



**Catarina de Castro
Nunes**

**MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO: REDUÇÃO
DE DESPERDÍCIOS NUMA SECÇÃO DA PINTURA**



**Catarina de Castro
Nunes**

**MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO: REDUÇÃO
DE DESPERDÍCIOS NUMA SECÇÃO DA PINTURA**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Prof. Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Marlene Paula Castro Amorim

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José António Almeida Crispim

Professor Auxiliar da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho

Prof.^a Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus orientadores na CaetanoBus, Manuel Santos e António Gomes, pela motivação, confiança e transmissão de conhecimentos essenciais para o sucesso deste projeto.

A toda a equipa do DEP, pela integração, incentivo e por animarem todos os meus dias de trabalho. Não esquecendo a equipa da secção de Pintura, por toda a colaboração.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, a Prof. Doutora Ana Raquel Xambre, pelo apoio e acompanhamento na realização deste projeto.

Aos meus amigos, em especial a Ariana, a Mafalda e o Rui, que me acompanharam nestes cinco anos de universidade. Por todos os momentos que partilhamos e desafios que ultrapassamos juntos.

Aos meus pais e à minha irmã, por todo o esforço e oportunidades que me proporcionaram. Obrigada por todos os conselhos e por estarem sempre presentes.

palavras-chave

Lean, Melhoria Contínua, Retrabalho, Estandarização

resumo

O presente projeto foi desenvolvido na CaetanoBus e teve como objetivo a melhoria do sistema produtivo da secção de pintura, através da eliminação de 50 horas na 2ª fase de pintura.

A secção de pintura divide-se em duas fases, sendo a 2ª fase considerada uma etapa crítica, uma vez que nesta são realizadas, maioritariamente, tarefas de retrabalho. Estas tarefas correspondem a atividades que não acrescentam valor ao produto, pelo que devem ser eliminadas.

O desenvolvimento do projeto teve por base a filosofia *Lean* e a aplicação das ferramentas associadas à mesma. Assim, e recorrendo à metodologia do ciclo PDCA, foi realizado um plano de ações que teve por base a observação e análise da situação inicial das diferentes fases de pintura e a identificação das ineficiências existentes, por forma a ser possível propor as respetivas medidas corretivas.

Aquando da observação das atividades foi feito o levantamento do tempo de duração das mesmas, para que se conseguisse analisar os resultados obtidos numa fase final do projeto. Seguidamente, foram identificadas as tarefas que acrescentavam valor ao produto, assim como as que correspondem a retrabalho, não acrescentando valor ao produto. Posteriormente, e em resposta aos problemas encontrados, foram propostas medidas de melhoria capazes de simplificar o processo e eliminar a ocorrência de erros.

Uma vez obtido um resultado positivo, estas medidas passaram a ser implementadas nos diversos autocarros. Na obtenção de um resultado negativo, foi necessário repetir o processo de análise, de modo a propor uma nova medida de melhoria para a resolução do problema.

Após a finalização do projeto, e considerando todas as medidas de melhoria implementadas, foi possível concluir que não foi cumprido o objetivo de redução de 50 horas na 2ª fase. No entanto, obteve-se uma redução de 6 horas na 2ª fase e, através das medidas de melhoria por implementar ou a validar, é possível estimar uma redução adicional no valor de 5 horas. Para além disto, através das medidas de melhoria implementadas, foi possível a produção de um autocarro com mais qualidade e menos custos.

Este projeto demonstra ainda o impacto da motivação e integração de uma equipa no desempenho do processo produtivo, assim como na obtenção de resultados positivos durante o processo de implementação de ações de melhoria.

keywords

Lean, Continuous improvement, Rework, Standardization

abstract

This project was developed at CaetanoBus and aimed to improve the production system of the painting sector, through the elimination of 50 hours of rework, in the 2nd phase of painting. The painting sector is divided into two phases, and the 2nd phase is considered critical, since it is where mostly rework tasks are performed. These tasks correspond to activities that do not add value to the product so they must be eliminated.

The development of the project was based on Lean philosophy and the application of the tools associated with it. Thus, and using the PDCA cycle methodology, an action plan was carried out based on the observation and analysis of the initial situation of the different painting phases and the identification of existing inefficiencies, in order to propose the corresponding corrective measures.

When observing the activities, their duration was measured, so that it would be possible to analyse the results obtained in a final phase of the project. Then, the tasks that added value to the product were identified, as well as those that correspond to rework, without adding value to the product. Subsequently, and in response to the problems encountered, improvement measures were proposed to simplify the process and eliminate the occurrence of errors. Once a positive result was obtained, those measures started to be implemented in the different buses. If a negative result was obtained, it was necessary to repeat the analysis process, in order to propose a new improvement measure to solve the problem.

After the completion of the project, and considering all the improvement measures implemented, it was possible to conclude that the target of reducing 50 hours in the 2nd phase was not met. However, a reduction of 6 hours was obtained and, through improvement measures to be implemented or validated, an additional 5 hours reduction is estimated.

In addition, through the implemented improvement measures, it was possible to produce a bus with more quality and fewer costs.

This project also demonstrates the impact of the motivation and integration of a team on the performance of the production process, as well as on obtaining positive results during the process of implementing improvement actions.

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1	Motivação e Contextualização.....	1
1.2	Objetivos e Metodologia.....	2
1.3	Estrutura.....	3
2.	Revisão Bibliográfica.....	5
2.1	Lean Thinking.....	5
2.1.1	Metodologia 5S.....	8
2.1.2	Poka-Yoke.....	9
2.1.3	Gestão Visual.....	10
2.2	<i>Kaizen</i> e o ciclo PDCA.....	11
2.3	Retrabalho.....	12
2.4	Automatização.....	13
2.5	Diagrama de <i>Ishikawa</i>	13
2.6	Estandarização.....	14
3.	Caso Prático.....	17
3.1	O Grupo Salvador Caetano.....	17
3.2	CaetanoBus, S.A.....	17
3.3	Organização da Empresa.....	18
3.4	Modelos Produzidos.....	20
3.5	Processo Produtivo.....	22
3.5.1	Pintura.....	22
4.	Projeto Prático.....	27
4.1	Situação Inicial.....	27
4.2	Plan.....	29
4.2.1	Observação da Certificação Final.....	30
4.2.2	Repetir o Processo na 2ª Fase.....	33
4.2.3	Analisar Tarefas de Correção.....	34
4.2.4	Estudar Medidas de Melhoria.....	36
4.3	Do.....	46

4.4	Check	55
4.5	Act	63
4.6	Análise de Resultados	66
5.	Conclusão	71
5.1	Críticas aos Resultados Obtidos	71
5.2	Trabalhos Futuros.....	72

Lista de Figuras

Figura 1 - Ciclo PDCA.	12
Figura 2 - Sede CatanoBus.....	18
Figura 3 - Organograma CaetanoBus.	19
Figura 4 – Levante.	21
Figura 5 – Winner.	21
Figura 6 - City Gold.	21
Figura 7 – Abellio.....	21
Figura 8 – Cobus.	22
Figura 9 - Processo de Pintura.....	23
Figura 10 - Fluxo do Autocarro Após Linha dos Acabamentos.	27
Figura 11 - Fibras Danificadas.	31
Figura 12 - Falha de Tinta.	31
Figura 13 - Pintura Danificada.....	31
Figura 14 - Limalhas Enferrujadas.	31
Figura 15 - Escorrido.....	32
Figura 16 - Nevoeiro.....	32
Figura 17 - Falha de Tinta.	32
Figura 18 - Excesso de Tinta.	32
Figura 19 - Danificação da Pintura.	33
Figura 20 - Ineficiências Certificação Final.	34
Figura 21 - Ineficiências 2ª Fase.	34
Figura 22 - Riscos/Falhas de Tinta.	36
Figura 23 - Riscos/Mossas na Cabine.	37
Figura 24 - Pintura Danificada na Tampa Traseira.	39
Figura 25 – Tinta Ft 90 nos Estribos.	39
Figura 26 - Falhas de Tinta.	40
Figura 27 - Falta de Componentes.	40
Figura 28 - Fluxo da Estrutura da Frente do Cobus.....	41
Figura 29 - Suporte e Estrutura Cobus.	41
Figura 30 - Falta de Tinta na Estrutura da Frente.	42
Figura 31 – Ineficiências nos Porta Faróis/Tampa da Frente/Tampa do Gasóleo.	43
Figura 32 - Tarefas Associadas à Retificação e Limpeza.....	44

Figura 33 - Borrachas Sujas.	45
Figura 34 - Isolamento dos Varões com Fita.	45
Figura 35 - Registo de Ineficiências na 1ª Fase.	47
Figura 36 - Armário para Armazenamento de Napas.	48
Figura 37 - Chapas de Identificação.	48
Figura 38 - Armário Disponível para Arrumação das Napas.	49
Figura 39 - <i>Layout</i> Inicial.	49
Figura 40 - <i>Layout</i> Alterado.	49
Figura 41 – Novo Armário para Armazenamento de Napas.	50
Figura 42 - Identificação das Secções.	50
Figura 43 - Ficha de Verificação Acabamentos.	50
Figura 44 - Batente Inicial.	51
Figura 45 - Molde em Cartão.	52
Figura 46 – Proteção Modelada.	52
Figura 47 – Alteração do Fluxo das Peças da Frente do Autocarro.	53
Figura 48 - Fita para Borrachas.	54
Figura 49 - Espátula de Espessura Reduzida.	54
Figura 50 - Isolamento dos Varões em Napa.	55
Figura 51 - Tablier Protegido com Napas.	57
Figura 52 - Batente Modelado.	58
Figura 53 - Resultado da Aplicação do Batente.	59
Figura 54 - Zonas com Vinil.	80
Figura 55 - Retificação das Sancas.	81
Figura 56 - Cola na Frente do Autocarro.	82
Figura 57 - Proteção dos Estribos.	82
Figura 58 - Fita nos Estribos.	82
Figura 59 - Peça com Encaixe no Parafuso.	83
Figura 60 - Chapa dos Pedais sem Tinta.	84
Figura 61 - Chapa dos Pedais com Tapete.	85
Figura 62 - Isolamento do Depósito do Gasóleo com Fita.	86
Figura 63 - Isolamento do Depósito do Gasóleo com Plástico.	86
Figura 64 - Suporte de Armazenamento das Tampas e Porta-Faróis.	88
Figura 65 - Identificação das Peças.	88

Figura 66 - Resíduos de Fita na Tampa Traseira.....	90
Figura 67 - Chapa da Coluna de Direção Riscada.	91
Figura 68 - Pintura da Porta Danificada.	93
Figura 69 - Etiqueta nas Peças.....	94
Figura 70 - Suporte de Encaixe dos Porta-Faróis Isolado.....	95
Figura 71 - Falha de Tinta na Berma da Porta.....	96
Figura 72 - Falhas de Tinta nos Componentes no Interior das Tampas.	97
Figura 73 - Tinta no Suporte do Fecho.....	99
Figura 74 - Suporte do Fecho Retificado.	99
Figura 75 - Parafuso e Berma Após Pintura.	100
Figura 76 - Parafuso e Berma Após Retificação.	101
Figura 77 - Jantes Após Pintura.....	102
Figura 78 - Falha na Estrutura.	103
Figura 79 - Falha na Estrutura Retificada.	103
Figura 80 - Cola nos Painéis.....	104

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Etapas da 1ª Fase Pintura Cobus.	24
Tabela 2 – Resumo de Ineficiências e Respetivas Causas.	35
Tabela 3 - Resumo de Ineficiências e Respetivas Propostas de Melhoria.	46
Tabela 4 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Napas.	57
Tabela 5 - Avaliação do(s) KPI da Colocação do Batente.	59
Tabela 6 - Avaliação do (s) KPI da Colocação de Proteção nos Estribos.	60
Tabela 7 - Avaliação do(s) KPI da Pintura Prévia de Peças e Utilização do Cavalete com Rodas.....	61
Tabela 8 - Avaliação do(s) KPI da Retificação das Peças na Retificação e Limpeza.....	61
Tabela 9 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Proteções em Napa nos Varões.....	63
Tabela 10 – Resumo de Ineficiências e Respetivas Medidas de Melhoria Implementadas e a Implementar.....	64
Tabela 11 - Análise Quantitativa dos Resultados Obtidos.	65
Tabela 12 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Tapete na Chapa dos Pedais.	85
Tabela 13 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Plástico no Depósito do Gasóleo.....	87
Tabela 14 - Avaliação do(s) KPI da Identificação das Peças no Suporte.	89
Tabela 15 - Avaliação do(s) KPI da Proteção contra Nevoeiros do Suporte.....	89
Tabela 16 - Avaliação do(s) KPI da Remoção da Fita Após Pintura.	90
Tabela 17 - Avaliação do(s) KPI da Furação da Peça Previamente à Montagem e Utilização da Proteção em Napa.....	92
Tabela 18 - Avaliação do(s) KPI da Retificação das Colas da Porta da Frente.....	93
Tabela 19 - Avaliação do(s) KPI da Remoção das Etiquetas.	94
Tabela 20 - Avaliação do(s) KPI da Implementação da Limpeza do Suporte dos Porta-Faróis.	96
Tabela 21 - Avaliação do(s) KPI da Pintura da Berma das Portas na 1ª Fase.	97
Tabela 22 - Avaliação do(s) KPI da Retificação da Pintura das Tampas Interiores.....	98
Tabela 23 - Avaliação do(s) KPI da Retificação do Suporte do Fecho.	100
Tabela 24 - Avaliação do(s) KPI da Retificação da Pintura do Parafuso e da Berma.....	101
Tabela 25 - Avaliação do(s) KPI da Pintura das Jantes na 1ª Fase.....	102
Tabela 26 - Avaliação do(s) KPI da Pintura da Falha na Estrutura Traseira.....	103
Tabela 27 - Avaliação do(s) KPI da Limpeza das Colas no Salão na Montagem.	104

Lista de acrónimos e abreviaturas

DEP – Departamento de Engenharia do Processo

KPI – *Key performance indicator*

MAPs – Meios auxiliares de produção

PDCA – *Plan, do, check, act*

1. Introdução

Este capítulo visa evidenciar os motivos pelos quais este projeto foi desenvolvido, assim como os objetivos definidos e as ferramentas utilizadas para a sua execução.

