as restantes encontram-se no apêndice C.



Figura 15 - Deformação na lateral



Figura 16 - Marca na zona do assento lateral



Figura 17 - Zona do assento achatada

#### **4.2.1 Fábrica**

Na figura 18 encontra-se o layout da fábrica, sendo a zona delimitada pelo retângulo a preto onde se armazenam as espumas CAR e onde se descarrega o camião. Esta zona poderá ver-se com mais pormenor na figura 19, bem como as movimentações efetuadas na descarga e nos retrabalhos das espumas.



Figura 18 - Layout da Fábrica

A fábrica está dividida em 11 zonas ligadas diretamente à produção:

- Área de produção: tem 3 linhas de produção – 1 da *Renault* e 2 da *Ford*;
- Área de armazém: constituída por zona de armazenamento das capas, das armações, dos materiais plásticos e das espumas;
  - Stock de segurança;
  - Cais de descargas;
  - Área da manutenção;
  - Área de expedição;
  - Área de armazenamento de material com defeitos;
  - Zona de *Incoming*: é uma área onde se faz triagem do material rececionado;
  - TRA para excessos: zonas onde se coloca o material que está em excesso enquanto não existe espaço para introduzir no local devido;
  - Laboratório da qualidade;
  - Escritório.

O processo envolveu a equipa da qualidade, a equipa da logística e a empresa externa que é paga pelo fornecedor para ser os seus “olhos” na fábrica e ocorreu durante os meses de novembro e dezembro. Nos meses mencionados anteriormente foi realizada uma verificação a 100% de todas as espumas CAR que chegavam à fábrica. Todos os sacos de espumas CAR eram vistos a 100%, os que continham uma ou as duas espumas danificadas eram colocados de lado para depois serem recuperadas e os restantes que não tivessem espumas danificadas eram pendurados na zona que lhes é atribuída. Depois de todos os sacos verificados à saída do camião, realizava-se a análise dos sacos retirados com espumas danificadas porque era necessário escolher as espumas que estavam conformes para colocar noutra saco com outra espuma conforme e pendurar na zona indicada para serem introduzidas em linha. As espumas que tinham deformações eram então recuperadas com vapor para voltarem a adquirir as suas características iniciais (exemplos de recuperações realizadas no apêndice D). Conforme eram recuperadas eram penduradas nos carrinhos que as transportam até à linha de produção. As espumas que não fosse possível recuperar as suas deformações eram colocadas na área de armazenamento dos materiais com defeitos para depois serem avaliadas nas COMEX (procedimento abordado na secção 4.7.4).

O percurso da descarga das espumas encontra-se na figura 19 e divide-se em dois percursos antes de serem introduzidas nos carrinhos de transporte até à linha:

- o percurso com setas a traço contínuo corresponde ao percurso normal das espumas que depois de triadas à saída do camião são colocadas na zona correspondente de armazenamento;
- o percurso com setas formadas por pontos ocorre quando as espumas depois de triadas têm de ser recuperadas e só depois colocadas na sua zona correspondente.

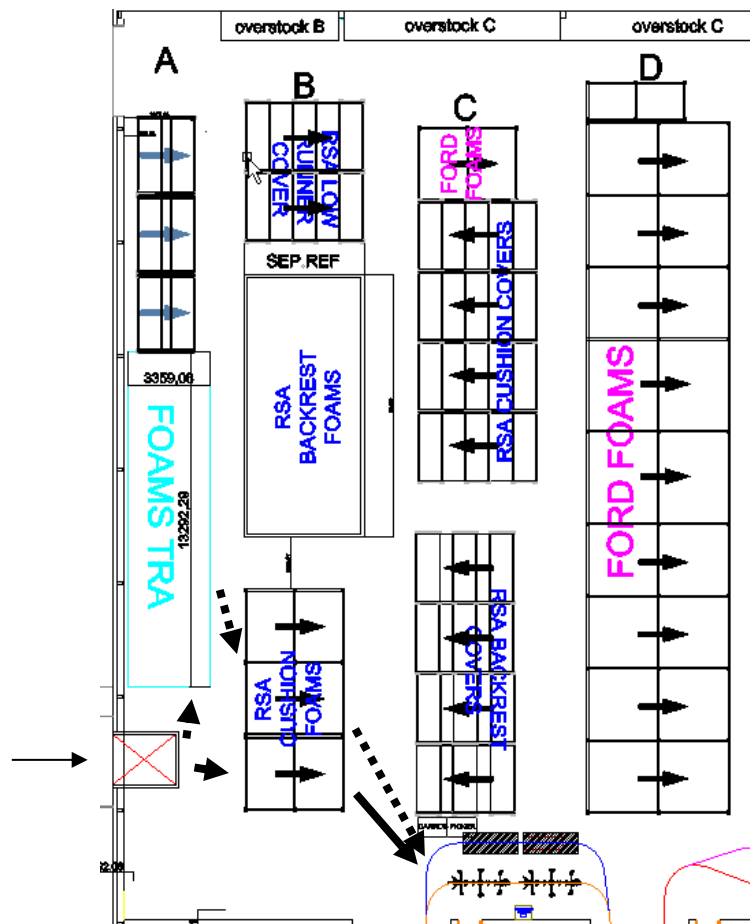


Figura 19 - Layout zona de descarga e armazenamento das espumas

#### 4.2.2 Armazenamento das espumas

As espumas estão armazenadas de distintas formas, por cliente, *Renault* ou *Ford*, e por componente do banco, encostos ou assentos. As espumas CAR (figura 20) e as espumas da *Ford* ficam penduradas (figura 23), sempre que possível, enquanto as espumas DAR (figura 22)

ficam empilhadas no chão por referência. Quando não é possível colocar mais espumas CAR penduradas, estas são armazenadas na TRA que é a zona de excessos, figura 21.



Figura 20 - Espumas CAR



Figura 21 - Espumas CAR na TRA



Figura 22 - Espumas DAR



Figura 23 - Espumas Ford

### 4.3 3ª Fase - Analisar

Nesta fase realiza-se a análise dos dados recolhidos na fase anterior e procuram-se as soluções para resolver o problema em estudo.

#### 4.3.1 Origem dos defeitos detetados no fornecedor

Foram detetados dois defeitos durante a visita ao fornecedor: um defeito é provocado durante o transporte das espumas da zona de armazenamento até ao camião, derivado aos cestos que utilizam para transporte (figura 24 e 25) e o segundo defeito foi a marca dos dedos na lateral

da espuma que é provocado pela falta de experiência do operador (figura 26), que ao retirar a espuma do molde exerce demasiada pressão com os seus dedos marcando-a.



Figura 24 - Imagem ilustrativa dos cestos utilizados



Figura 25 - Espuma com deformação na lateral causada pelos carros de transporte



Figura 26 - Espuma com deformação causada pelos dedos do operador quando se encontra em formação

### 4.3.2 Origem dos defeitos detetados no transporte

Os defeitos encontrados no transporte podem ter duas origens: o mau estado do camião, visto que os reboques não são recentes ou o mau carregamento por parte do fornecedor.

#### *Mau estado do camião*

Quanto aos defeitos provocados pelo mau estado do camião observou-se que tinham várias origens: réguas do camião danificadas (Figura 27), pedaços de madeira (Figura 28), *roofmate* no chão (Figura 29) e chão e fundo do camião danificado (Figura 30 e 31).



Figura 27 - Régua do camião danificada



Figura 28 - Pedaços de madeira



Figura 29 - Peça de roofmate



Figura 30 - Fundo do camião danificado



Figura 31 - Chão do camião danificado

***Mau carregamento***

Os defeitos detetados com origem no mau carregamento das espumas no camião devem-se a cinco fatores que foram observados durante a descarga dos camiões:

1. Bolsas dos assentos colocadas invertidas relativamente à bolsa que vem imediatamente por cima ou por baixo, isto vai causar deformações na espuma na zona dos ISOFIX, figura 32.



Figura 32 - Bolsas invertidas

2. Mau posicionamento dos *roofmates* (figura 33) que separam as espumas dos assentos das espumas dos encostos e, devido ao peso das espumas dos encostos, se vierem mal posicionados, marcam a espuma na sua lateral.



Figura 33 - Roofmate mal posicionado

3. Foi definido que as bolsas tinham de vir apertadas com abraçadeiras que são colocadas com uma máquina que faz o aperto sempre com a mesma força, isto para deste modo todas as bolsas virem apertadas de forma a não permitir o movimento entre as duas espumas, figura 34 e 35.



Figura 34 - Bolsa apertada com nó, as espumas movimentam-se livremente

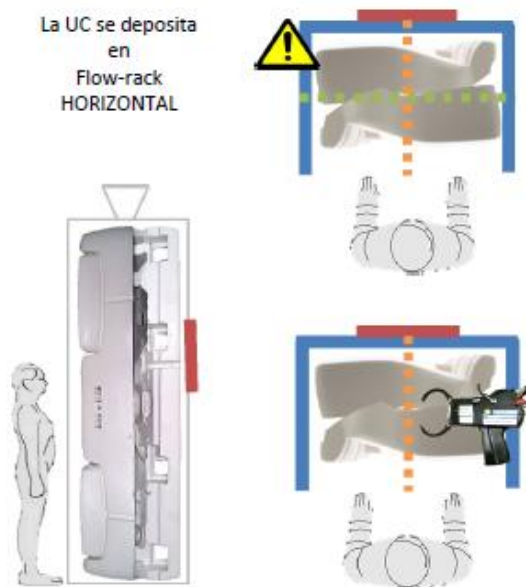


Figura 35 - Definição de aperto das bolsas

4. Espumas marcadas e/ou rasgadas pelas réguas porque durante o transporte se movimentaram ou porque ao ser carregadas já ficaram aí colocadas, figura 36.