1.1 Motivação e Contextualização

Ao longo dos anos, os mercados têm sofrido mudanças e estão cada vez mais exigentes e competitivos, forçando as empresas a melhorar os seus sistemas de produção. Para tornar isto possível, é necessário identificar e eliminar atividades que não acrescentam valor de modo a evitar a ocorrência de desperdícios (Hassan, 2013).

Os processos de produção tendem, com o passar do tempo, a apresentar problemas e falhas que leva à existência de defeitos no produto. Estas ineficiências geram atividades que se traduzem em retrabalho e resultam da combinação de eventos sistemáticos e aleatórios, assim como de inconformidades da matéria-prima, do processo de produção, entre outros (Cláudio, Soares, Dinis, & Sousa, 2016).

O projeto desenvolvido foi implementado na CaetanoBus - Fabricação Carroçarias, S.A., mais especificamente, no Departamento de Engenharia do Processo (DEP). O DEP tem um papel crucial na empresa, uma vez que está diretamente relacionado com a eficiência na produção dos autocarros. O desenvolvimento deste trabalho teve como foco o processo de pintura dos autocarros, mais especificamente do modelo Cobus de aeroporto. Este processo é essencial na empresa, uma vez que abrange não só a parte estética do autocarro, mas também a proteção do produto, visto que impede a sua degradação a longo prazo. Este pode ser melhorado, pelo facto de ser executado manualmente e apresentar variadas atividades que não acrescentam valor e que devem, assim, ser eliminadas ou reduzidas.

Desta forma, e recorrendo à utilização de ferramentas *Lean*, foi possível perceber e identificar as causas dos problemas e, posteriormente, reduzir defeitos e desperdícios. Isto levará, previsivelmente, ao aumento da produtividade neste setor (Curado, 2018).

A melhoria contínua requer a participação e esforço de todos os colaboradores da empresa, de modo a tonar possível a inovação e implementação, com êxito, de novas práticas. Este é um processo de aprendizagem contínuo, a longo prazo, e deve ser administrado como tal (Bessant, 1997).

Este projeto visa a redução da duração do processo de pintura, nomeadamente a eliminação de aproximadamente 50 horas de trabalho que não acrescenta valor, por autocarro, na 2ª fase da pintura. Assim, é necessário um estudo da linha da pintura, de modo a identificar as ineficiências existentes e as possíveis melhorias a implementar.

1.2 Objetivos e Metodologia

O projeto em análise consiste na implementação de melhorias com vista à redução do tempo do processo da 2ª fase de pintura, através da redução ou eliminação de desperdício.

Assim, o objetivo deste projeto passa por desenvolver ações de melhoria que eliminem a ocorrência de erros na 2ª fase de pintura, assim como medidas de melhoria que acelerem o processo de correção das ineficiências na fase de retificação e limpeza, na 1ª fase. Desta forma, ao reduzir o seu tempo de processamento, é possível a realização de um maior número de tarefas na fase de retificação e limpeza, reduzindo o número de tarefas realizadas na 2ª fase.

Inicialmente, e de forma a compreender o fluxo de produção na empresa, foi necessário adquirir conhecimento relativamente ao ambiente industrial e aos processos produtivos da empresa.

Seguidamente, e tendo por base a metodologia do ciclo PDCA, tornou-se necessário analisar o processo de pintura em específico, uma vez que esta secção é a que se encontra em estudo. Este processo de análise foi realizado com início na última etapa de pintura e finalizado na primeira. Desta forma foi possível registar os erros existentes nas fases finais de pintura e, posteriormente, nas fases anteriores a esta, perceber o porquê da ocorrência dos mesmos. Assim foi observada a fase de certificação final da pintura, registando as diversas tarefas realizadas pelos colaboradores, tal como as ineficiências, o número de colaboradores neste posto e a duração das tarefas de correção, para posteriormente serem analisados.

Seguidamente repetiu-se o processo já referido, analisando a 2ª fase de pintura e a etapa de retificação e limpeza, na 1ª fase.

Concluído o processo de observação e registo, enumeraram-se e analisaram-se todas as atividades desde a 1ª fase, até à 2ª fase de pintura, permitindo distinguir entre aquelas que acrescentavam valor e as que não. Posteriormente, estudaram-se possíveis medidas de melhoria capazes de eliminar os erros ocorridos nestas fases.

Após o desenvolvimento das ações de melhoria, implementaram-se e monitorizaram-se as mesmas, de modo a analisar o seu impacto no processo de pintura. A verificação de um resultado

positivo permitiria a eliminação de tarefas de correção, ou a redução do tempo na realização das mesmas. Na obtenção de um resultado negativo, seria necessário perceber o porquê do mesmo e, de seguida, analisar novamente o erro existente e propor uma nova possível medida de melhoria.

1.3 Estrutura

O presente projeto está estruturado em 5 capítulos. O primeiro capítulo é referente à introdução e foca-se na motivação para a realização do trabalho e contextualização do problema. Para além disto, são definidos os objetivos do mesmo e a metodologia de estudo utilizada.

No capítulo seguinte é feita uma abordagem mais teórica ao projeto, estando descritos os conceitos em que este se apoia.

O terceiro capítulo foca-se na caracterização da empresa, do ponto de vista mais abrangente para o mais específico. Assim, inicialmente descreve-se o grupo no qual a empresa em estudo está inserida e, de seguida, é apresentada a CaetanoBus e especificada a sua organização enquanto empresa, nomeadamente o departamento onde o projeto foi desenvolvido, o DEP. Este capítulo finaliza com a descrição do processo produtivo da empresa, sendo abordado mais detalhadamente o processo da pintura, uma vez que o projeto se foca no mesmo.

O capítulo 4 é dedicado à análise da situação inicial, onde é apresentado o problema em estudo, assim como o método a seguir de modo atingir os objetivos delineados. Seguidamente é abordada uma componente mais prática do projeto, onde são apresentados os principais problemas observados, são descritas as propostas de melhoria e registados os resultados positivos, ou negativos, da sua implementação. Por último, são analisados os resultados obtidos através da implementação das medidas de melhoria propostas. Para além disto, é feita uma estimativa dos valores obtidos das propostas que ficaram por concluir.

Finalmente, no quinto e último capítulo, são apresentadas as conclusões e críticas aos resultados obtidos, assim como as perspetivas de trabalho futuro.

2. Revisão Bibliográfica

Este capítulo apresenta os principais temas desenvolvidos neste projeto, representando um suporte à implementação do mesmo. Neste são expostos 6 tópicos, sendo estes: (i) *Lean Thinking*; e as suas ferramentas mais utilizadas ao longo do projeto; (ii) *Kaizen* e o Ciclo PDCA que serviu de metodologia à implementação do projeto; (iii) Retrabalho, sendo esta uma das principais razões que levou ao desenvolvimento deste projeto; (iv) Automatização como vantagem competitiva através da eliminação de erros associados à mão-de-obra; (v) Diagrama de *Ishikawa* como ferramenta de apoio à resolução de problemas; e, por fim, a (vi) Estandarização como um conceito a implementar numa fase final do projeto.

2.1 Lean Thinking

O aumento significativo da competição e exigência no mercado levou as empresas a começar a investir na melhoria dos processos, de forma a criar valor para o cliente. Este conceito de valor acrescentado tornou-se fundamental no ambiente competitivo dos negócios, traduzindo-se, segundo Woodruff & Gardial (1996, p. 54), na “perceção do consumidor sobre o que ele deseja que aconteça numa específica situação de uso, com a ajuda de algum produto ou oferta de serviço, no sentido de alcançar alguma proposta ou meta”.

Este aumento gerou a necessidade de reduzir custos, sem colocar em risco a qualidade do produto, de modo a aumentar a flexibilidade da organização e, desta forma, responder às mudanças constantes do mercado. É neste contexto que surge o *Lean*, que se relaciona com a redução de desperdício, de forma a fornecer aos consumidores o valor desejado dos produtos e serviços adquiridos, com a maior eficiência e ao menor custo (Vlachos, 2015).

O *Lean* é um conjunto de princípios, filosofias e processos de negócio, que permitem eliminar desperdício nas operações realizadas, enquanto se acrescenta valor para os consumidores (Vlachos & Siachou, 2016).

Este assenta em 5 princípios, nomeadamente: valor, cadeia de valor, fluxo, sistema *pull* e perfeição. Uma correta e cíclica utilização destes princípios permite a melhoria contínua e a redução sistemática de desperdícios, eliminando atividades que não agreguem valor do ponto de vista do cliente (Cristina, Rosa, Cardoso & Machado, 2012).

Esta filosofia baseia-se no Sistema de Produção Toyota, que se foca no aumento da satisfação do cliente, através do fornecimento de produtos e serviços de elevada qualidade, com um baixo custo e no menor prazo (*lead time*) possível. Simultaneamente, garante a existência de um ambiente de trabalho seguro, motivação dos seus colaboradores e envolvimento de todas as partes interessadas (*stakeholders*) da empresa (Hall, 2004).

A eficiência de um processo corresponde à capacidade de responder às necessidades do cliente, utilizando o mínimo possível de recursos: pessoas, tempo, espaço. De modo a tornar o processo mais eficiente, é necessário inculcar, em todos os colaboradores, a importância de identificar e resolver problemas (Hall, 2004).

Inicialmente é necessário distinguir entre as atividades que acrescentam valor para o cliente, daquelas que representam desperdício – *muda*. Seguidamente, é necessário melhorar a visibilidade do processo, expondo os problemas existentes, para uma posterior análise (Womack, 1996).

Existem sete tipos de desperdício que podem ser vistos como uma oportunidade para melhorar o processo e melhorar a utilização dos recursos, todos estes tipos de desperdício serão evidenciados posteriormente e no contexto da empresa em análise:

- Produção Excessiva – Representa um desperdício, uma vez que a produção ultrapassa a procura, o que acarreta custos adicionais associados aos restantes desperdícios. Para além disto, no caso de ocorrência de um defeito na produção, será necessário executar um maior número de tarefas de retrabalho para corrigir todas as inconformidades (Liker, 2004).
- Tempo de Espera – O tempo que decorre enquanto o equipamento e os trabalhadores estão parados e não executam qualquer tarefa, não acrescenta qualquer valor ao produto, pelo que representa um desperdício (Hassan, 2013).
- Transporte – A movimentação desnecessária de material não acrescenta valor ao produto. Se o produto está em movimentação, ao contrário de estar a ser processado, encontra-se numa atividade que não agrega qualquer valor para o cliente (Hassan, 2013).
- Processamento Excessivo – Todas as etapas do processo que não acrescentam valor ao produto. É representado por todas as tarefas que não têm necessariamente de ser executadas, apenas aumentando o custo do produto devido à utilização de recursos extra desnecessários (Dinis-Carvalho et al., 2015).
- Inventário – O armazenamento desnecessário de produto ou matéria-prima é considerado um desperdício (Dawood, Hassan, Dawood & Abdullah, 2019). O material permanece

armazenado, ocupando espaço de armazenagem e aumentando os custos de depreciação do produto (Bell Da Silva & Alves, 2013).

- Movimentação – O movimento excessivo de informação ou pessoas é um desperdício uma vez que, enquanto estes estão em constante deslocação, não podem acompanhar o processamento do produto (Dinis-Carvalho et al., 2015).
- Defeitos – A ocorrência de erros requer não só retrabalho, como também a utilização de recursos adicionais. Para além disto, o produto final perde qualidade quando entregue ao cliente (Bell Da Silva & Alves, 2013).

Segundo Liker (2004) existe ainda um oitavo desperdício, o não aproveitamento do potencial humano. Este é causado pela não utilização das capacidades e experiências dos colaboradores.