Figura 36 - Exemplos de espumas deformadas/rasgadas nas réguas

5. Espumas que ficam marcadas com o lixo do camião, figura 37.



Figura 37 - Exemplos de lixo que provocaram deformação em espumas

### **4.3.3 Origem dos defeitos detetados no armazenamento em fábrica**

Quando as espumas chegam à fábrica devem ser armazenadas no local definido, mas isso nem sempre é possível e, quando ao serem armazenadas na TRA existia um número maior de espumas deformadas. Essas deformações tinham origem no excesso de peso e no tempo que ficavam armazenadas na TRA. Quanto ao excesso de peso as espumas só podiam ficar armazenadas a quatro sacos de altura e deveriam ficar bem colocadas, de modo a não deformarem as que se encontravam por baixo. O tempo que as espumas ficavam na TRA dependia do nível de produção, por isso, podiam ficar apenas algumas horas ou até alguns dias, caso, por exemplo, fosse fim de semana.

#### 4.3.4 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, ou diagrama de causa-efeito ou espinha de peixe, é uma ferramenta da qualidade que se utiliza para analisar as dispersões no processo. Tem como objetivo reunir as pessoas que estejam ligadas ao problema de modo a que debatam sobre as causas e possíveis razões de este ocorrer. (GP4US, 2020)

A utilização desta ferramenta possibilita uma melhor capacidade de visão dos problemas que precisam de ser solucionados, identificar mais facilmente as possíveis causas do problema, tratamento das causas pela prioridade que é necessária, envolvimento de toda a equipa no processo de melhoria contínua e organização objetiva das ideias do grupo.

Para a realização deste diagrama é necessário definir o problema que vai ser analisado, de seguida desenhar uma seta na horizontal com o sentido para a direita e na extremidade um quadrado, dentro desse quadrado escrever o problema central, fazer traços na diagonal ao longo do corpo da seta onde cada traço inclui uma categoria das causas encontradas, realizar um brainstorming com a equipa de modo a definir as possíveis causas, inserir as causas encontradas em cada categoria. (Andrade, 2017a)

No caso estudo das deformações das espumas, figura 38, as categorias do diagrama de Ishikawa são as etapas do percurso das espumas CAR desde o seu fabrico até ao armazenamento na fábrica. A etapa número 1 é o fornecedor e as suas causas associadas são a falta de experiência do operador e os carros de transporte das espumas até ao camião. A etapa número 2 é o carregamento do camião onde as causas para a ocorrência de deformações são bolsas invertidas, *roofmates* mal posicionados, bolsas apertadas com nó, movimentação de espumas e lixo. Na etapa número 3 colocou-se o transporte onde as causas são as réguas, o chão e o fundo do camião danificados e pedaços de madeira e de *roofmate* no chão. A última etapa é a do armazenamento das espumas na fábrica e a causa raiz é o excesso de espumas.

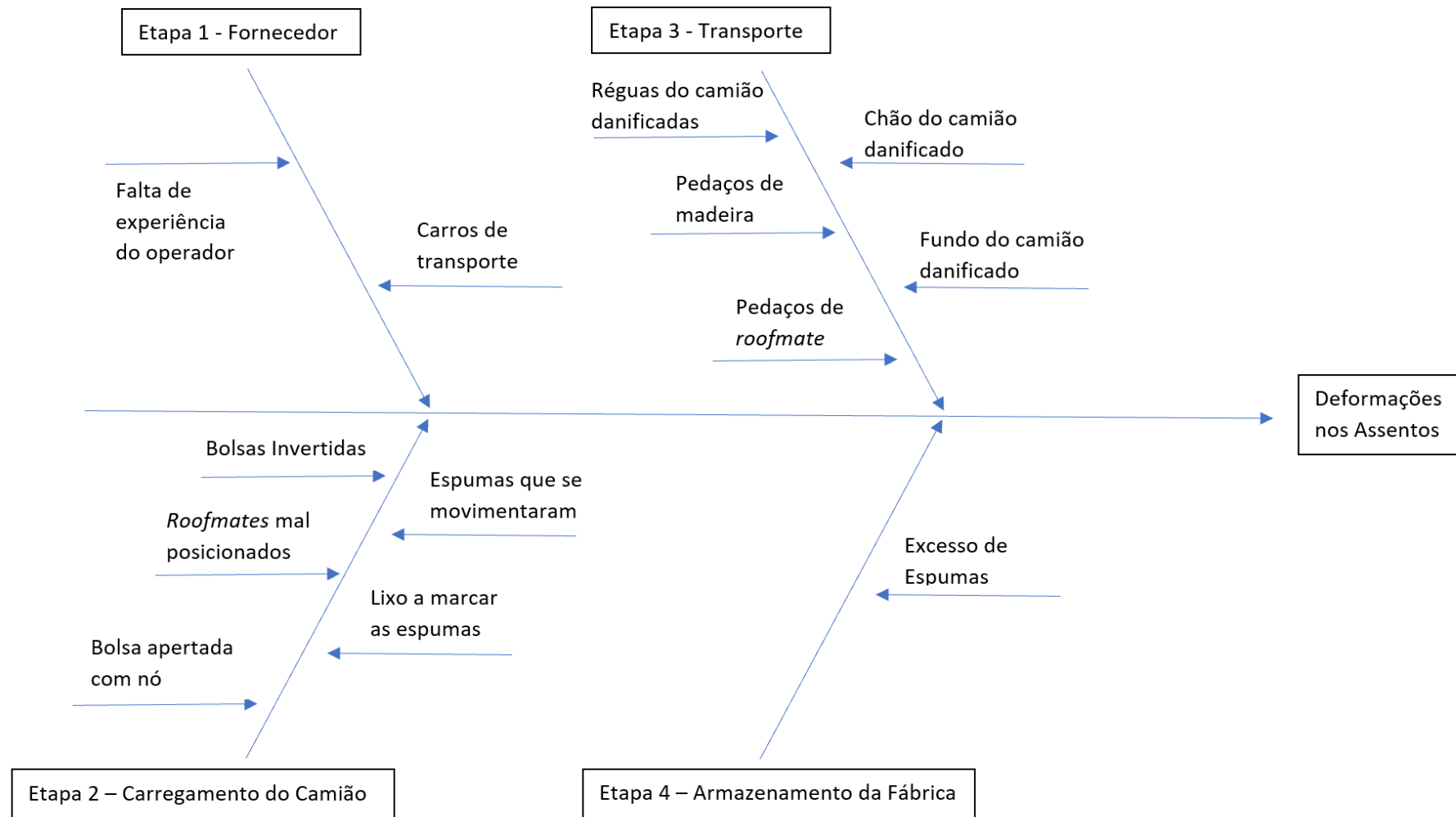


Figura 38 - Diagrama de Ishikawa

### 4.3.5 Ferramenta dos 5 Porquês

A ferramenta dos 5 Porquês foi criada por Taiichi Ohno e consiste em fazer repetidamente a pergunta “Porquê?” às possíveis causas do problema existente até chegar a uma causa raiz para cada uma destas. (Andrade, 2017b)

No caso estudo, as possíveis causas para a origem das deformações das espumas CAR são o fornecedor, o transporte e o armazenamento na fábrica.

Tabela 3 - 5 Porquês

<b>5 Porquês</b>			
<b>Definição do Problema: Espumas CAR deformadas</b>			
Possível Causa	Porquê?	Porquê?	Porquê?
Fornecedor	Defeitos detetados durante a visita	Operadores em formação	Trabalho temporário
		Cestos de Transporte	Falta de placas de proteção interior
Transporte	Mau estado do camião	Camiões utilizados já são antigos	
	Mau carregamento das espumas	Tempo reduzido para conseguir carregar com mais cuidado	
Fábrica	Armazenamento das espumas na TRA	Excesso de espumas em stock	Aumento de produção, logo necessidade de aumentar o pedido de espumas

### 4.3.6 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto teve como criador o economista italiano Vilfredo Pareto, no século XIX. É uma das ferramentas utilizadas em qualidade e consiste num gráfico onde se identificam as causas para o problema em estudo, de modo a averiguar quais têm de ser intervencionadas.

A criação de um diagrama de Pareto realiza-se através de cinco etapas: determinar que tipo de problema é que se pretende investigar; determinar como é que os dados serão classificados; organizar numa tabela os dados de acordo com as categorias a que pertencem; calcular a percentagem individual e acumulada, dividindo o número de ocorrências de cada dado sobre o total; traçar o diagrama. (Caroline Faria, 2020)

Na situação do projeto, o diagrama de Pareto contém as três origens dos defeitos das espumas CAR e o número de defeitos que é provocado por cada uma.

Como se pode verificar pela análise do gráfico 2, o valor da percentagem de defeitos mais elevado é quando a causa raiz é o transporte. Apresenta uma percentagem de 75% dos defeitos, sendo que existem 12 defeitos associados a esta causa raiz. Para os defeitos detetados no fornecedor e na fábrica o valor é igual, 2 defeitos ou 13% do total de defeitos, porém o número de ocorrências de defeitos na fábrica é reduzido visto que só ocorre caso as espumas CAR fiquem armazenadas na TRA durante um período de tempo mais longo. Por esse motivo, os defeitos encontrados na fábrica não foram contabilizados, tendo a equipa focado nos defeitos do fornecedor e de transporte.