A aplicação desta filosofia é alcançada e apoiada por diversas ferramentas que permitem a identificação e redução destes desperdícios. No entanto, na implementação da mesma, diversas empresas sentem dificuldades, principalmente na fase inicial de implementação, pelo facto de não a compreenderem por completo (Retamozo-Falcon, Silva & Mauricio, 2019).

As ferramentas *Lean* são utilizadas de modo a auxiliar a melhoria contínua do processo e incluem, entre outras, 5S, Gestão Visual, Trabalho Normalizado, VSM, *Kanban*, PDCA, *Heijunka* e OEE.

Seguidamente serão descritas as ferramentas que suportaram o desenvolvimento deste projeto, sendo estas as que melhor se aplicam na prevenção e eliminação de erros no contexto em estudo.

Inicialmente é feito um estudo da metodologia 5S, uma vez que esta é de simples aplicação e essencial na organização do local de trabalho e conseqüente aumento da produtividade. De seguida recorreu-se à utilização da ferramenta *poka-yoke*, visto que auxilia na prevenção de erros e na eliminação de defeitos. Por último, abordou-se o conceito de gestão visual, estando este diretamente associado à metodologia 5S, através da simplificação da comunicação entre colaboradores e melhoria do fluxo de trabalho. Esta resulta, novamente, no aumento da produtividade e eliminação de erros no processo produtivo.

2.1.1 Metodologia 5S

Os sistemas de melhoria baseados no Sistema Toyota de Produção, partilham algumas semelhanças como envolver e facilitar a participação de todos os colaboradores e proporcionar a autonomia dos mesmos (Jaca, Viles, Paipa-Galeano, Santos & Mateo, 2014).

A metodologia 5S, desenvolvida no Japão em 1996 por Hirano, é uma das melhores ferramentas para gerar uma mudança na atitude dos colaboradores e promover a melhoria das atividades dentro do local de trabalho (Jaca et al., 2014).

Esta é uma ferramenta simples para uma organização limpa, eficiente e segura do local de trabalho, promovendo a produtividade, a gestão visual e assegurando a standardização dos processos (Mridha, Alam, Mahmud & Ahmed, 2020).

Os 5S correspondem à primeira letra de 5 palavras japonesas – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke – traduzidas respetivamente como triar, arrumar, limpar, normalizar, sustentar.

- *Seiri* (Tria) – Separar o essencial do dispensável (Fillingham, 2007). Remover todo o material e ferramentas desnecessárias, permanecendo apenas os itens fundamentais (Jiménez, Romero, Domínguez & Espinosa, 2015).
- *Seiton* (Arrumar) – Estabelecer um local específico e coerente para o material (Fillingham, 2007). Organizar o equipamento, trabalhadores e material de modo a existir um trabalho contínuo (Jiménez et al., 2015).
- *Seiso* (Limpar) – Esta etapa pode ser executada em paralelo com a anterior e tem como objetivo assegurar a limpeza do local de trabalho, uma vez que é possível identificar mais facilmente e rapidamente anomalias num local de trabalho limpo (Adam, Abdalrazig Sati & Ibrahim Adam, 2019).
- *Seiketsu* (Normalizar) – Os processos e práticas são standardizados tendo por base as etapas anteriores, e é da responsabilidade dos colaboradores cumprir as mesmas (Rizkya, Hidayati, Sari & Tarigan, 2019).
- *Shitsuke* (Sustentar) – O cumprimento das etapas previamente referidas resulta da existência de disciplina nos colaboradores, reconhecendo o impacto positivo deste na eficiência e produtividade da organização (Rizkya et al., 2019).

A metodologia 5S baseia-se em 5 pilares como referido anteriormente, no entanto é possível expandir a mesma para uma metodologia 6S, adicionando o pilar de segurança. Este conceito inclui a prevenção de ocorrência de acidentes e assegura que os trabalhadores estão preparados e

consciencializados para os problemas relacionados com a segurança e higiene no trabalho. Esta é a base para um processo mais disciplinado e promove uma cultura de melhoria contínua e eficiência nas empresas (Sukdeo, 2017).

2.1.2 Poka-Yoke

Shigeo Shingo desenvolveu a ideia de *poka-yoke* como uma ferramenta para alcançar um sistema com zero defeitos e eventualmente eliminar a necessidade de inspeções de controlo da qualidade (Erlandson & Sant, 2010). Assim, recorre-se a dispositivos que permitam prevenir a ocorrência de defeitos, ou que permitam inspecionar cada elemento produzido e determinar a ocorrência de um erro (Tsou & Chen, 2005).

É um facto que as pessoas se esquecem e cometem erros, assim como as máquinas e processos falham. Por esta razão, o uso de métodos simples e ideias de correção de erros na elaboração de um processo e produto podem eliminar quer os erros humanos quer os mecânicos. O objetivo é executar um processo ou produto de forma a impedir a ocorrência de erros, ou a garantir que este é detetado e corrigido (Puvanasvaran, Jamibollah & Norazlin, 2014).

Apesar de um erro ser por vezes inevitável, não é obrigatório que resulte num defeito, dado que um erro apenas se transforma num defeito quando chega ao cliente, pelo que é necessário tomar as devidas providências e impedir que tal aconteça (Vinod, Devadasan, Sunil & Thilak, 2015). Por esta razão o *poka-yoke* permite diminuir drasticamente o risco de produzir defeitos novamente (Tsou & Chen, 2005).

Estas técnicas de prevenção de erro não costumam ser utilizadas individualmente, mas sim como parte de um conjunto para um plano de melhoria de um processo. Neste está incluído o trabalho normalizado assim como a organização do local de trabalho, entre outros (Erlandson & Sant, 2010).

O sistema *poka-yoke* deve detetar erros e iniciar ações que levem à sua correção. Isto é possível através de dois métodos, o método de controlo e o método de advertência.

A função de controlo, quando detetado um erro, desliga a máquina ou bloqueia fisicamente o controlo manual do processo. Para além disto, esta função pode excluir automaticamente os componentes defeituosos do fluxo de produção ou não permitir ao colaborador fazer uma escolha quanto ao processo de execução da tarefa, obrigando-o a seguir um processo único e correto.

O método de advertência, informa o operador da ocorrência de um erro através de dispositivos que emitem um sinal, como luzes ou sinais sonoros, aquando a ocorrência de uma anormalidade (Erlandson, Noblett & Phelps, 1998).

A função de controlo é bastante eficaz, uma vez que impede o prosseguimento da tarefa até à correção do erro. Contrariamente a esta, a função de advertência pode ser mais ineficaz, uma vez que o colaborador tem de reconhecer o sinal de aviso e posteriormente executar uma ação corretiva (Erlandson & Sant, 2010).

No entanto, este método apresenta algumas desvantagens, pelo facto de, após a implementação dos *poka-yokes*, a sua manutenção ser negligenciada e não ser avaliada a sua descontinuidade. Para além disto, muitos *poka-yokes* podem ser bastante complexos, podendo dificultar o processo (Schäfermeyer, Rosenkranz & Holten, 2012). É importante ter em consideração que este é suposto ser um método simples e prático.

2.1.3 Gestão Visual

O conceito de gestão visual está associado ao *Lean*, sendo possível também definir a sua origem nos cinco pilares referidos anteriormente, os 5S. Esta é utilizada de forma a tornar os processos mais visuais, melhorando o fluxo de trabalho (Sukdeo, 2017). Apesar de diversas ferramentas se basearem na visualização de informação para uma melhor compreensão dos processos, a maioria das suas ferramentas são utilizadas para informar requisitos e gerir a eficiência e eficácia dos processos (Eaidgah, Maki, Kurczewski & Abdekhodae, 2016).

Este método agiliza a comunicação e transmissão de informação de suporte à tomada de decisão, sendo a transmissão de informação através desta via bastante mais rápida e facilmente retida por parte de todos os colaboradores.

Diversas organizações têm implementado ferramentas e técnicas de gestão visual simples e bastantes cognitivas, como *kanbans*, gráficos de controlo, instruções de trabalho, quadros de equipa, de modo a fornecer aos seus colaboradores informação relevante e de fácil compreensão (Eaidgah et al., 2016).

A utilização de um sistema visual bem desenvolvido permite um aumento da produtividade, uma diminuição na existência de erros, defeitos e custos, facilita a comunicação e proporciona aos colaboradores um maior controlo sobre o seu ambiente de trabalho (Bititci, Cocca & Ates, 2015).

2.2 *Kaizen* e o ciclo PDCA

A palavra *Kaizen* é derivada de duas palavras japonesas e traduz-se por melhoria contínua. Esta filosofia promove pequenas melhorias resultantes de um esforço contínuo e surgiu para dar resposta a problemas, como a existência limitada de recursos e dificuldades em obter matéria prima, enfrentados pela indústria japonesa após a Segunda Guerra Mundial. Assim, as empresas japonesas começaram a analisar formas de melhorar os seus processos produtivos através da redução de desperdício e melhoria da eficiência dos processos (Imai, 1986).

O crescimento e capacidade de gerar lucro de uma empresa está dependente da constante inovação e melhoria dos processos (Tegner, Nascimento de Lima, Veit & Corcini Neto, 2016). Esta melhoria contínua baseia-se em conceitos como zero desperdício, standardização, sistemas *just-in-time*, entre outros (Ramezani & Razmeh, 2016).

Na implementação da filosofia *Kaizen*, é incentivado o envolvimento de todos os colaboradores da empresa na identificação e resolução de problemas associados ao seu ambiente de trabalho. Esta, quando implementada corretamente, pode estimular os colaboradores a pensarem de forma diferente em relação ao seu trabalho e aumentar a sua confiança e sentido de responsabilidade. Desta forma, os colaboradores sentem que estão, de alguma forma, envolvidos na tomada de decisão e melhoria do processo (Maarof & Mahmud, 2016).

A simplicidade desta metodologia permite que seja executada em qualquer empresa. Por esta razão, foi implementada em todo o mundo por todo o tipo de empresas. Através da utilização de melhorias graduais, um dos seus objetivos é aumentar a confiança e segurança dos colaboradores (Rewers, Trojanowska, Chabowski & Żywicki, 2016).

Qualquer pessoa é capaz de encontrar possíveis soluções diferentes e criativas para resolver um problema. Por esta razão, e de modo a implementar esta metodologia, existe um grande envolvimento de todos os colaboradores nesta melhoria contínua (Bessant, Caffyn & Gallagher, 2001).

Para uma boa implementação da filosofia *kaizen* é necessária a monitorização dos processos, pelo que é essencial a utilização da metodologia do ciclo PDCA.

O ciclo PDCA (Figura 1), também denominado por ciclo de Deming, é um acrónimo para planear (*plan*), executar (*do*), verificar (*check*) e agir (*act*) sendo um método passível de implementação em qualquer processo (Ning, Chen & Liu, 2010). Este é uma ferramenta fundamental na procura

contante da melhoria dos processos, permitindo uma monitorização sequencial do mesmo (Prashar, 2017).

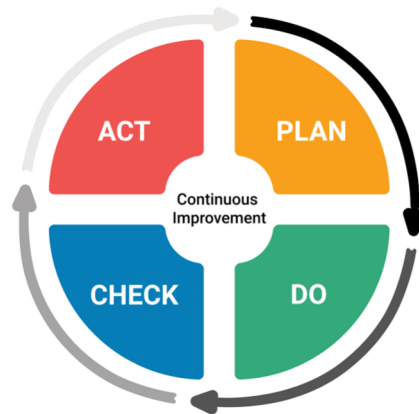


Figura 1 - Ciclo PDCA.

A primeira etapa "*Plan*" passa por organizar e delinear uma estratégia, sendo estabelecidos os objetivos e processos necessários a cumprir para obter os resultados esperados. De seguida, na etapa "*Do*" é colocado em prática o plano traçado na etapa anterior e são implementadas as medidas de melhoria idealizadas. Na etapa seguinte, "*Check*", é feita a monitorização e avaliação das medidas implementadas, verificando se estas estão a ser cumpridas e se existe coerência entre o planeado e o implementado. Por último a etapa "*Act*" assegura a melhoria contínua, é necessário verificar se o resultado foi positivo e padronizar o plano de ações. Caso o resultado seja negativo, ajusta-se o plano e volta-se a repetir o ciclo (Verde, Roca & Pugliese, 2019).

2.3 Retrabalho

O retrabalho traduz-se na execução de um processo ou atividade adicional, para responder a requisitos que não foram inicialmente atingidos. Este afeta significativamente o custo e a qualidade do produto (Hyun, Kim, Lee, Park & Lee, 2020).

Este processo ocorre, maioritariamente, devido a erros efetuados durante a execução das tarefas e devido a falhas de informação. Apesar de algumas tarefas de retrabalho serem aleatórias e difíceis de antecipar, muitas são previsíveis e recorrentes (Zhang, Tan, & Yang, 2018).