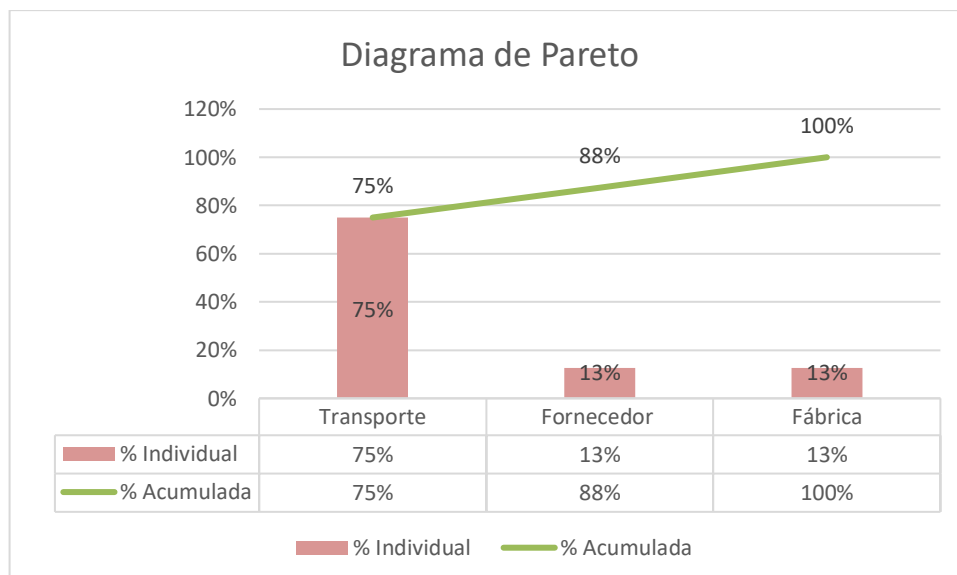


Gráfico 2 - Diagrama de Pareto

## **4.4 4ª Fase - Improvement (Melhorar)**

Depois de analisadas as descargas do camião e de definidas as origens de cada tipo de defeito o próximo passo foi otimizar o modo de carregamento do camião com o objetivo principal de diminuir as deformações. Um dos pontos cruciais que tem de ser alterado é o peso colocado por cima das espumas dos assentos que, deve ser reduzido para contribuir na diminuição da ocorrência das deformações. Tal como na fase medir e analisar serão definidas medidas a aplicar pelo fornecedor e no transporte.

### **4.4.1 Fornecedor**

Como foi referido anteriormente, os cestos e a falta de experiência dos operadores são as causas raiz para os defeitos provenientes do fornecedor. Como tal, este decidiu melhorar os cestos introduzindo umas placas no seu interior de modo a que as espumas não tenham contacto com as redes. Quanto aos operadores, o fornecedor comprometeu-se a dar mais formação para que os defeitos fossem reduzidos.

### **4.4.2 Otimização do carregamento do camião**

O carregamento do camião foi melhorado efetuando alterações ao nível da distribuição das espumas CAR pelo comprimento total do camião e limitando o número de espumas CAR que pode ser transportado em cada carregamento.

O número máximo de sacos de espumas CAR que se podem transportar em altura por fila é de 4 sacos. Este valor já tinha sido definido anteriormente ao projeto.

Para distribuir as espumas CAR pelo camião foi estudada a quantidade de filas que tinha de vir a 4 sacos de altura e a 3 sacos de altura, tendo em consideração que no camião só é possível distribuir as espumas por 10 filas. Na tabela 4, encontra-se definido o número de filas que tem de vir a 4 sacos de altura e a 3 sacos de altura em função do número de sacos que é transportado em cada carga no camião. O número máximo de sacos de espumas dos assentos por camião ficou estipulado em 150, ou seja, 300 espumas CAR por camião. Acima deste valor aumentava o número de filas que tinha de vir a 4 sacos de altura o que provocaria mais deformações e, como este valor era normalmente o máximo de espumas necessárias em cada carga, ficou como o valor máximo de espumas CAR por camião.

Sempre que o número de sacos de CAR for igual ou inferior a 130 sacos é possível as espumas CAR serem carregadas todas a 3 de altura assim, a possibilidade de ocorrência de deformações é, teoricamente, diminuída.

Tabela 4 - Carregamento em função do número de sacos CAR

Nº de Sacos/camião	Filas a 4 sacos de Altura	Filas a 3 sacos de Altura	Total de Filas
150	72 sacos	78 sacos	10 filas
145	54 sacos	91 sacos	
140	36 sacos	104 sacos	
135	18 sacos	117 sacos	
130	-	130 sacos	

De seguida, as figuras 39 e 40 demonstram como são constituídas as filas a 4 sacos de altura e as filas a 3 sacos de altura. Pode-se ver também, a posição dos roofmates que separam as espumas dos assentos das restantes espumas que vêm em cada carga (Figura 41).

As filas de CAR a 4 sacos de altura permitem colocar 18 sacos por fila enquanto as filas a 3 sacos de altura permitem 13 sacos, devido à impossibilidade de se introduzirem dois sacos na lateral como nas filas a 4 de altura.

As placas de *roofmate* foram introduzidas anteriormente a este projeto entre os encostos da *Renault* e as espumas da *Ford*. Serviram como solução para que os encostos da *Renault* não se deformassem devido ao contacto com os assentos CAR. Depois de se introduzir esta medida conseguiu-se eliminar esses defeitos nos encostos. Porém, como já foi abordado no capítulo anterior, as placas de *roofmate* causam defeitos nos assentos quando não são bem posicionadas.



Figura 39 - Filas CAR a 4 sacos de altura



Figura 40 - Filas CAR a 3 sacos de altura



Figura 41 - Placas de Roofmate a separar cada nível de espumas

### ***Alteração de layout do carregamento das espumas***

Depois de se reunir a equipa definiu-se, para um carregamento máximo de 150 CAR, que o layout de carregamento deveria ser 4 filas de CAR a 4 sacos de altura e encostos da *Renault* por cima e 6 filas de CAR a 3 sacos de altura e espumas da *Ford* por cima, como se pode verificar nas figuras 42 e 43, respetivamente.



Figura 42 - Filas de CAR a 4 sacos de altura com encostos da Renault por cima



Figura 43 - Filas de CAR a 3 sacos de altura com espumas da Ford por cima

## 4.5 5ª Fase - Controlar

Depois de implementadas as alterações do layout como forma de diminuir a ocorrência das deformações nas espumas CAR é necessário proceder à análise dos dados recolhidos durante o processo. Nesta fase verifica-se se foram atingidos os objetivos iniciais, se as ações

implementadas estão a ser cumpridas e se as alterações que foram introduzidas permitiram atingir resultados positivos.

#### 4.5.1 Análise das deformações

Depois da alteração do layout os resultados obtidos foram satisfatórios e encontram-se na tabela 5. As datas a azul são as descargas acompanhadas de manhã e os dados a verde são as descargas do camião da tarde. A alteração do layout ocorreu na descarga da tarde do dia 12 de novembro e após a análise dos resultados obtidos, foi possível verificar uma redução na percentagem de defeitos de 18,5% para 5,6%. Nas descargas seguintes também se obtiveram bons resultados de redução de deformações porém, depois de se realizar um *brainstorming* com a equipa concluiu-se que apesar dos resultados serem positivos poderiam ser melhores. Como tal, iniciou-se um novo processo de *improvement*.

Tabela 5 - Dados das descargas antes e depois da primeira alteração de layout

Data	Números de CAR(uni)	RW (uni)	Percentagem de Defeitos (%)
07/11/2019	292	46	15,8
08/11/2019	292	60	20,5
11/11/2019	256	66	25,8
12/11/2019	286	53	18,5
12/11/2019*	286	16	5,6
13/11/2019	286	16	5,6
13/11/2019*	264	9	3,4
14/11/2019	264	16	6,1
14/11/2019*	300	11	3,7
15/11/2019	300	28	9,3

#### 4.6 4ª Fase - Improvement (Melhorar) – 2ª alteração de layout

A segunda alteração do layout aconteceu devido à melhoria encontrada de colocar as espumas *Ford* por cima das filas de 4 sacos CAR de altura e os encostos da *Renault* nas filas de 3 sacos de altura. Ocorreu no dia 15 de novembro na descarga da parte da tarde. Como as espumas da Ford são mais leves, a equipa decidiu que deveriam ser estas a vir colocadas por cima das espumas CAR em filas de 4 sacos de altura. Sendo assim, para um carregamento máximo de 150 sacos de CAR, devem vir 4 filas a 4 sacos de altura com as espumas da *Ford* por cima e 6 filas de CAR a 3 sacos de altura com os encostos da *Renault* por cima.



Figura 44 - Filas a 3 sacos de altura, com encostos da Renault por cima



Figura 45 - Filas a 4 sacos de altura com espumas Ford por cima

#### **4.6.1 Criação de Ajudas Visuais**

Foram criadas ajudas visuais para os operadores logísticos seguirem os procedimentos adequados de modo a verificarem se o camião vem de acordo com o que foi estabelecido entre a fábrica e o fornecedor. Nessas ajudas visuais encontram-se os pontos alterados no layout do camião e os pontos NOK.

Na primeira ajuda visual (figura 46) verifica-se: a utilização das placas de *roofmate* a separar as várias camadas de espumas; se as espumas CAR vêm no máximo a 4 sacos de altura; espumas Ford carregadas por cima das filas de CAR a 4 sacos de altura e as espumas DAR carregadas nas filas de CAR a 3 sacos de altura e a forma correta de colocar as espumas 1/3 e 2/3 (espumas DAR).

Na segunda ajuda visual (figura 47) verificam-se os pontos NOK detetados: existência de lixo no camião após a descarga; réguas danificadas; espumas molhadas; *roofmates* bem posicionados nas espumas CAR; filas CAR com bolsas invertidas; final da carga com *roofmates* e cintas; espumas bem posicionadas dentro do saco e os sacos mal apertados.

**faurecia**
AJUDA VISUAL

**VERIFICAR SE O CAMIÃO COPO ESTÁ CARREGADO DA FORMA CORRETA (1)**

1 - Espumas CAR possuem uma placa protetora (*roofmate*) que as separa das restantes espumas

2 - Espumas CAR devem vir no máximo a 4 sacos de altura

3,4 - Nas filas CAR a 4 de altura, por cima devem ser carregadas espumas FORD. Nas filas CAR a 3 de altura, por cima devem ser carregadas espumas DAR

5 - Espumas 1/3 devem estar a duas filas de altura na vertical e apresentar uma placa protetora entre as duas filas

6 - Espumas 2/3 devem estar a três filas de altura e na horizontal








ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO
Assinatura: Vitor Ferreira Data: 24/01/2020	Assinatura: André Mateus Data: 27/01/2020	Assinatura: João Rios Data: 27/01/2020

Figura 46 - Ajuda visual 1

**faurecia**
AJUDA VISUAL

**VERIFICAR SE O CAMIÃO COPO ESTÁ CARREGADO DA FORMA CORRETA (2)**

7 - Existência de lixo no camiãõ após a descarga

8 - Réguas danificadas

9 - Espumas molhadas

10 - Roofmates bem posicionados nas espumas CAR

11 - Filas CAR com bolsas invertidas

12 - Final da carga com roofmates e cintas

13 - Espumas bem posicionadas dentro do sacco

14 - Sacos mal apertados










ELABORADO	VERIFICADO	APROVADO
Assinatura: Vítor Ferreira	Assinatura: André Mateus	Assinatura: João Rios
Data: 24/01/2020	Data: 27/01/2020	Data: 27/01/2020

Figura 47 - Ajuda visual 2

## 4.7 5ª Fase – Controlar – 2ª alteração de layout

### 4.7.1 Análise das deformações novembro

Na tabela 6, encontram-se os dados recolhidos no mês de novembro após a 2ª alteração de layout. Como se pode verificar vão existir diferenças entre os valores recolhidos de manhã e os valores recolhidos da tarde, isto deve-se ao tempo de transporte, um dos pontos que também influencia na qualidade com que as espumas chegam à fábrica. Como se irá verificar nos dados da tabela referida, os camiões que são descarregados da parte da manhã têm mais espumas com deformações do que os da parte da tarde. Porque é que isto ocorre? Porque o tempo de transporte dos camiões da manhã é de cerca de 4 horas de transporte mais 10 horas até à descarga do camiãõ, enquanto que o tempo de transporte do camiãõ da tarde é de apenas 4 horas de transporte, porque quando este chega é imediatamente descarregado.

Um exemplo de como a alteração do 2º layout serviu para diminuir o número de espumas deformadas, foi o dia quinze de novembro da parte da tarde, porque apesar de o camiãõ trazer espumas CAR acima do valor previamente definido com o fornecedor, o número de

deformações foi muito baixo, 7 espumas deformadas em 308 espumas CAR da carga. Este facto deveu-se ainda a ser o camião da parte da tarde que tem o menor tempo de transporte.

Existiram algumas dificuldades para que o fornecedor conseguisse que os seus operadores logísticos entendessem o novo método de carregamento e, por isso, os resultados obtidos apesar de serem satisfatórios poderiam ter sido melhores.

Tabela 6 - Dados de Novembro depois da 2ª alteração de layout

Data	Números de CAR(uni)	RW (uni)	Percentagem de Defeitos (%)
15/11/2019*	308	7	2,3
18/11/2019	66	5	7,6
18/11/2019*	304	5	1,6
19/11/2019	328	34	10,4
19/11/2019*	304	8	2,6
20/11/2019	304	64	21,1
20/11/2019*	304	8	2,6
21/11/2019	302	15	5,0
22/11/2019	240	15	6,3
25/11/2019	258	17	6,6
26/11/2019	272	25	9,2
26/11/2019*	272	14	5,1
27/11/2019	272	22	8,1
28/11/2019	270	21	7,8
29/11/2019	188	6	3,2
29/11/2019*	188	5	2,7

***Evidências de Mau Carregamento***

No dia 19 de novembro o número de deformações foi de 34 espumas, nas figuras 48, 49 e 50 pode verificar-se o porquê deste número elevado (sacos mal colocados).



Figura 48 - Sacos invertidos de CAR e mal posicionados



Figura 49 - Fila carregada a 3 sacos de altura todos deslocados



Figura 50 - Deformações provocadas pela deslocação dos sacos

No dia 20 de novembro houve 64 espumas CAR com deformações. Novamente porque o camião veio mal carregado e se verificou que a logística do fornecedor não tinha entendido o novo método de carregamento. Na figura 51, verifica-se a forma como uma das filas desse camião vinha carregada, verificando-se que o problema não foi no transporte mas sim na forma de carregamento.



Figura 51 - Fila mal carregada

### 4.7.2 Análise das deformações de dezembro

No final de novembro e início de dezembro o número de espumas CAR por camião foi reduzido devido aos volumes de produção mais baixos. Como tal, seria de esperar que o número de deformações nas espumas também fosse reduzido, o que aconteceu, porém os resultados não foram melhores porque as cargas nem sempre cumpriam com o que tinha sido determinado. Apesar disto, a percentagem de deformações foi sempre inferior a 10%, como se pode verificar na tabela 7, nada comparado com resultados de 26% de deformações iniciais.

A partir do dia 5 de dezembro, como os volumes de produção continuaram a diminuir, foi reduzido um camião, aumentando os volumes de espumas no único camião que chegava à fábrica.

Como os camiões não vinham carregados sempre de acordo com o pedido, os resultados não foram tão bons como esperado, porém, mantiveram-se sempre abaixo dos 10% de deformações.

Tabela 7 - Dados das descargas de Dezembro

Data	Números de CAR(uni)	RW (uni)	Percentagem de Defeitos (%)
02/12/2019	180	13	7,2
02/12/2019*	180	7	3,9
03/12/2019	188	15	8,0
03/12/2019*	188	7	3,7
04/12/2019	188	10	5,3
04/12/2019*	188	11	5,9
05/12/2019	232	35	15,1
05/12/2019*	232	15	6,5
06/12/2019	300	15	5,0
10/12/2019	296	24	8,1
11/12/2019	262	28	10,7
12/12/2019	300	24	8,0
13/12/2019	300	17	5,7
16/12/2019	300	23	7,7

### 4.7.3 Conclusões das análises às descargas dos camiões

Os pontos importantes depois da análise dos dados obtidos são:

1. Desde que o camião seja carregado de acordo com o estabelecido no PDCA com o fornecedor, independentemente de vir com mais ou menos espumas, o número de deformações é mais baixo do que inicialmente;

2. É importante que os caminhões sejam descarregados sempre que possível assim que chegam à fábrica, assim não se prolonga o tempo das espumas armazenadas dentro do caminhão e não se origina mais deformações e as que se deformaram são mais facilmente recuperadas;

3. Não foi possível realizar o teste de influência do tempo de cura das espumas, apesar do fornecedor ter enviado um teste onde as espumas tinham ficado 1 hora depois de produzidas à espera para serem embaladas, não se pode considerar o teste 100% confiável porque não existem provas de que essas espumas ficaram realmente esse tempo à espera e não se conseguiu tirar conclusões visto que estas espumas apresentaram na mesma deformações em alguns casos.

#### 4.7.4 Espumas Sucatadas e Custos Associados

Semanalmente é realizada uma reunião (COMEX) entre o auditor de Qualidade e o residente do fornecedor onde são separadas as espumas que foram retiradas da linha durante essa semana, sendo classificadas como “Sucata EDA” ou “Sucata Fornecedor” ou “Rework” (nesta situação é a mesma empresa de triagem que realiza os retrabalhos: trocas de clips partidos, retrabalhar espumas rasgadas). No gráfico 3, encontram-se os dados obtidos das COMEX desde a semana 37 de 2019 até à semana 10 de 2020. Os dados anteriores à semana 44, que foi a semana onde se iniciou o projeto, foram introduzidos para existir uma comparação credível.

No gráfico encontra-se o número de espumas que foi considerada “Sucata EDA” e os custos associados por semana. Cada espuma tem um custo de 15,88€. Os custos anuais em retrabalhos pela empresa externa de triagem é de, aproximadamente, 2000€. Estes valores referidos, quer de sucata quer de retrabalhos refere-se apenas a espumas de assentos CAR.