2.4 Automatização

Atualmente os processos de produção são cada vez mais realizados por máquinas, eliminando o trabalho manual (Sunder, 2008). As indústrias procuram adotar e implementar um conjunto de técnicas de automação, de modo a responder às constantes mudanças no mercado e possibilitando uma melhoria contínua dos processos (Acharya, Sharma & Gupta, 2018).

A automação de processos representa uma vantagem competitiva nas empresas, uma vez que aumenta o desempenho dos processos promovendo a redução do controlo dos processos pelo colaborador (Tavares, 1991).

Vários estudos comprovam que a automação industrial resulta no aumento de benefícios estratégicos como a redução de custos, aumento da produtividade, aumento do retorno de investimento, entre outros. Para além disto, a sua implementação tem um impacto enorme nos colaboradores (Acharya et al., 2018).

2.5 Diagrama de *Ishikawa*

O diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como espinha de peixe ou causa-efeito, foi criado no Japão por Kaoru Ishikawa, em 1943, e tem como objetivo encontrar a causa de um problema (Bilsel & Lin, 2012). Este é considerado uma das principais ferramentas associadas à gestão da qualidade, assim como o diagrama de Pareto, histogramas, fluxograma, entre outros. Ishikawa desenvolveu esta ferramenta como um auxílio na resolução de problemas e tomadas de decisões, possibilitando o aumento da produtividade. O facto de esta ser uma ferramenta visual e bastante intuitiva, permite a sua fácil compreensão e utilização por parte de todos os colaboradores.

A sua forma concedeu-lhe o nome espinha de peixe, sendo o principal problema representado pela “cabeça do peixe” e as potenciais causas, frequentemente identificadas através de sessões de *brainstorming*, são divididas em diferentes categorias (Acharya et al., 2018), e são representadas

na “espinha”. Estas causas são, normalmente, agrupadas em categorias maiores, de modo a identificar as fontes de variação. As categorias podem incluir:

- Pessoas – Qualquer indivíduo envolvido no processo;
- Métodos – Como o processo é realizado e os requisitos específicos para o executar (procedimentos, regras, leis, regulamentos);
- Máquinas – Qualquer equipamento necessário à execução do trabalho (computadores, ferramentas);
- Materiais – Matéria prima e componentes utilizados para fabricar o produto final;
- Ambiente – As condições onde é desenvolvido o processo (localização, hora, temperatura).

Desta forma, é possível observar as relações entre o problema identificado e as suas possíveis causas (Baumgarten et al., 2016).

A utilização do diagrama de causa e efeito tem diversas vantagens como a identificação de todas as causas possíveis de um problema, permitir eliminar informação irrelevante e focar apenas nos motivos principais do problema, promover um formato de gráfico de fácil compreensão, permitir a inclusão de todos os colaboradores e facilitar a partilha de conhecimento. No entanto existem algumas desvantagens na utilização deste diagrama, como o facto de consumir muito tempo quando analisados diferentes problemas, uma vez que é necessária a criação e análise de um diagrama para cada um destes, não é possível diferenciar quais as relações causa-efeito mais problemáticas e podem-se perder as inter-relações entre os diferentes problemas e causas uma vez que estes não se apresentam no diagrama (Bilsel & Lin 2012).

2.6 Estandardização

A estandardização visa chegar a um acordo relativamente a especificações de negócio e técnicas a serem implementadas na empresa. Esta baseia-se na definição e concordância num conjunto de regras e normas para a realização de processos de negócio e o seu objetivo passa por reduzir a variabilidade desse processo (Rahimi, Møller & Hvam, 2016).

A aplicação deste conceito implica seguir um ciclo que se inicia na observação do método atual, passa pela identificação dos desperdícios e a redução ou eliminação dos mesmos através da análise das causas dos problemas, pela implementação de melhorias e, por último, surge a normalização.

A padronização de procedimentos permite um decréscimo do fluxo de tempo e a diminuição do inventário. Para além disto, é possível remover o critério do operador, assim como ambiguidades e oportunidades de erro, sendo possível alcançar um maior rendimento (Schäfermeyer, Rosenkranz & Holten, 2012).

A normalização dos processos de negócio promove a melhoria do desempenho operacional e a redução de custos através da diminuição de ocorrência de erros no processo (Wüllenweber, Beimborn, Weitzel & König, 2008). Para além disto, proporciona um aumento da eficiência, diminuição de riscos e a melhoria da qualidade, transparência e controlo do processo (Schäfermeyer, Rosenkranz & Holten, 2012).

Os estudos realizados permitiram uma melhor compreensão dos temas estudados e contribuíram na implementação prática de todas as metodologias, ferramentas e conceitos aplicados posteriormente.

3. Caso Prático

O presente capítulo apresenta uma caracterização da empresa onde o projeto foi inserido, assim como uma descrição do produto final e do processo produtivo em estudo.

3.1 O Grupo Salvador Caetano

Em 1946, Salvador Caetano, juntamente com o seu irmão Alfredo Caetano e Joaquim Martins, fundou a empresa “Martins, Caetano & Irmão, Lda”, focada no fabrico de carroçarias para autocarros. Esta foi a primeira, em Portugal, a utilizar a técnica de construção mista, que se baseia na aplicação de perfis de aço e madeira.

Novamente, em 1955, foi pioneira no fabrico de carroçarias integralmente de metal. Após ser estabelecida uma unidade industrial, em 1967 em Vila Nova de Gaia, proporcionou-se o primeiro contacto da empresa com a exportação, nomeadamente para Inglaterra. Passado um ano, Salvador Caetano tornou-se representante exclusivo da Toyota em Portugal.

Por fim, em 1971 inaugurou-se a primeira unidade industrial em Ovar, capaz de produzir 50 unidades por dia, acontecimento este vital no crescimento da empresa (“Grupo Salvador Caetano”, 2020).

Assim, é possível concluir que o grupo teve, essencialmente, um grande crescimento ao longo do tempo, o que levou à sua expansão para diversos países como Reino Unido, Moçambique, Espanha, Alemanha, Cabo Verde e Angola.

Atualmente, o Grupo Salvador Caetano é composto por quatro sub-holdings e duas empresas na unidade de negócio da Indústria, sendo uma delas a CaetanoBus, S.A (“Grupo Salvador Caetano”, 2020).

3.2 CaetanoBus, S.A

A CaetanoBus, empresa pertencente ao Grupo Salvador Caetano, resulta de uma parceria entre o grupo Salvador Caetano e o grupo Daimler-Chrysler em 2002. A sua sede está localizada em Vila Nova de Gaia e a oficina em Ovar (Figura 2).

Esta empresa tem como missão proporcionar um produto seguro e sustentável e, como visão, desenvolver soluções inovadoras, de modo a caminhar para um futuro focado em energias limpas e sempre orientadas à satisfação do cliente.

Atualmente, esta empresa é a maior fabricante de carroçarias e autocarros de diversas marcas em Portugal. Esta produz autocarros para serviço de transporte urbano, turismo, aeroporto e miniautocarros. A maior parte dos produtos fabricados destinam-se a exportação para países como a China, Marrocos, Alemanha e Reino Unido (“CaetanoBus | Fabrico de Carroçarias e Autocarros”, 2020).



Figura 2 - Sede CatanoBus.

3.3 Organização da Empresa

A CaetanoBus apresenta uma hierarquia bem definida, estando dividida em diversos departamentos que executam diferentes funções. De seguida, encontra-se o organograma geral da empresa, e respetivos diretores, permitindo uma análise mais visual desta hierarquia (Figura 3).

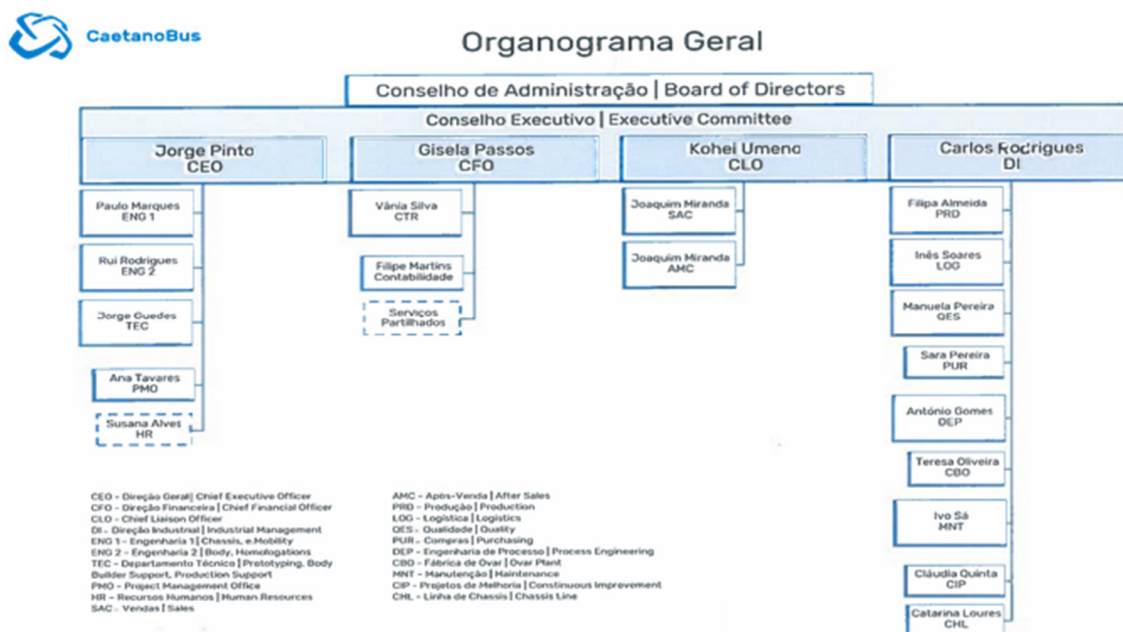


Figura 3 - Organograma CaetanoBus.

Na realização deste projeto, as atividades desenvolvidas e medidas implementadas, enquadram-se no Departamento de Engenharia do Processo, designado DEP.

O DEP tem um papel crucial no que diz respeito ao bom funcionamento desta empresa, mais especificamente à eficiência com a qual os autocarros são produzidos, assim como os respetivos parâmetros de qualidade do produto que abandona a linha de produção.

Ao longo do último ano, o protagonismo do DEP tem aumentado significativamente, resultado da implementação de novos métodos de trabalho, da definição mais clara de novas metas a serem atingidas, e de toda a adoção de uma nova abordagem à documentação dos autocarros a serem produzidos, desde a fase inicial da construção e soldadura das carroçarias, à fase final da pintura e acabamentos.

Este departamento pode e deve ser visto como o sistema nervoso central da empresa. Usando o trabalho feito pelos departamentos de Engenharia I e II juntamente com a equipa de Protótipos, o DEP trata de industrializar o produto, tendo de o sistematizar. Cabe à Engenharia de Processo executar a seguinte lista de trabalhos:

- Compilar 100% das tarefas envolvidas na construção do autocarro (esta etapa começa com o acompanhamento intensivo do protótipo);

- Em conformidade com todos os postos de trabalho, de todas as linhas de produção, efetuar balanceamentos, de maneira a ter um controlo total sobre quem executa quais tarefas, qual a sua duração e processo de execução. Isto requer um acompanhamento constante por parte do engenheiro, encarregue de tirar tempos, anotações, comunicar com chefes de posto, chefes de linha, etc;
- Preparação de todas as gamas operatórias necessárias à construção do autocarro. Muitas das tarefas que os colaboradores executam na linha de produção, são de um nível de complexidade significativo. Isto leva a que seja imperativo a existência de instruções de trabalho, dedicadas ao auxílio dos colaboradores, focando-se no cumprimento de cotas específicas de montagem, ou de zonas livres de soldadura a serem respeitadas, ou até mesmo no uso de *gabarits* capazes de acomodar diferentes modelos de autocarro em simultâneo.

Outra parte fulcral do DEP foca-se na construção e manutenção de meios auxiliares de produção – MAPs. Estes meios têm como intuito facilitar a execução de uma determinada estrutura, ou por exemplo, o controlo dimensional de diferentes curvaturas e aberturas de fibras.

A equipa de MAPs, em conjunto com a equipa de Processo, assegura que os tempos de fabrico sofram reduções progressivas, assim como uma consistência na qualidade das construções metalo-mecânicas. A existência de uma lista extensiva de MAPs aprovados pela qualidade e com o aval da Produção, é fundamental para se garantir níveis de produtividade elevados e para se evitar ao máximo correções de última hora ou mesmo na fase de pós-venda.

De seguida são apresentados os produtos desenvolvidos na empresa através do auxílio dos diferentes departamentos, no entanto é feita uma descrição mais detalhada do modelo Cobus, sendo este o modelo em estudo.

3.4 Modelos Produzidos

Atualmente existem três linhas de montagem, pelo que os diferentes modelos de autocarros estão distribuídos pelas mesmas. De seguida são apresentados os três grandes grupos de autocarros produzidos:

- Turismo

Produzido para efetuar viagens de longo percurso, de quais são exemplos os modelos Levante (Figura 4) e Winner (Figura 5). Este último foi projetado para mercados como o Reino Unido, pelo que o seu volante se encontra do lado direito. Ambos os modelos são produzidos na Linha 1.