Quanto aos valores obtidos pode-se fazer a seguinte análise:

1. Até à semana de início do projeto existiram semanas em que o número de espumas para sucatar foi elevado (17 espumas) tendo um custo associado também elevado (269,96€);
2. Desde que se iniciou o projeto o número de espumas sucatado semanalmente baixou para cerca de 4 espumas por semana, sendo o custo associado de 63,52€. Estas eram espumas que tinham defeitos que já não eram recuperáveis, enquanto que as espumas sucatadas antes do projeto, por vezes, podiam ser recuperadas só que como já estavam há algum tempo com a deformação, esta já não se conseguia compôr.
3. Considerando 109,18€ a média do valor das espumas sucatadas desde a semana 37 até à 44, reduziu-se para 96,28€ a média do valor das espumas sucatadas desde o início do projeto até à semana 10 de 2020. Isto consiste numa redução de 12% dos custos em espumas sucatadas. Este valor pode ser de 42% se retirarmos as semanas em que existiram problemas com os carregamentos ou com as descargas na fábrica.
4. A partir de Janeiro não se recuperaram mais espumas à saída do camião, por isso, nas 3 primeiras semanas o volume de espumas sucatadas foi elevado (28 espumas – 444,64€).
5. A partir da semana 4 o volume de espumas voltou aos números mais baixos porque foram introduzidas ajudas visuais para os operadores da logística da EDA verificarem aquando da descarga do camião.

6. Na semana 9 o número de espumas disparou para 18 espumas como sucata porque o camião que chegou na sexta feira da parte da tarde, da semana 8, ficou por descarregar até à segunda feira seguinte. Como já foi referido, este é um dos factores mais importantes e que deve ser controlado para garantir a diminuição de deformações nas espumas.

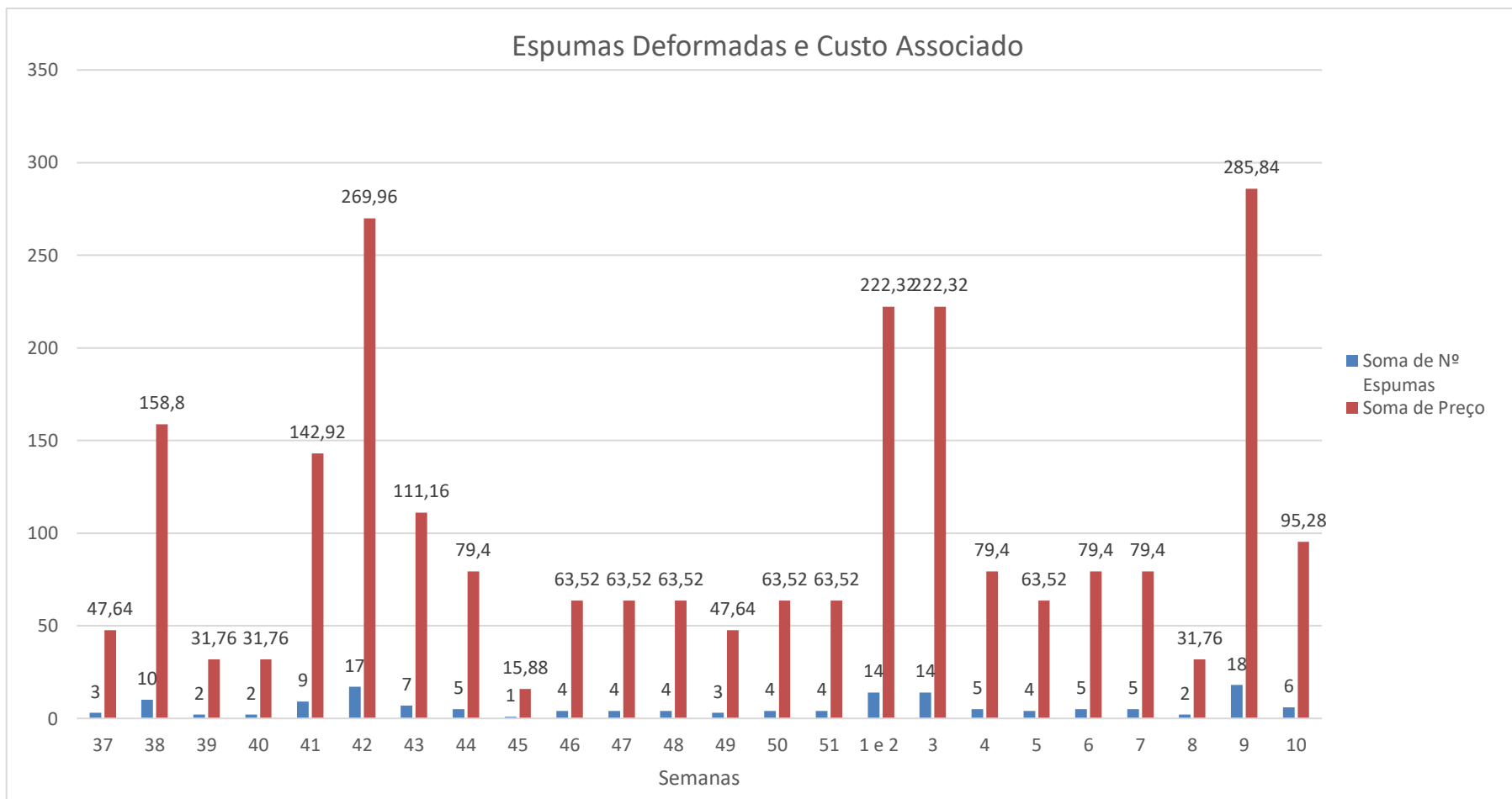


Gráfico 3 - Espumas deformadas por semana e custo associado

#### **4.7.5 Definição do plano de controlo**

Com a obtenção de bons resultados, depois de aplicadas as medidas de melhoria, é necessário que o processo continue a ser acompanhado e controlado para não haver um retrocesso.

A forma utilizada para controlar o processo é através das COMEX. Nestas verifica-se o número de espumas sucataadas em cada semana e, caso seja um número elevado, são feitas análises às descargas dos camiões por parte da equipa externa que está ao serviço do fornecedor para determinar se os carregamentos estão de acordo com o *layout* definido e se existe algum tipo de defeito novo que esteja a influenciar os números de deformações.

## 5. Conclusões

Com a crescente evolução dos mercados é necessário manter o nível de competitividade o mais elevado possível. Para tal, é fundamental que os preços praticados pela empresa sejam mais baixos que os preços das empresas concorrentes. Este objetivo é possível de alcançar reduzindo os custos associados à produção. Através das ferramentas da metodologia *lean* é possível reduzir estes custos diminuindo os desperdícios, melhorando a produtividade e, por consequência, aumentando os lucros da empresa.

Esta dissertação tinha como principal objetivo a diminuição da ocorrência de defeitos nas espumas dos assentos da *Renault*.

Foi escolhida a metodologia DMAIC para solucionar o problema porque permite a sua aplicação em processos produtivos de modo a determinar qual a causa raiz do problema. Como é uma metodologia que funciona como um ciclo, no qual as várias etapas estão bem definidas, é mais permissiva a obter toda a informação necessária e a manter o interesse das pessoas envolvidas ao longo do processo para contribuírem na resolução do problema, sendo que, caso seja necessário, é possível regredir para uma etapa anterior.

Depois de aplicada esta metodologia conseguiram obter-se resultados positivos na resolução do problema, atingindo-se o objetivo principal. Com a diminuição dos defeitos nas espumas CAR conseguiu-se eliminar a entropia causada na linha e, por consequência, melhorar os níveis de produtividade. Sem os defeitos nas espumas não há desperdícios e não é necessário realizar retrabalhos, influenciando diretamente no custo final do produto.

## Referências

- American Chemistry Council. (2019). *History*.  
<https://polyurethane.americanchemistry.com/History/>
- Andrade, L. (2017a). Diagrama de Ishikawa: O que é, como fazer e exemplos + Planilha. *Siteware - Software para Gestão: Performance, Estratégia e Resultados*.  
<https://www.siteware.com.br/metodologias/diagrama-de-ishikawa/>
- Andrade, L. (2017b). O que é e como usar a metodologia 5 porquês. *Siteware - Software para Gestão: Performance, Estratégia e Resultados*.  
<https://www.siteware.com.br/metodologias/metodologia-5-porques/>
- Bidarra, T. F. T. (2011). *Implementação da metodologia SMED* [Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade da Beira Interior].  
<http://hdl.handle.net/10400.6/2397>
- Canonica, G., Schlindwein, J. V. M., & Nienkotter, T. F. (2019). *Evaluation of the influence of Lean management practices on productivity*. 20.
- Charron, R., Harrington, H. J., Voehl, F., & Wiggin, H. (2014). *The Lean Management Systems Handbook*. CRC Press.
- Cunha, O. (2012). *Implementação da metodologia 5s e análise de Tempos e Métodos numa linha de montagem de carroçarias* [Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra].  
<https://estudogeral.sib.uc.pt/jspui/bitstream/10316/20555/1/Tese%20Olga%20Cunha.pdf>