Figura 4 – Levante.



Figura 5 – Winner.

- Urbano

Estes autocarros foram idealizados para circular no meio urbano, sendo um serviço de transporte público de passageiros. Os modelos City Gold (Figura 6) e Abellio (Figura 7), são exemplos de autocarros urbanos, sendo produzidos na Linha 2.



Figura 6 - City Gold.



Figura 7 – Abellio.

- Aeroporto

A Linha 3 está dedicada unicamente ao modelo Cobus (Figura 8), um autocarro de aeroporto que tem como objetivo o transporte de passageiros nas plataformas de aeroporto. Sendo este o alvo de estudo do projeto, é necessário especificar algumas características do

mesmo. Deste modo, é importante referir que existem diversos modelos de Cobus, sendo estes o Cobus 2702, Cobus 2702s, Cobus 3002, Cobus XL e ECobus. A marca COBUS é distribuída a partir da COBUS Industries, cuja sede está localizada na Alemanha. Para além disto, a COBUS está destacada como irrefutável líder no mercado de autocarros de aeroporto.



Figura 8 – Cobus.

De forma a compreender o processo produtivo desta empresa, será de seguida feita uma breve descrição do mesmo, seguida da caracterização do processo de pintura dos autocarros, uma vez que este é o foco de estudo do projeto.

3.5 Processo Produtivo

O processo de produção inicia-se com a preparação do chassi. De seguida, dá-se começo à montagem da Estrutura, que dá forma ao esqueleto do autocarro, e ao Chapeamento, onde é feito o revestimento exterior, através da colocação de chapas e fibras. Uma vez finalizado este processo, o autocarro segue para a fase de Pintura e, de seguida, para os Acabamentos, onde são colocadas as restantes peças. Por último, existe a fase de Certificação Final, onde é feita uma avaliação por parte da Qualidade, assim como algumas tarefas de retificação de pintura e carpintaria.

3.5.1 Pintura

O processo da Pintura, que se encontra representado na Figura 9, é o foco deste estudo, pelo que é fundamental perceber como este se desenvolve. A pintura é o único processo que opera sem interrupções, em 3 turnos de 8 horas, e decompõe-se em duas etapas, a 1ª Fase e a 2ª Fase. Para

além disto, é importante referir que este não é um processo contínuo uma vez que, entre as duas fases de pintura, existe a fase de acabamentos onde é feita a montagem dos componentes em falta, como já foi referido anteriormente.

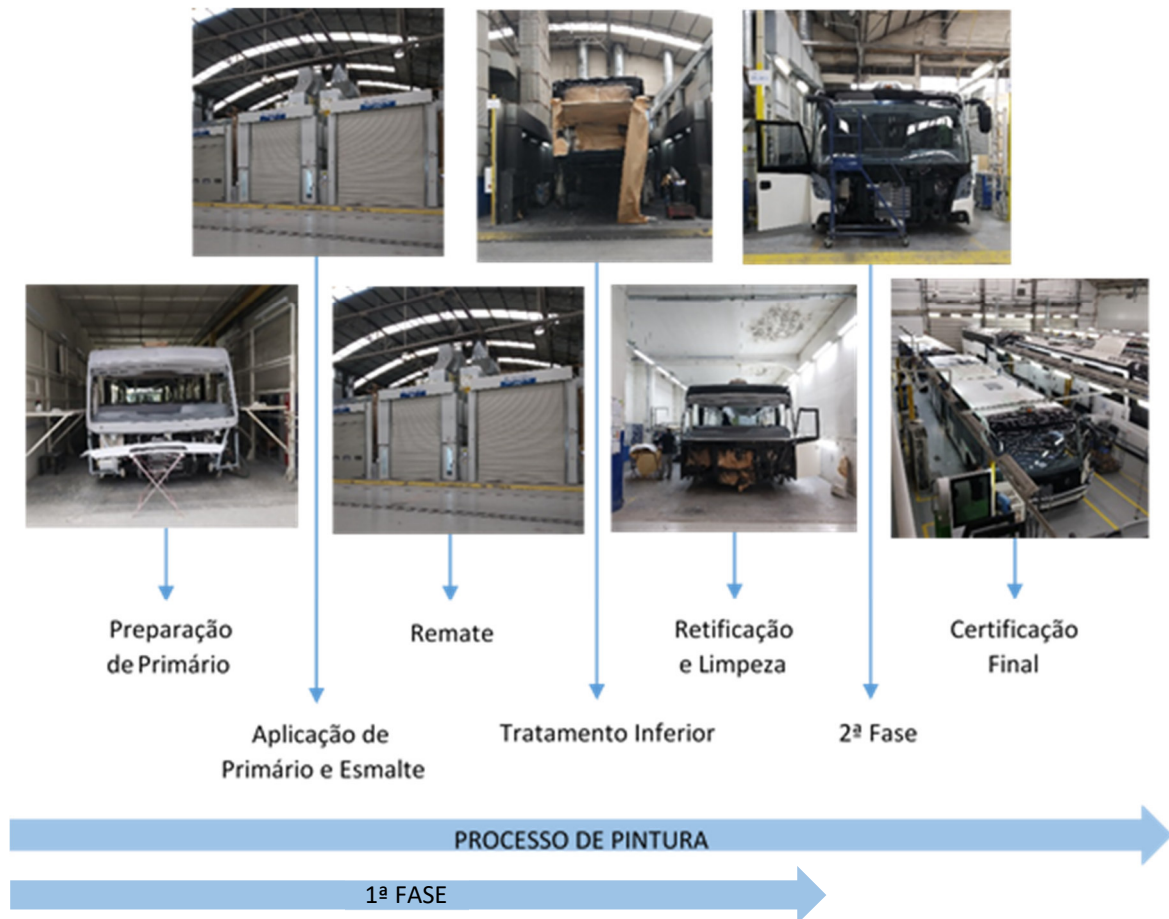


Figura 9 - Processo de Pintura.

Na 1ª fase é feita uma pintura inicial do autocarro, que se divide em cinco etapas. Na tabela 1 está exemplificado este processo aplicado ao modelo Cobus. Esta inicia-se com a Preparação de Primário, onde é aplicado o betume, a superfície é lixada, desengordurada e isolada. Seguidamente ocorre a Aplicação de Primário e Esmalte, nesta etapa é necessário retificar o isolamento, desengordurar a superfície e passar a tela de modo a retirar pós. A terceira etapa é designada Remate, e é nesta altura que são pintados de preto os componentes interiores. De seguida, no Tratamento Inferior, as partes mecânicas, pneumáticas e elétricas são isoladas, o autocarro é elevado e é aplicado o primário nas zonas interiores do autocarro. Por fim, é feita a Retificação e Limpeza do autocarro, onde é retirado o isolamento, as borrachas são limpas, certos componentes interiores são pintados, imperfeições nas tampas são corrigidas e o autocarro é limpo.

Tabela 1 – Etapas da 1ª Fase Pintura Cobus.

Linha 3 - Cobus		
1ª Fase	Turno	C/T (horas)
Preparação do Primário	1º Turno	6
Espera	2º Turno	x
Espera	3º Turno	x
Aplicação do Primário e Esmalte	1º Turno	7
Espera	2º Turno	x
Remate	3º Turno	5
Tratamento Inferior	1º Turno	7
Espera	2º Turno	x
Espera	3º Turno	x
Retificação e Limpeza	1º Turno	5

Após todo este processo de pintura, existe a primeira porta da qualidade, onde é feita uma verificação da pintura, de modo a identificar e registar possíveis falhas que possam existir. Caso existam erros que não permitam a validação por parte da qualidade, estes têm de ser corrigidos, de modo a permitir ao autocarro prosseguir para a fase seguinte, os acabamentos.

Após a etapa dos acabamentos, o autocarro passa para a 2ª fase. Ao contrário da fase anterior, esta está alocada a um único posto com a duração de 5 horas e são realizados, maioritariamente, processos de retificação de erros. Por um lado, estes podem derivar do processo de pintura da 1ª fase, devido ao mau processo de pintura realizado pelos colaboradores, como é exemplo a tinta escorrida, falhas de tinta nos componentes, nevoeiro, entre outros. Por outro lado, pode ter como origem os acabamentos, uma vez que a montagem de peças implica a execução de tarefas de furação, montagem, corte, entre outros. Todo este processo é realizado após a pintura do autocarro, o que facilmente leva à ocorrência de riscos e mossas.

Após a 2ª fase, voltam a ser realizadas atividades de retificação e limpeza na fase de certificação final. Isto ocorre devido ao facto de existirem demasiadas ineficiências, não permitindo a sua correção na totalidade durante a 2ª fase. A certificação final tem uma duração igual a 16 horas, sendo a única etapa da pintura onde estão alocados 2 autocarros. Assim, após a 2ª fase e devido ao facto de a certificação final ser bastante mais longa do que a 2ª fase, os autocarros são armazenados num parque até poderem prosseguir para a última etapa do processo (certificação final). Nesta última etapa é feita a colocação de vinil por parte de uma empresa subcontratada,

assim como a limpeza interior e exterior do autocarro, sendo estes exemplos de atividades que apenas podem ser realizadas após todos os processos de pintura estarem concluídos (Anexo 1). Uma vez finalizado este processo, existe a segunda porta da qualidade, onde irá ser verificado se o produto se encontra nas devidas condições, não só a nível estético, mas também funcional, para ser entregue ao cliente.

4. Projeto Prático

O projeto desenvolvido baseia-se na implementação dos princípios de melhoria contínua, de modo a tornar possível a eliminação de tarefas associadas a retrabalho, ou seja, atividades que não acrescentam valor. Neste capítulo será apresentada a situação inicial, assim como uma contextualização do trabalho desenvolvido. Posteriormente, serão apresentados os problemas identificados, as respetivas ações de melhoria e os resultados da sua implementação. Como conclusão será realizada uma análise comparando a situação inicial, verificada antes do projeto, ao cenário após a implementação das propostas de melhoria, existente após o projeto

4.1 Situação Inicial

Neste momento, a linha Cobus tem uma cadência de 8 autocarros por semana. Destes, todos passam pela 2ª fase de pintura e certificação final. Tanto na fase de retificação e limpeza (1ª fase da pintura) como na 2ª fase de pintura, ocorre a entrada de um novo autocarro a cada 5 horas. Quanto à etapa da certificação final, esta é bastante mais longa, tendo uma duração de 16 horas, uma vez que é necessário realizar todas as restantes tarefas de pintura e limpeza necessárias à finalização do autocarro. Nesta etapa estão alocados dois autocarros, sendo que os restantes são colocados num parque durante o tempo de espera.

Assim, após a saída da linha dos acabamentos, o autocarro segue o fluxo representado na figura 10.

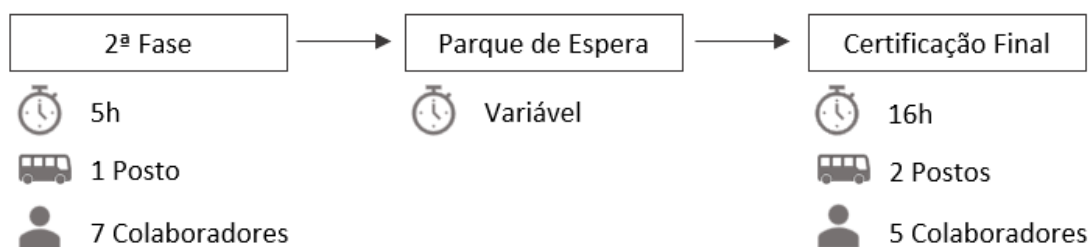


Figura 10 - Fluxo do Autocarro Após Linha dos Acabamentos.

O facto de existir um tempo de ciclo de 5 horas na retificação e limpeza e um elevado número de ineficiências, impossibilita a verificação na totalidade do autocarro e a correção de todos os

problemas detetados. Por esta razão, o autocarro segue para uma 2ª fase de pintura, de modo a serem corrigidos os restantes erros.

Estas fases de retificações são caracterizadas por atividades definidas como retrabalho. Todas as tarefas efetuadas para corrigir danos na pintura, como riscos, mossas, nevoeiro, falhas de tinta, entre outros, são consideradas atividades que não acrescentam valor, pois traduzem-se em desperdício, sendo necessário reduzi-las ou eliminá-las.

A observação destas etapas contribuiu significativamente para a identificação das atividades que, de facto, acrescentam valor, ou não, ao produto.