## REFERÊNCIAS

- Curado, A. (2019). Fordismo o que é, origem, contexto histórico, características, decadência. *Conhecimento Científico*. <https://conhecimentocientifico.r7.com/fordismo/>
- Dias, J. (2014). *A metodologia Six Sigma e a ferramenta DMAIC*. Engenharia 360. <https://engenharia360.com/metodologia-six-sigma-e-ferramenta-dmaic/>
- Duarte, A. (2017). *Os bancos de automóvel na era moderna*. AutoSport. <https://automais.autosport.pt/noticias/os-bancos-automovel-na-era-moderna/>
- Expert Program Management*. (2018). *Expert Program Management*. <https://expertprogrammanagement.com/2018/05/taylors-scientific-management/>
- Faria, Carolina. (2019). *História da Qualidade*. InfoEscola. [https://www.infoescola.com/administracao\\_/historia-da-qualidade/](https://www.infoescola.com/administracao_/historia-da-qualidade/)
- Faria, Caroline. (2020). *Diagrama de Pareto*. InfoEscola. [https://www.infoescola.com/administracao\\_/diagrama-de-pareto/](https://www.infoescola.com/administracao_/diagrama-de-pareto/)
- Farinha, L. S. B. (2015). *Lean Manufacturing – Uma História de Sucesso em Portugal* [Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Gestão de Tomar]. <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/18514/1/Lean%20Manufacturing%20-%20Uma%20hist%C3%B3ria%20de%20Sucesso%20em%20Portugal.pdf>
- Faurecia. (2018). *History*. Faurecia. <http://www.faurecia.com/en/group/history>
- GP4US. (2020). *Diagrama de causa e efeito—Descubra e aprenda Ishikawa na prática*. [file:///C:/Users/filip/Zotero/storage/2UGZLNQ2A/Diagrama\\_de\\_causa\\_e\\_efeito\\_-\\_Descubra\\_e\\_aprenda\\_Ishikawa\\_na\\_pr%C3%A1tica.html](file:///C:/Users/filip/Zotero/storage/2UGZLNQ2A/Diagrama_de_causa_e_efeito_-_Descubra_e_aprenda_Ishikawa_na_pr%C3%A1tica.html)
- Jackson, T. L. (1996). *Implementing a Lean Management System*. CRC Press.
- Kanbanize. (2019). *O que é Gestão Lean? Definição & Benefícios*. <https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/o-que-e-gestao-lean/>
- Lima, A. R. (2006). *Estudo introdutório das variáveis que influenciam o conforto ergonômico de assentos automotivos durante o desenvolvimento de produto* [Título de Mestre

## REFERÊNCIAS

- Profissional em Engenharia Automotiva, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo]. [http://www.automotiva-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2013/02/lima\\_andre.pdf](http://www.automotiva-poliusp.org.br/wp-content/uploads/2013/02/lima_andre.pdf)
- Lopes, D. F. (2017). *Análise e implementação de um sistema Kanban numa empresa metalomecânica* [Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Coimbra]. [https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/82872/1/Relat%c3%b3rio%20Final\\_Diego.pdf](https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/82872/1/Relat%c3%b3rio%20Final_Diego.pdf)
- Marinho, D. (2019). *8 Desperdícios do Lean Manufacturing* / LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/8-desperd%C3%ADcios-do-lean-manufacturing-diego-marinho/>
- Marques, J. (2014). *Aplicação da metodologia Poka-Yoke* [Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica na Especialidade de Produção e Projecto, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Faculdade de Coimbra]. <http://hdl.handle.net/10316/39055>
- meuSucesso. (2014). *Gestão da Qualidade—O que é e como funciona*. *meuSucesso.com*. <https://meusuccesso.com/artigos/operacoes/gestao-da-qualidade-o-que-e-e-como-funciona-22/>
- Moreira, S. (2011). *Aplicação das Ferramentas Lean. Caso Estudo* [Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Escola Superior de Engenharia de Lisboa]. <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/1167/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Nascimento, A. F. G. (2011). *A Utilização da Metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua* [Monografia, Faculdade Pitágoras]. [http://www.icap.com.br/biblioteca/175655010212\\_Monografia\\_Adriano\\_Fagner.pdf](http://www.icap.com.br/biblioteca/175655010212_Monografia_Adriano_Fagner.pdf)

## REFERÊNCIAS

- Oliveira, B. (2012). *Aplicação de Metodologias Lean ao Fabrico de Elevadores* [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto].  
[https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4431/1/DM\\_BrunoOliveira\\_2012\\_MEM.pdf](https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4431/1/DM_BrunoOliveira_2012_MEM.pdf)
- portalQAS. (2018). *Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001 | ISO 9004*.  
<https://www.portalqas.pt/sistemas-de-gestao-da-qualidade-iso-9001-sgq.html>
- Precision Urethane. (2019). *Polyurethane Advantages—Urethane Properties & Benefits | Precision Urethane*.  
[https://www.precisionurethane.com/urethane-advantage.html?fbclid=IwAR2SqkqWsyZ5Dks6dUAFWMBsABBfYkvZI\\_v7MWTU Fk6GcjtR997OszF\\_xM](https://www.precisionurethane.com/urethane-advantage.html?fbclid=IwAR2SqkqWsyZ5Dks6dUAFWMBsABBfYkvZI_v7MWTU Fk6GcjtR997OszF_xM)
- Sander, C. (2019). *O que é DMAIC: As 5 fases do Lean Six Sigma*.  
<https://www.linkedin.com/pulse/o-que-%C3%A9-dmaic-5-fases-do-lean-six-sigma-carlos-sander>
- Silva, J. (2015). *Aplicação da metodologia DMAIC* [Dissertação para obtenção de grau de mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Aveiro].  
<http://hdl.handle.net/10773/15632>
- Sinfic. (2007). *A História do Lean Manufacturing*.  
<http://www.sinfic.pt/SinficWeb/displayconteudo.do2?numero=24869>
- Vilar, W. (1998). Poliuretanos Moldados. Em *Química e Tecnologia dos Poliuretanos*.  
<http://www.poliuretanos.net/Cap4/43Espumasquente.htm>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2004). *A máquina que mudou o mundo*. Gulf Professional Publishing.



# **Apêndices**

## APÊNDICE A – Manual de Procedimentos

Para ajudar a determinar quem é que assume a responsabilidade por cada espuma CAR com defeitos, na realização da COMEX semanal, foi criado um manual de procedimentos. Neste manual foram identificados os defeitos detetados nas espumas CAR ao longo do projeto e encontra-se a origem de cada defeito que atribui a responsabilidade dos custos à fábrica, ao fornecedor ou a ambas as partes.



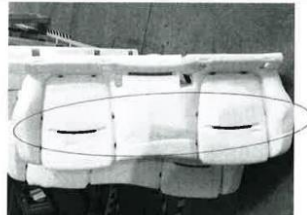

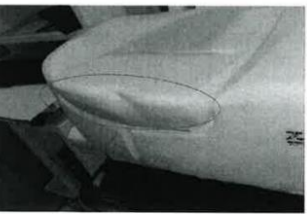
Foto:	Nº	Mod:	Ref:	ANALISIS CIB/EDA		
				Defecto:	ORIGEN:	Observaciones:
	1	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	2	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	3	1/1	850	Deformada en camión	50/50	
	4	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	5	1/1	850	Deformada en camión	EDA	Dudosa

Figura 52 - Manual de Procedimento


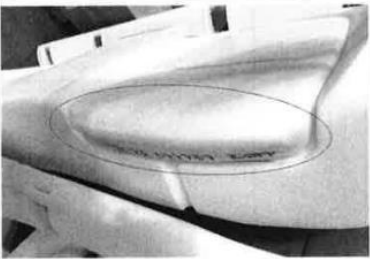
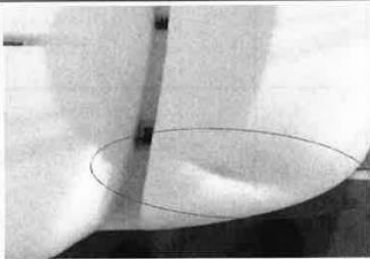
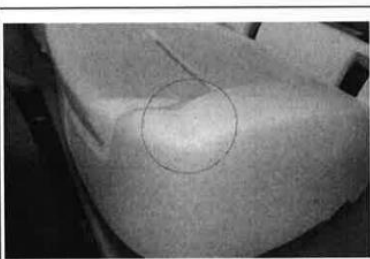
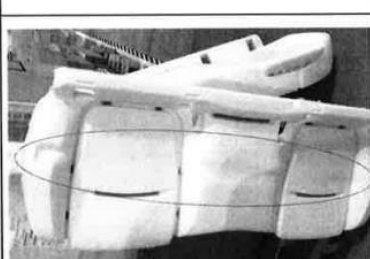
	6	1/1	850	Deformada COPO	COPO	
	7	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	8	1/1	850	Deformada COPO	COPO	
	9	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	10	1/1	850	Deformada en camión	50/50	

Figura 53 - Manual de Procedimientos

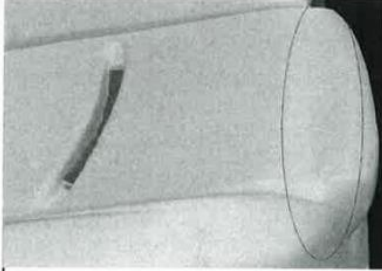

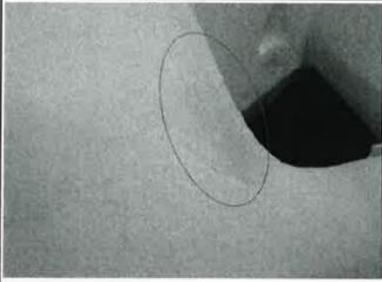
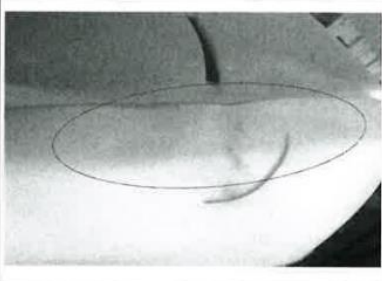
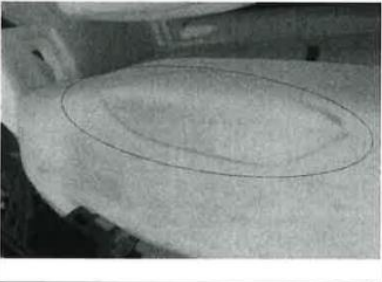
	11	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	12	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	13	1/1	850	Deformada en Copo	COPO	Rechupe
	14	1/1	850	Deformada en camión	EDA	
	15	1/1	850	Deformada en camión	EDA	