De modo a determinar a origem das ineficiências foi necessário executar o procedimento de observação e análise referido anteriormente, em todas as fases onde são executadas tarefas de retrabalho. Assim, iniciou-se pela observação e cronometragem da duração das tarefas de correção da etapa de certificação final, seguida da 2ª fase de pintura, e por último da retificação e limpeza que está incluída na 1ª fase de pintura. Desta forma foram registados os erros e tempos de duração das tarefas de correção existentes numa fase final do processo, sendo posteriormente possível perceber a razão pela qual estes ocorrem, ou não são corrigidos, através da observação das fases anteriores a esta. Para além disto houve a necessidade de reunir com o chefe de secção da pintura, uma vez que determinados erros não surgem deste processo, mas sim dos acabamentos, durante a montagem das peças. Para além disto, estes erros podem não surgir do processo de pintura, mas sim do fornecedor como é possível observar através das ineficiências apresentadas no Anexo 2.

Após a conclusão da análise e listagem de todas as ineficiências e medidas de correção, é necessário idealizar e desenvolver métodos para prevenção dos erros observados (Anexo 2). Um outro objetivo é simplificar e acelerar as atividades executadas na fase de correção dessas ineficiências.

Seguidamente, as medidas serão implementadas e será feita a monitorização do autocarro. Esta etapa é bastante importante, uma vez que é necessário garantir que existe adesão, por parte dos colaboradores, na implementação destes novos métodos assim como analisar a eficácia destas mesmas medidas.

Caso seja obtido um resultado negativo com a implementação destas medidas de melhoria, é necessário repetir o processo e estudar uma abordagem diferente.

Através da implementação destas medidas em estudo, será possível reduzir o tempo de processo da 2ª fase, eliminar desperdícios e aumentar a satisfação do cliente através da entrega de um produto com melhor qualidade.

Para o desenvolvimento deste trabalho selecionou-se como alvo de estudo o autocarro de serviço de aeroporto, o Cobus, com uma cadência de 8 autocarros por semana. Como objetivo do mesmo, a empresa definiu a redução de 50 horas por autocarro na 2ª fase de pintura. Esta está alocada a apenas 1 posto e o seu tempo de duração atual é de 88 horas por autocarro.

Apesar da etapa de certificação final ser a mais longa, esta apresenta não apenas tarefas de retrabalho resultantes da falta de tempo para a total retificação das mesmas na fase posterior de pintura (2ª fase), mas também tarefas que acrescentam valor ao produto (Anexo 1). Contrariamente a esta, a 2ª fase é composta maioritariamente por tarefas que se traduzem em retrabalho, devendo ser eliminadas. Para além disto, a eliminação de tarefas na 2ª fase de pintura irá possibilitar a realização de atividades de retrabalho previamente realizadas na etapa de certificação final, na 2ª fase. Por esta razão, a 2ª fase apresenta a fase mais crítica no processo de pintura, sendo esta a razão pela qual esta é o foco do estudo.

Para tornar este projeto possível, é necessário implementar a metodologia de melhoria contínua, pelo que é vital organizar espaços de trabalho e fomentar uma cultura de melhoria contínua e redução de desperdícios na empresa.

Durante o desenvolvimento deste projeto a cadência foi alterada, tendo diminuído para 6 autocarros por semana. Isto deveu-se ao facto de existir uma diminuição na procura, o que permitiu aumentar o intervalo de tempo para finalização do autocarro nos diferentes postos.

Para a realização deste projeto recorreu-se à utilização da metodologia do ciclo PDCA, de modo a tornar o processo bem estruturado e sequencial. Este ciclo passa pelas quatro fases definidas, nomeadamente, *plan* (planear), *do* (executar), *check* (verificar) e *act* (agir). Através da implementação deste método será possível reduzir o número de tarefas realizadas na 2ª fase de pintura, assim como reduzir o tempo despendido para a execução de diversas dessas atividades.

É importante referir que ocorrem diferentes erros em diferentes autocarros, pelo que apenas foram analisadas e apresentadas as ineficiências, e respetivas medidas de melhoria, mais recorrentes.

4.2 Plan

Como referido anteriormente, nesta fase é necessário identificar os problemas existentes no processo, definir objetivos, traçar um plano de ações, entre outros. Inicialmente estabeleceu-se o

objetivo de redução de 50 horas na 2ª fase de pintura, pelo que foi necessário estabelecer um plano de ações de modo a ser possível atingir esta meta. Este plano passa por 4 fases que se descrevem nos pontos seguintes.

4.2.1 Observação da Certificação Final

Esta etapa baseia-se na observação da fase de certificação final da pintura, onde foram registados o número de colaboradores do posto, as ineficiências a corrigir e as tarefas de correção executadas. Para além disso, foi realizada a cronometragem das tarefas de retificação de modo a obter a duração das mesmas. Durante este processo observou-se a existência de 5 colaboradores distribuídos pelas diferentes áreas do autocarro, sendo estas a frente, laterais, traseira, salão, cabine e tejadilho. Para além disto, surgiram diversas dúvidas em relação à origem das ineficiências registadas, assim como a razão pela qual estas ocorrem. Por esta razão tornou-se necessário questionar os colaboradores em relação a este problema.

De seguida são apresentadas as possíveis fontes das ineficiências, assim como a causa da existência das mesmas e exemplos ilustrativos.

- **Fonte e Causa**

- Fornecedor

- Erros associados a falhas do fornecedor incluem fibras danificadas (Figura 11) e falhas de tinta em determinadas peças (Figura 12).

- De modo a solucionar as fibras danificadas, é necessário aplicar betume e lixar na fase de preparação de primário. No entanto, na estufa, durante a secagem da pintura, esta acaba por ceder logo, por vezes, é necessário repetir o processo e repintar o autocarro numa 2ª fase de pintura.

- Quanto à existência de peças com falhas de tinta, o facto de estas serem apenas colocadas nos acabamentos implica a existência de uma 2ª fase de pintura para sua correção. Este problema pode também ser proveniente de um transporte e armazenamento das peças inadequado.



Figura 11 - Fibras Danificadas.



Figura 12 - Falha de Tinta.

Montagem

O processo de montagem de peças é executado em duas etapas diferentes, antes da pintura, nas estruturas, e após a 1ª fase de pintura, nos acabamentos. As tarefas de furação, corte, afinação, entre outros são recorrentes neste processo, pelo que é necessário tomar as devidas precauções aquando da execução das mesmas de modo a prevenir a danificação da pintura (Figura 13). Outro problema associado à montagem é a falta de limpeza nos postos de trabalho, uma vez que as corrosões das limalhas provenientes destes processos podem levar, por exemplo, à existência de ferrugem em compartimentos como o das baterias, fusíveis e webasto (Figura 14).



Figura 13 - Pintura Danificada.



Figura 14 - Limalhas Enferrujadas.

Pintura

A secção de pintura, como referido anteriormente, está dividida em cinco etapas, no entanto as únicas etapas onde são realizadas tarefas de pintura são na aplicação de primário e esmalte, no remate e no tratamento inferior. Por esta razão será feita uma análise a estas etapas, uma vez que apenas nestas é possível a ocorrência de erros associados à pintura.

- Aplicação de Primário + Esmalte

Nesta fase ocorrem erros referentes ao processo de pintura do autocarro, nomeadamente escorridos resultantes de falhas do colaborador durante a execução deste processo (Figura 15), assim como a existência de nevoeiro originados de falhas de isolamento (Figura 16).



Figura 15 - Escorrido.

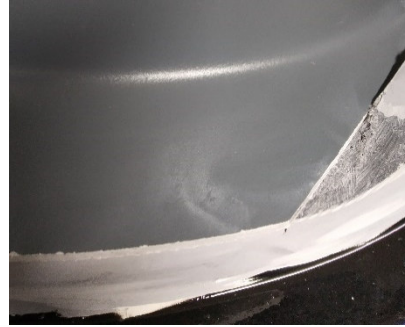


Figura 16 - Nevoeiro.

- Remate

Nesta etapa existem erros associados a falhas do colaborador durante o processo de pintura, como a existência de falhas de tinta em determinados componentes (Figura 17), assim como excesso de tinta devido a falhas de isolamento (Figura 18).



Figura 17 - Falha de Tinta.



Figura 18 - Excesso de Tinta.

- Tratamento Inferior

Como é possível verificar através da figura 19, a peça encontra-se danificada devido à falha de isolamento do componente.



Figura 19 - Danificação da Pintura.

4.2.2 Repetir o Processo na 2ª Fase

Após observação desta etapa foi possível concluir que existem 7 colaboradores a executar tarefas de retificação e, tal como referido anteriormente, são corrigidas ineficiências que provêm não só da pintura, como também da montagem. No entanto, como o tempo para correção é reduzido, não é possível executar todos os processos de retificação nesta etapa.

Por esta razão existem diversas atividades que apenas são realizadas na fase de certificação final. Para além disto, certas tarefas não são bem executadas nesta fase, sendo necessário repetir as mesmas na fase seguinte.

- Repetir o Processo para a Retificação e Limpeza

Como o nome indica, esta é uma fase de retificações de possíveis erros que existam na pintura, assim como limpeza do autocarro. No entanto apenas estão alocados 2 colaboradores a este posto e, tendo em conta a quantidade de ineficiências existentes, o tempo disponível não é suficiente para realizar todas as tarefas associadas a esta etapa.

Por esta razão é obrigatório a existência de uma 2ª fase de pintura, com vista à realização das restantes tarefas de correção. Para além disto, determinados erros ocorrem devido à montagem de peças nos acabamentos, o que obriga sempre à existência de atividades de retrabalho após esta 1ª fase de pintura.

4.2.3 Analisar Tarefas de Correção

Nesta etapa foram enumeradas todas as tarefas de correção, tornando-se necessário reunir com os colaboradores responsáveis pela execução do processo. Nesta reunião, e com recurso ao diagrama de *Ishikawa* (Anexo 3), foi possível perceber a razão pela qual o processo não está a ser bem executado e foram identificadas as oportunidades de melhoria.

De seguida a informação recolhida foi analisada de modo a atribuir a cada ineficiência uma causa (Figura 20 e 21). Posteriormente, foram identificadas quais as atividades que acrescentam valor e que não acrescentam valor.

Zona	Anexo 1	Operação	C/T (min)	Erro	Motivo
Frente Exterior	Figura 2	Esmalte	10	Tinta borratada	Falha do Colaborador
Frente Exterior	Figura 85	Esmalte	20	Nevoeiro	Mau isolamento
Frente - Tampa (frente)	Figura 86	Esmalte	10	Nevoeiro	Mau isolamento
Frente - Tampa (interior)	Figura 87	Esmalte	35	Nevoeiro	Mau isolamento
Traseira Exterior	Figura 90	Esmalte	20	Má pintura; Nevoeiro	Lixo; Mau isolamento
Traseira Exterior	Figura 106	Esmalte	10	Tinta branca	Mau isolamento
Traseira Exterior	Figura 107	Esmalte	7	Nevoeiro	Mau isolamento
Lateral Exterior	Figura 92	Esmalte	7	Falha de tinta	Excesso de isolamento
Lateral Exterior	Figura 93	Esmalte	19	Tinta escorrida	Falha do Colaborador
Lateral Exterior	Figura 64	Remate	20	Nevoeiro	Mau isolamento
Lateral - Portas	Figura 44	Remate	10	Falha de tinta	Falha do Colaborador
Lateral - Portas	Figura 77	Remate	10	Falha de tinta	Excesso de isolamento
Salão	Figura 51	tratamento Inferic	120	Limpar painés e R90	Falha do Colaborador

Figura 20 - Ineficiências Certificação Final.

Zona	Anexo 1	Operação	C/T (min)	Erro	Motivo
Frente Exterior	Figura 104	Esmalte	15	Tinta branca	Falha do Colaborador
Frente Exterior	Figura 105	Esmalte	16	Nevoeiro	Mau isolamento
Frente Interior	Figura 39	Esmalte	15	Falha de tinta (branca)	-
Lateral Exterior	Figura 32	Esmalte	25	Pintura danificada	-
Lateral Exterior	Figura 100	Esmalte	30	Lixo	-
Lateral Interior	Figura 29	Esmalte	-	Pintura danificada	Lixo
Cabine Fente Motorista	Figura 14	Esmalte	30	Nevoeiro	Mau isolamento
Frente Exterior	Figura 8	Montagem	-	Fibra danificada	Falha do Colaborador
Frente Tampa	Figura 40	Montagem	-	Risco	Falha do Colaborador
Frente Exterior	Figura 54	Estrutura	-	Colas	-
Cabine Trás Motorista	Figura 37	Estrutura	10	Primário da colagem	Falha do Colaborador
Cabine Trás Motorista	Figura 49	Estrutura	45	Risco	Falha do Colaborador
Salão	Figura 79	Retificação e Limpeza	-	Proteção estribos	-

Figura 21 - Ineficiências 2ª Fase.

Após este processo foi possível concluir que são realizadas 38 tarefas de retrabalho na etapa de certificação final e 6 tarefas que acrescentam valor. Relativamente à 2ª fase de pintura, chegou-se à conclusão de que existem 67 tarefas de retrabalho e apenas 1 tarefa que acrescenta valor, sendo esta a colocação de fita nos estribos da porta. É possível analisar as tarefas que acrescentam valor quer na 2ª fase, quer na etapa de certificação final, no Anexo 1.