Figura 54 - Manual de Procedimientos

## APÊNDICE B - Dados recolhidos durante os meses de novembro e dezembro

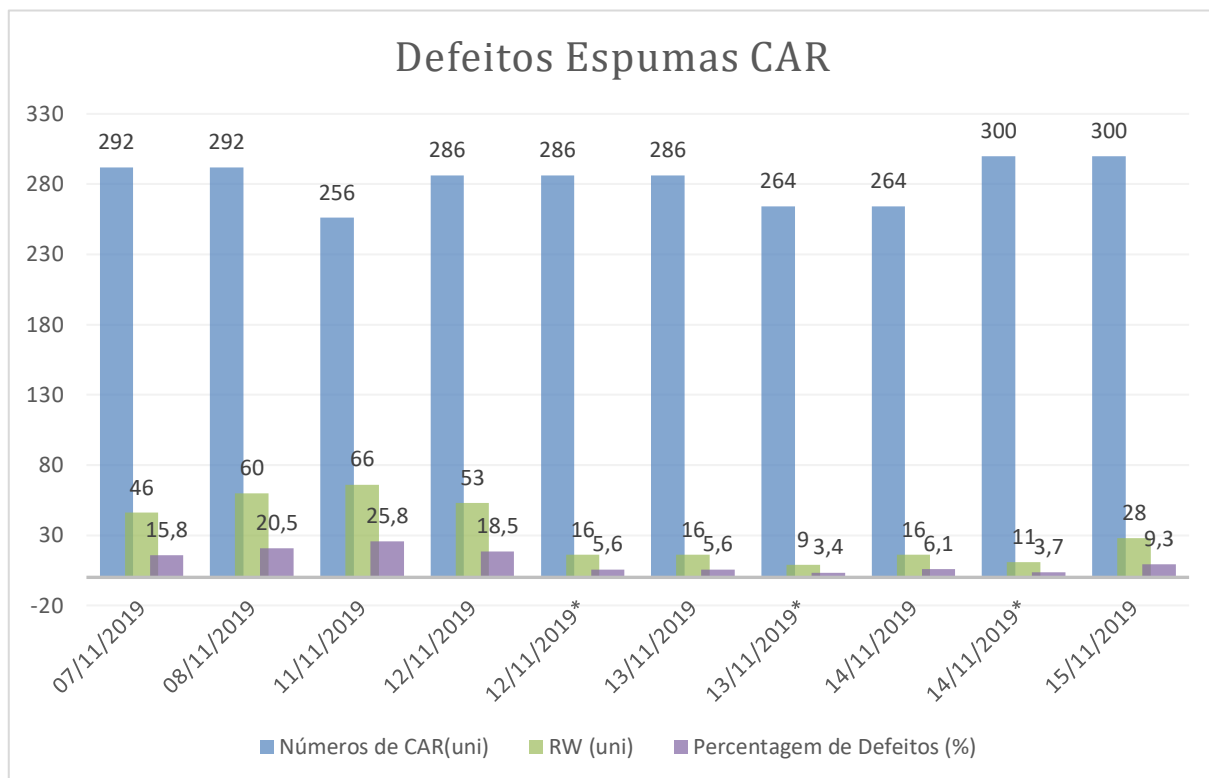


Gráfico 4 - Dados das descargas antes e depois da primeira alteração de layout

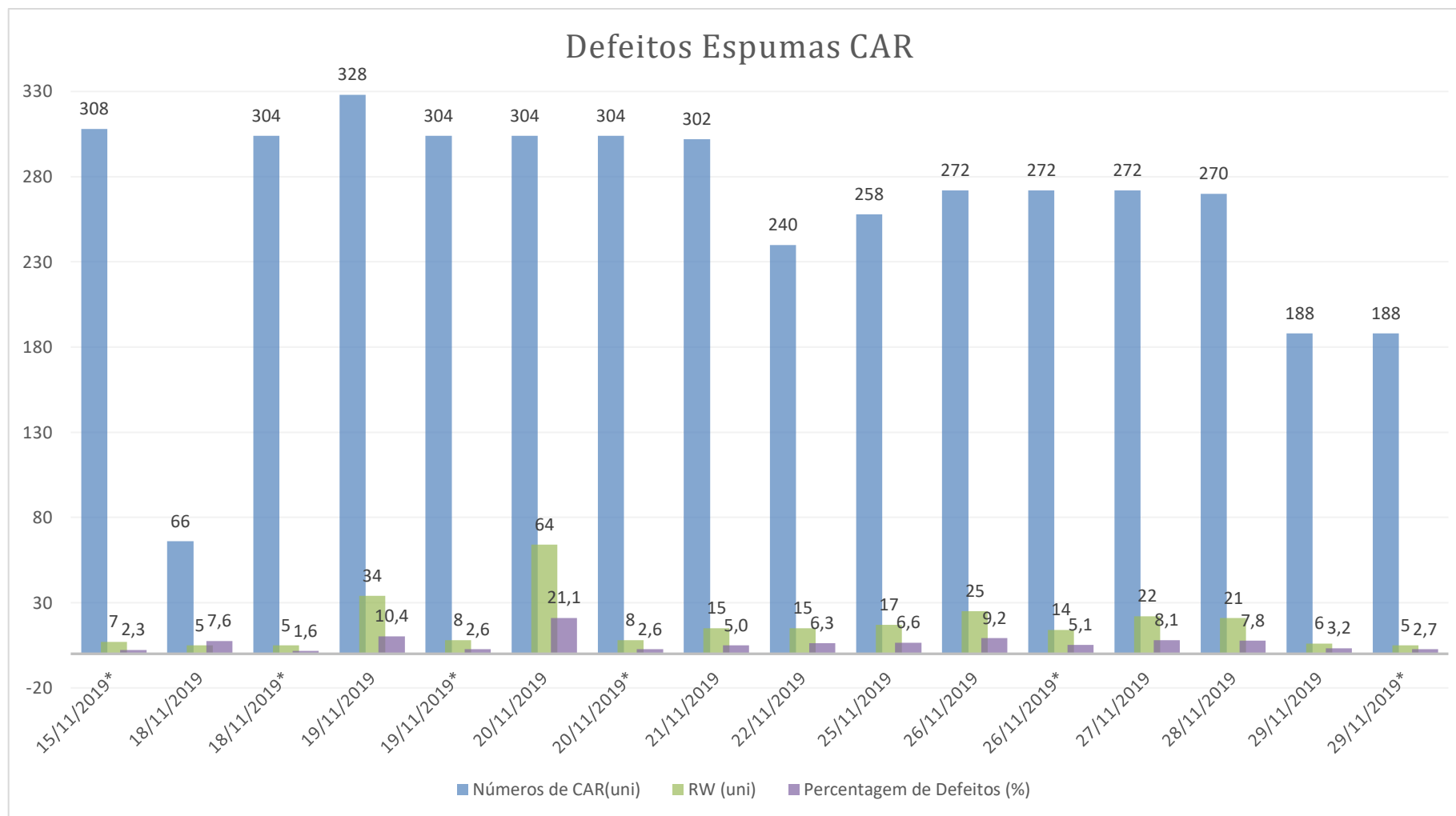


Gráfico 5 - Dados de Novembro depois da 2ª alteração de layout

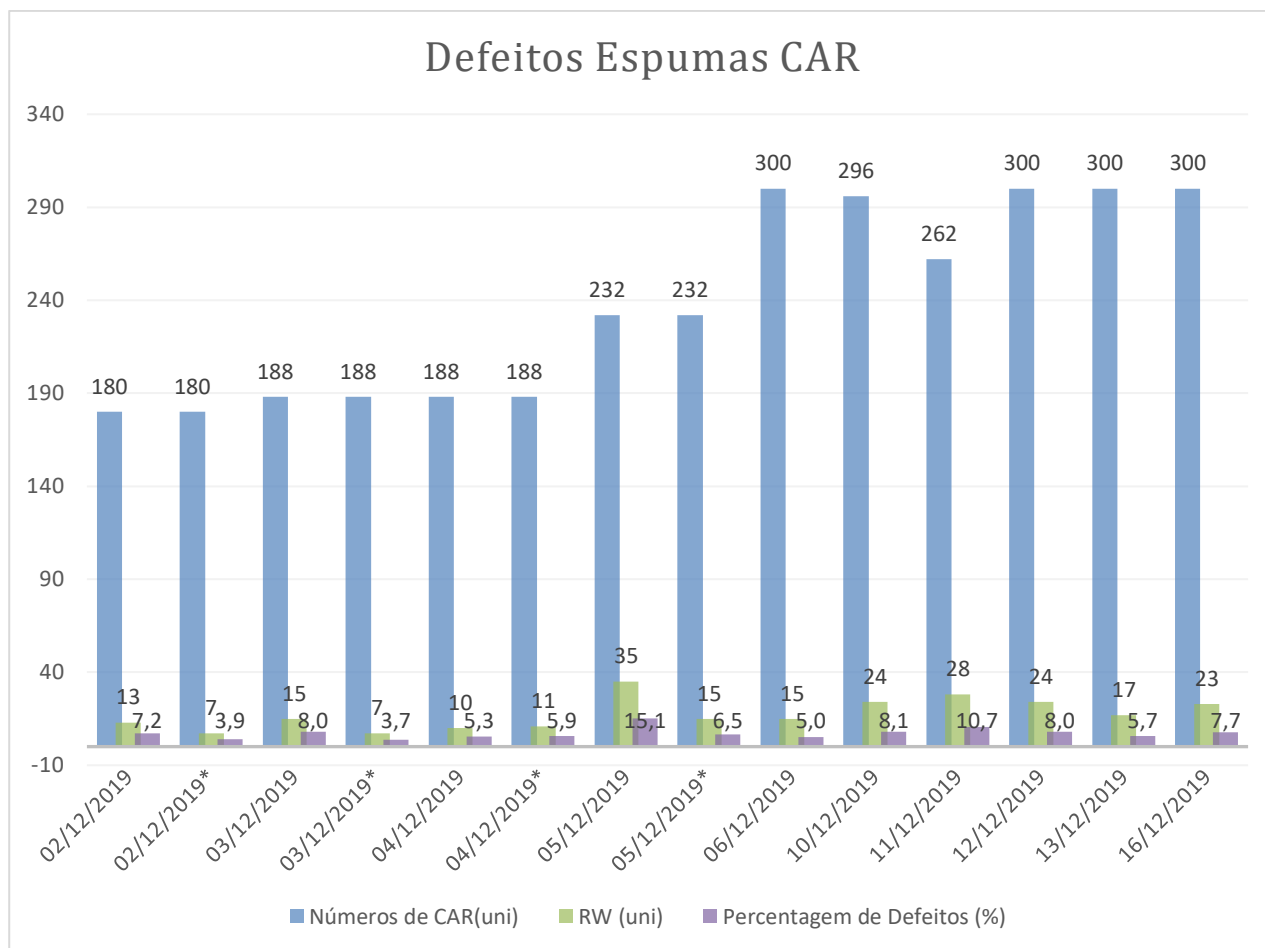


Gráfico 6 - Dados das descargas de Dezembro

## APÊNDICE C - Deformações das espumas CAR

As figuras que se seguem são os vários tipos de deformações das espumas CAR. Como foi referido durante o trabalho nem todas as deformações são recuperáveis, por isso, as figuras seguintes que se encontrarem com a borda a traço descontínuo são aqueles defeitos que se conseguem recuperar (desde que seja num curto espaço de tempo, preferivelmente, à saída do camião, ao descarregar) e as que se encontrarem a traço contínuo são aquelas espumas cuja deformação não é possível de recuperar.



Figura 55 - Zona do Assento Lateral com marca da zona do ISOFIX que veio apoiada nesta espuma



Figura 56 - Deformação na zona lateral da espuma provocada pelo mau posicionamento do roofmate



Figura 57 - Deformação na zona do assento parte frontal provocada pela régua do camião



Figura 58 - Deformação na zona dos ISOFIX provocada pelo roofmate



Figura 59 - Deformação provocada por mau carregamento



Figura 60 - Deformação na parte de trás dos ISOFIX porque a espuma ficou trilhada nas réguas do camião



Figura 61 - Deformação causada pelo operador do fornecedor que está em formação quando retira a espuma do molde

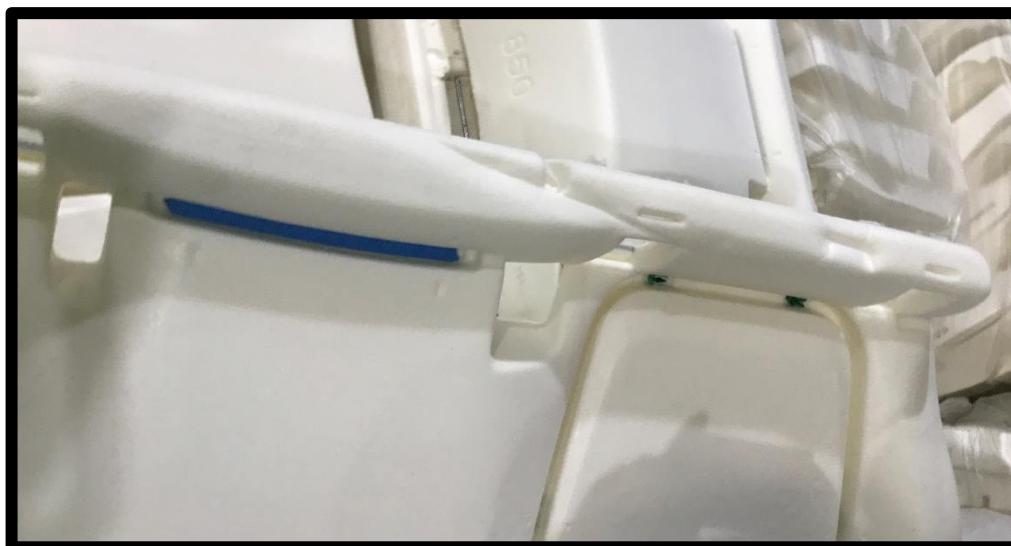


Figura 62 - Deformação causada por espuma que veio apoiada na parte de cima da espuma



Figura 63 – Espuma mal posicionada



Figura 64 - Espuma com marca das régua do camião



Figura 65 - Espuma com marca dos isofix de outra espuma



Figura 66 - Espuma deformada pelo peso das espumas que vêm por cima



Figura 67 - espuma marcada pela régua do camião



Figura 68 - espuma deformada pelo isofix

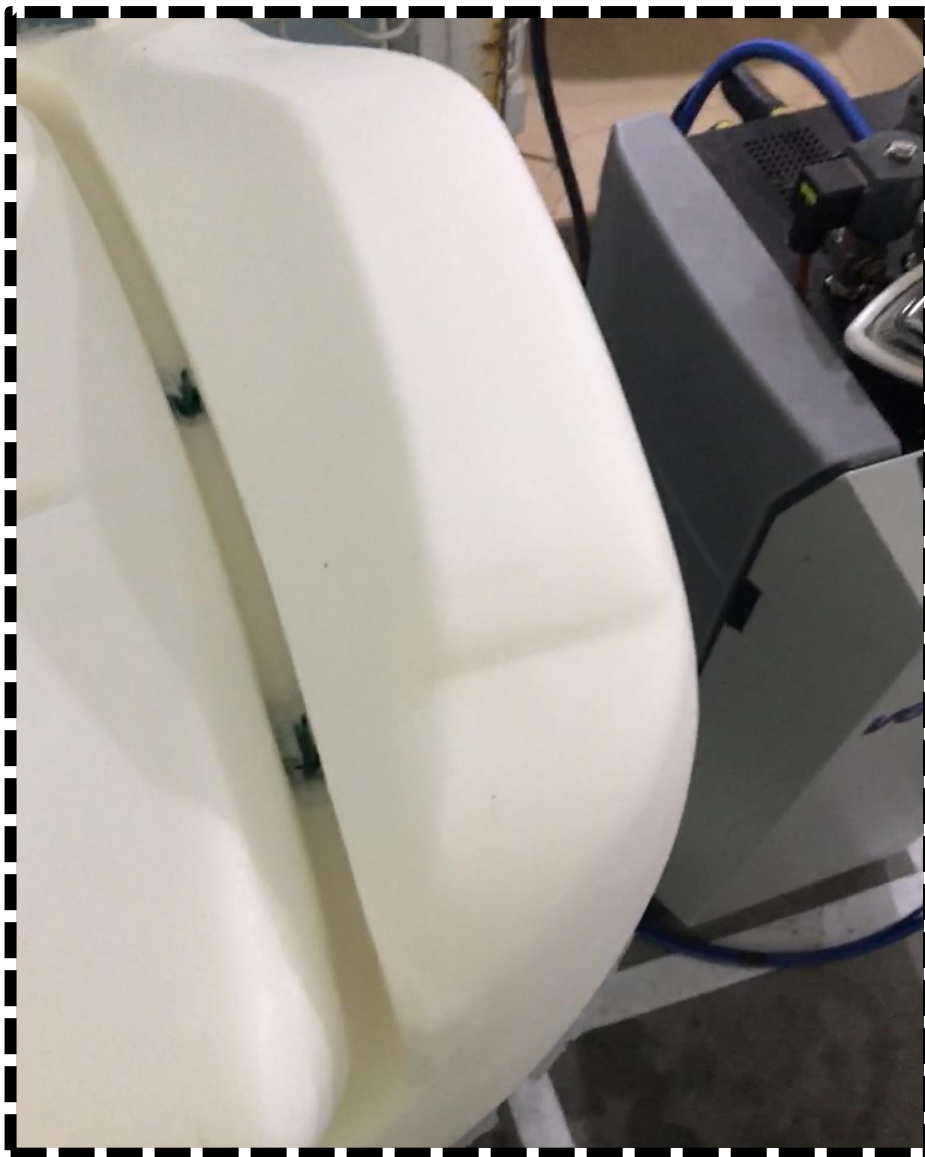


Figura 69 - Espuma deformada na lateral pelo roofmate

## Apêndice D - Exemplos de recuperações com vapor efetuadas nas espumas

Tabela 8 - Recuperações efetuadas na fábrica

Espuma deformada	Espuma Recuperada
	
	
	