Apesar de existir um maior número de tarefas a retificar na 2ª fase de pintura, é necessário ter em conta que neste posto estão alocados um maior número de colaboradores em relação à etapa de certificação final. Para além disso, é importante referir novamente que o número de tarefas registadas é variável, uma vez que podem ocorrer diferentes erros em diferentes autocarros.

No entanto, no desenvolvimento do projeto apenas foram analisadas e propostas melhorias para as ineficiências mais recorrentes. Na tabela 2 estão demonstradas as ineficiências e respetivas causas, de modo a simplificar a análise das mesmas.

Tabela 2 – Resumo de Ineficiências e Respetivas Causas.

Problema	Página	Setor	Causa
Material não conforme	36	Fornecedor	-
Riscos na cabine	37	Montagem	Falta de Proteções
Riscos e mossas	37	Montagem	Falhas dos colaboradores
Irregularidades na pintura Limalhas enferrujadas	38	Pintura Montagem	Falhas dos colaboradores
Pintura danificada da tampa traseira	38	Pintura	Contacto entre a estrutura e a tampa traseira após a pintura
Danificação dos estribos	39	Pintura	Má colocação da fita de isolamento
Falhas de tinta na frente do Cobus	40	Pintura	Má execução do processo de pintura Falta de componentes
Falha de tinta na estrutura do Cobus	41	Pintura	Falta de empilhador
Pintura das peças soltas danificadas	42	Pintura	Falta de isolamento Falhas de tinta Falhas dos colaboradores
Tinta nas borrachas	44	Pintura	Fita de isolamento não eficaz
Isolamento dos varões	45	Pintura	Fita de difícil remoção

De seguida serão estudadas medidas de melhoria a implementar para solucionar os problemas identificados. Os valores existentes relativamente ao tempo de duração das tarefas foram registados através da observação das diferentes etapas de pintura e cronometragem dos processos de retificação executados nas mesmas. No entanto, o facto de existirem diversas tarefas de correção, sendo várias de longa duração, apenas permitiu ter uma observação de cada. Quanto aos valores de poupança estimados, estes foram obtidos através de uma plataforma existente na empresa para o cálculo dos ganhos estimados da implementação de uma medida de melhoria

(Anexo 4). Esta considera o modelo do autocarro em estudo e a redução efetuada (tempo, recursos, área, entre outros).

4.2.4 Estudar Medidas de Melhoria

Uma vez finalizado o processo de análise, é necessário estudar medidas que permitam solucionar e prevenir a existência de ineficiências.

- **Estudar medidas que eliminem a ocorrência de erros de Fornecedor**

Diferentes peças provenientes de diversos fornecedores apresentam falhas de tinta, riscos na pintura, ou outros danos (Figura 22), obrigando à sua retificação constante nos postos de pintura. Devido a esta situação, quer os colaboradores da 1ª fase de pintura, quer os da 2ª fase, são obrigados a executar tarefas de retrabalho de modo a corrigir os erros existentes.

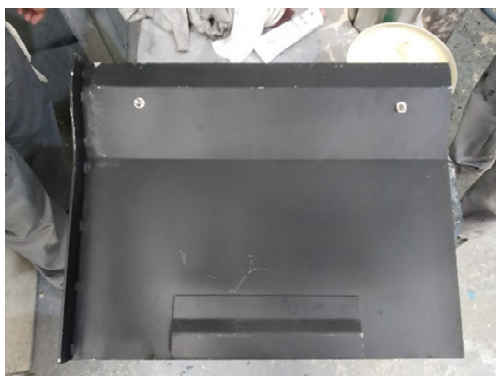


Figura 22 - Riscos/Falhas de Tinta.

A solução passa por reunir com os responsáveis pela 1ª fase e 2ª fase de pintura e garantir que, caso exista um erro com origem no fornecedor, seja preenchida uma ficha onde é registado o número do autocarro e o tempo despendido na correção do problema, assim com uma breve descrição do mesmo. Através destes dados é feito um cálculo do custo associado a esta correção e apresentado ao fornecedor, de modo a este se responsabilizar pelo mesmo.

Para além disto, passou a ser necessário informar a Qualidade dos erros detetados nos autocarros que estejam associados ao fornecedor.

- **Estudar medidas que eliminem a ocorrência de erros na Montagem**

1. Riscos/Mossas

Como referido anteriormente, através do processo de montagem surgem diversos erros, sendo muitos destes provocados pela inexistência de proteções no autocarro durante as tarefas executadas nas etapas de montagem.

O local mais danificado pela não utilização de proteções é a zona da cabine do autocarro (Figura 23), uma vez que são realizadas diversas tarefas de carpintaria, mecânica, entre outras. Por esta razão é necessária a colocação de proteções em napa para prevenir a danificação das zonas mais críticas.



Figura 23 - Riscos/Mossas na Cabine.

2. Falhas dos Colaboradores

Existem problemas na pintura que surgem de falhas dos colaboradores nos acabamentos, pelo que se estudou a viabilidade da utilização de uma ficha de identificação. Nesta ficha os colaboradores identificariam o número do autocarro, os danos causados pelos mesmos e a zona do autocarro onde ocorreu o erro.

Através da utilização deste método é possível analisar se as ineficiências ocorridas são recorrentes, ou pontuais. Caso seja um erro constante, é necessário perceber o porquê de este acontecer e procurar uma solução que o elimine.

3. Lixo nos Postos

Tal como referido anteriormente, a existência de lixo nos postos de trabalho representa um problema crítico. Isto ocorre não só nos postos de montagem, pelo facto de existirem limalhas que vão enferrujar e danificar a pintura dos componentes, mas também nos postos de pintura, uma vez que a existência de pó durante o processo resulta numa irregularidade na pintura do autocarro após finalizado.

Para solucionar os problemas provenientes da montagem, decidiu-se registar as ineficiências recorrentes e reunir com os chefes de linha.

▪ **Estudar medidas que eliminem a ocorrência de erros na Pintura**

A má execução do processo de pintura leva à necessidade de executar tarefas de correção. Por esta razão é necessário encontrar medidas que facilitem e melhorem o processo, de modo a eliminar a existência destes erros. No entanto, existem diversas ineficiências que apenas dependem de quem executa a tarefa, como a falta/excesso de isolamento, escorridos, falhas de tinta, entre outros. Neste caso a única solução possível passa pela sensibilização dos colaboradores em relação aos problemas associados à má execução das tarefas. Entre as soluções analisadas, destacam-se as seguintes:

1. Pintura Interior da Tampa Traseira

O contacto entre a tampa traseira e o canto interior da traseira durante a secagem da tinta leva à danificação da pintura nesta zona (Figura 24), obrigando a uma 2ª fase para retificação da mesma. Este processo tem uma duração total de 60 minutos, o equivalente a 3375,00€/ano.

A medida de correção passa por colocar um batente no interior da tampa traseira, de forma a eliminar o contacto entre esta e a estrutura interior.



Figura 24 - Pintura Danificada na Tampa Traseira.

2. Tinta Ft 90 nos Estribos das Portas

Durante a fase de tratamento inferior os estribos da porta da frente são isolados com fita, no entanto ficam danificados com tinta ft 90 (Figura 25), pelo que é necessário limpar com diluente. Este é um processo bastante demorado, uma vez que quanto mais tempo a tinta ft 90 permanece nos estribos, mais difícil é o processo de correção.

O tempo da tarefa de correção é igual a 40 minutos, sendo o equivalente a 2250,00€/ano. Para solucionar este problema idealizou-se um molde que seria colocado nos estribos, impedindo a infiltração da tinta ft 90.



Figura 25 – Tinta Ft 90 nos Estribos.

3. Repintura da Frente do Autocarro

A existência de falhas de tinta em determinados componentes (Figura 26) leva à repintura da frente do autocarro. Estas ocorrem devido à má execução do processo de pintura por parte dos colaboradores, durante a fase de remate. O problema ilustrado obriga a uma retificação de pintura, na fase de retificação e limpeza, num processo de duração igual a 20 minutos.

Para além disto é recorrente a retificação desta mesma zona numa 2ª fase de pintura, devido a falhas existentes ou devido à corrosão proveniente de limalhas enferrujadas. Neste caso as medidas de correção têm uma duração igual a 10 minutos.



Figura 26 - Falhas de Tinta.

Estes componentes são montados nas estruturas, anteriormente à pintura, no entanto devido a possíveis atrasos na linha existe a possibilidade de apenas poderem ser colocados nos acabamentos, ou seja, posteriormente à 1ª fase de pintura. Por esta razão é obrigatório a existência de uma 2ª fase para pintura destes componentes (Figura 27).



Figura 27 - Falta de Componentes.

De modo a solucionar este problema colocou-se a hipótese de pintar os respetivos componentes previamente à sua montagem, uma vez que este processo simplifica bastante a pintura e diminui a probabilidade de ocorrência de falhas.

Para além disto, existe outro problema relativo a falhas de tinta na estrutura do Cobus, obrigando novamente à sua retificação durante a fase de remate e a fase de retificação e limpeza.

Esta estrutura segue o fluxo representado na figura 28.

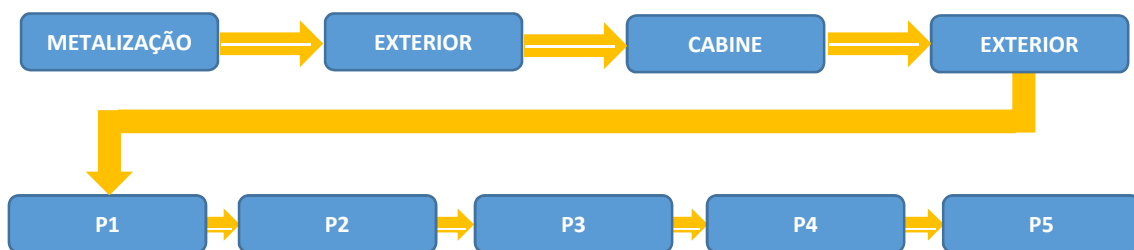


Figura 28 - Fluxo da Estrutura da Frente do Cobus.

O processo inicia-se com a Metalizareal a descarregar a estrutura, de seguida a Logística disponibiliza um empilhador para transportar a mesma do exterior para a cabine de pintura; executa-se o processo de pintura na cabine; a Logística realiza o transporte da estrutura, da cabine de pintura para o exterior e, aquando da entrada de um novo autocarro na linha, a Logística transporta a estrutura do exterior para a linha.

O problema existente neste fluxo é o facto de o colaborador encarregue pela execução da tarefa de pintura na cabine, estar dependente de outros para colocar o suporte e a estrutura (Figura 29) na cabine para posterior pintura.



Figura 29 - Suporte e Estrutura Cobus.

Assim, e caso não exista um colaborador disponível para dar auxílio na colocação da estrutura na cabine, o colaborador responsável pela pintura não tem como executar o seu trabalho.

Por esta razão, a estrutura da frente prossegue para a montagem nas estruturas sem qualquer acabamento de pintura (Figura 30).



Figura 30 - Falta de Tinta na Estrutura da Frente.

Este problema obriga à pintura da estrutura após a montagem das peças, o que dificulta bastante o processo e aumenta a possibilidade de existência de erros.

Como solução do problema, ponderou-se a colocação de rodas com travões no cavalete que suporta a estrutura. Desta forma é possível a movimentação desta estrutura para o interior da cabine por parte do colaborador que executa o processo de pintura e, assim, a execução das suas tarefas sem qualquer impedimento.

4. Retificação de Peças Soltas

Existem peças no autocarro que apenas são montadas nos acabamentos, nomeadamente a tampa da frente, das baterias, do gasóleo e os porta-faróis, que requerem uma pintura semelhante à do restante autocarro.

A pintura destes componentes é executada numa estufa de menor dimensão e reservada apenas a pintura dos mesmos. Estas peças têm associados diversos erros como o nevoeiro proveniente de falhas de isolamento, falhas de tinta e escorridos. Para além disto, podem ocorrer

riscos/mossas provenientes de falhas dos colaboradores durante o processo de pintura ou devido ao mau transporte e armazenamento destes componentes (Figura 31).



Figura 31 – Ineficiências nos Porta Faróis/Tampa da Frente/Tampa do Gasóleo.

A existência destas ineficiências obriga à sua constante retificação quer na 1ª fase de pintura na etapa de retificação e limpeza, quer na 2ª fase e fase de certificação final. Isto deve-se ao facto de o tempo necessário para retificação das mesmas ser bastante elevado, não sendo possível a sua retificação em apenas uma etapa. Este processo tem uma duração total de 200 minutos, o equivalente a 11250,00€/ano.

A medida de correção passa por alocar um colaborador da 2ª fase de pintura à etapa de retificação e limpeza, focado apenas na correção destes componentes, eliminando a necessidade de retificação nas etapas seguintes de pintura.

- **Estudar medidas que acelerem a etapa de retificação e limpeza**

Sendo a fase de retificação e limpeza a etapa destinada à realização de retoques e limpeza do autocarro, é necessário reduzir a duração das restantes tarefas que também são executadas nesta etapa. Desta forma, existirá tempo para executar todas as atividades de correção existentes nesta fase, não sendo necessário a correção das mesmas numa 2ª fase de pintura.

Nesta fase é retirado todo o isolamento do autocarro, as borrachas são limpas, o autocarro é soprado (Figura 32), de modo a retirar todo o pó e lixo, e é corrigida uma pequena parte dos erros existentes (escorridos nas tampas laterais, falhas de tinta, nevoeiro, entre outros). Todo este processo é bastante demorado, pelo que é crucial encontrar soluções que facilitem a execução do mesmo. Desta forma, torna-se possível a retificação da totalidade dos erros nesta etapa e a eliminação de tarefas de correção na 2ª fase de pintura.

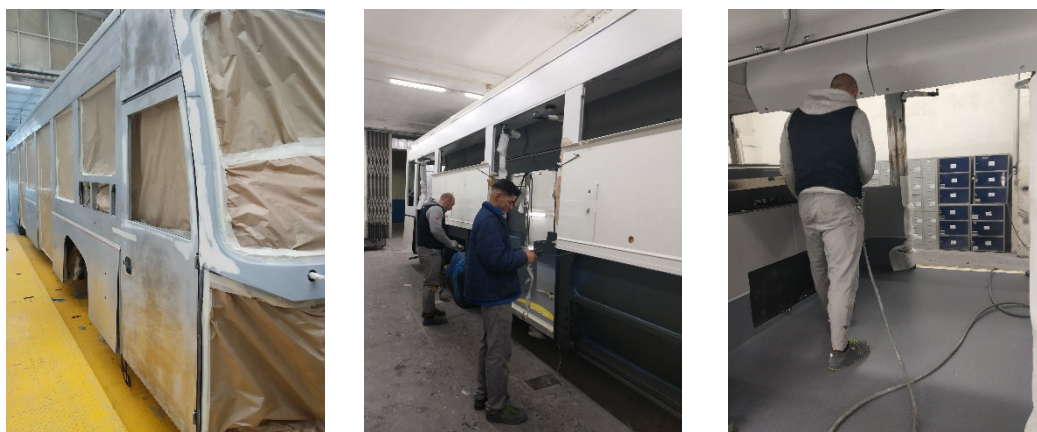


Figura 32 - Tarefas Associadas à Retificação e Limpeza.

Uma vez identificadas as tarefas realizadas nesta fase, foram idealizadas diversas medidas de melhoria (Anexo 2). Destas destacam-se:

1. Retificação das Borrachas

Na fase de preparação do primário as borrachas são isoladas com fita para impedir a infiltração de tinta durante a pintura do autocarro. No entanto esta não é totalmente eficaz, uma vez que durante o processo de pintura das tampas a fita levanta e danifica a borracha (Figura 33). Esta situação obriga à retificação das borrachas na fase de retificação e limpeza, onde os colaboradores retiram o excesso de tinta e limpam as borrachas, num processo de duração igual a 37 minutos.



Figura 33 - Borrachas Sujas.

Para solucionar este problema, foi sugerido substituir a fita atual por uma fita em forma de L que pudesse ser aplicada entre a borracha e a tampa. Desta forma a fita permaneceria imóvel durante o processo de pintura e a borracha não ficaria danificada.

2. Remoção do Isolamento dos Varões

Os varões, isolados na fase de preparação de primário, são revestidos de fita (Figura 34) de modo a proteger a peça durante o processo de pintura. No entanto o processo de retirar o isolamento dos varões é demorado, tendo uma duração igual a 40 minutos.



Figura 34 - Isolamento dos Varões com Fita.

Assim, como solução para diminuir este tempo, colocou-se a hipótese de utilização de uma proteção em napa. Esta iria diminuir o tempo de aplicação na fase de preparação de primário, assim como o tempo de remoção na fase de retificação e limpeza. Contrariamente ao material utilizado inicialmente, esta proteção seria composta por napa, permitindo a sua reutilização e uma consequente redução de custos.

4.3 Do

Nesta etapa do ciclo PDCA estão apresentadas as medidas implementadas de modo a solucionar as ineficiências referidas anteriormente.

De seguida, na tabela 3, estão apresentadas resumidamente as ineficiências e respetivas propostas de melhoria.

Tabela 3 - Resumo de Ineficiências e Respetivas Propostas de Melhoria.

Problema	Página	Causa	Medida de Melhoria	Página
Material não conforme	36	-	Reforçar preenchimento da ficha Informar Qualidade	47
Riscos na cabine	37	Falta de proteções	Alocar proteções ao posto	47
Riscos e mossas	37	Falhas dos colaboradores	Preenchimento de uma ficha de identificação de erros pelo chefe de equipa	50
Irregularidades na pintura Limalhas enferrujadas	38	Falhas dos colaboradores	Registrar as ineficiências e reunir com chefes de linha	51
Pintura danificada da tampa traseira	38	Contacto entre a estrutura e a tampa traseira após a pintura	Colocação de um batente	51
Danificação dos estribos	39	Má colocação da fita de isolamento	Criação de um mecanismo de proteção	51
Falhas de tinta na frente do Cobus	40	Má execução do processo de pintura Falta de componentes	Pintura das peças previamente à sua montagem	52
Falha de tinta na estrutura do Cobus	41	Falta de empilhador	Colocação de um cavalete com rodas	53
Pintura das peças soltas danificadas	42	Falta de isolamento Falhas de tinta Falhas de colaboradores	Alocar um colaborador à fase de retificação e limpeza para retificação destas peças	53
Tinta nas borrachas	44	Fita de isolamento não eficaz	Colocação de uma fita alternativa	54
Isolamento dos varões	45	Fita de difícil remoção	Substituir fita por proteção em napa	55

Através da tabela é possível verificar os problemas existentes, a razão pela qual os mesmos ocorrem e analisar as medidas de melhoria propostas numa fase inicial.

Uma vez estabelecidas as medidas de correção, foi necessário escolher um autocarro e implementá-las. Nesta etapa foi essencial a colaboração dos responsáveis pela aplicação das medidas, de modo a aumentar a probabilidade de sucesso.

- **Implementar medidas que eliminem a ocorrência de erros de Fornecedor**

Após comunicação com os chefes de equipa da 1ª e 2ª fase de pintura, foi possível concluir que apenas estavam a ser registadas as ineficiências existentes na 1ª fase de pintura (Figura 35). Para além disto, concluiu-se que a Qualidade não estava a ser informada de todos os casos existentes de peças não conformes.

A imagem mostra uma folha de papel com o logótipo 'CaetanoBus' e o título 'LISTA DE CONTROLO DAS TAREFAS'. No canto superior direito, há uma referência 'Página 7/28' e 'PEP: 120320406'. O formulário está dividido em duas colunas principais. A coluna da esquerda, sob o título 'Observações da Secção 4004-1ªFase:', contém a seguinte descrição manuscrita em azul: 'Frente e traseira com Res de gelatina e Partículas suspensas dentro do carro'. Abaixo desta descrição, há campos para 'Ass. Chefe de Secção (4004-1ªFase):' e 'Data: / /'. A coluna da direita, sob o título 'Observações do Inspector PQ3:', está vazia. Abaixo desta coluna, há campos para 'Ass. Inspector:' e 'Data: / /'. No canto inferior direito, há um campo rotulado 'Se NR ou NC'.

Figura 35 - Registo de Ineficiências na 1ª Fase.

Desta forma, foi reforçado aos chefes de equipa a necessidade de registo das ineficiências com origem no fornecedor, através da identificação do número do autocarro e descrição do problema em questão. A importância de partilha de informação com a Qualidade foi também frisada como uma medida essencial na resolução do problema.

- **Implementar medidas que eliminem a ocorrência de erros na Montagem**

1. Riscos/Mossas

Inicialmente foi contabilizado o número de proteções existentes em cada posto de modo a perceber quais e quantas napas estavam em falta. Durante este processo foi possível perceber que o armário onde as proteções estão armazenadas, no sector das estruturas (Figura 36) não tinha

espaço suficiente para a quantidade total de napas necessárias. Para além disto, este armário encontrava-se bastante desorganizado, o que desincentivava a utilização das proteções por parte dos colaboradores.

Durante o processo de triagem verificou-se que determinadas proteções não tinham chapa de identificação (Figura 37), pelo que foi necessário encomendar e aplicar novas chapas.



Figura 36 - Armário para Armazenamento de Napas.

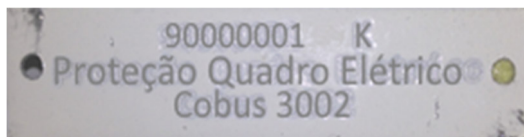


Figura 37 - Chapas de Identificação.

De modo a solucionar o problema de armazenamento das napas, considerou-se a colocação de um armário apenas para o armazenamento das napas.

Num outro posto de pintura encontrou-se um armário que não estava a ser utilizado (Figura 38) e com a dimensão ideal para a colocação das napas.

Neste existiam várias proteções de outros modelos de autocarro, que não estavam a ser utilizadas uma vez que se encontravam armazenadas no sítio errado. Por esta razão as napas foram distribuídas pelos respetivos postos, de modo a afetar este armário apenas para as proteções do modelo Cobus.



Figura 38 - Armário Disponível para Arrumação das Napas.

No entanto, no posto das estruturas não existia espaço para colocação do armário, pelo que foi necessário fazer a alteração do *layout* deste posto (Figura 39) e Figura 40).



Figura 39 - *Layout* Inicial.

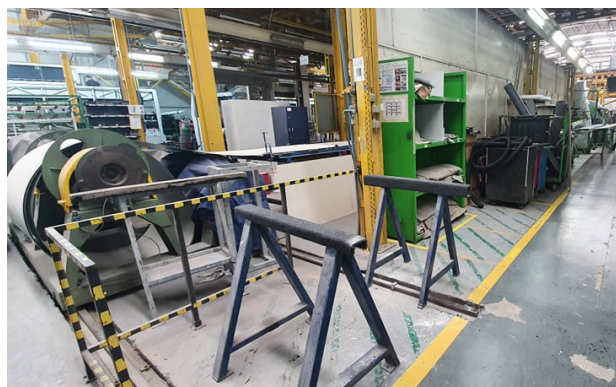


Figura 40 - *Layout* Alterado.

Assim, através da utilização de separadores (Figura 41), fez-se a divisão do armário por secções (proteção tablier, quadro elétrico, aranha, entre outros) e a devida identificação das mesmas (Figura 42).

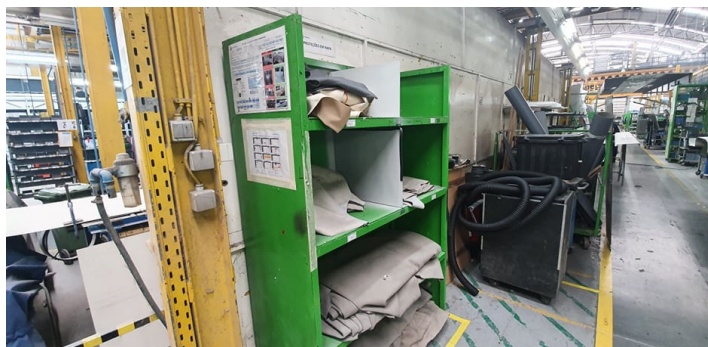


Figura 41 – Novo Armário para Armazenamento de Napas.



Figura 42 - Identificação das Secções.

Para além disto, foram criadas instruções de trabalho para a utilização das proteções (Anexo 5) e afixadas no armário.

2. Falhas dos Colaboradores

Como medida de melhoria foi elaborada e distribuída uma folha de verificação (Figura 43) por todos os postos dos acabamentos, para que o chefe de equipa pudesse analisar o autocarro e registar os erros causados no mesmo após a execução de todas as tarefas.

DANOS EFETUADOS DURANTE PROCESSO DE MONTAGEM	
PEP:	
DATA:	
POSTO:	
1- ENUMERAR E IDENTIFICAR ZONA DO CARRO DANIFICADA	
 LATERAL DIREITA	 FRENTE
 LATERAL ESQUERDA	 TRASEIRA
 SALÃO	
2- DESCREVER INDIVIDUALMENTE DANO (E: Riscos, esmurrados...)	

Figura 43 - Ficha de Verificação Acabamentos.

3. Lixo nos Postos

Para resolução deste problema foram observados diferentes autocarros e registadas as ineficiências mais recorrentes (Anexo 6). Para além disto, foram identificados outros problemas com origem na falha de limpeza e má execução de processos de montagem do autocarro.

Numa segunda etapa foi necessário reunir com os chefes de equipa de cada posto, de modo a sensibilizá-los em relação aos problemas existentes através da partilha da informação recolhida. Seguidamente, foram discutidas as medidas corretivas a implementar que, por serem bastantes, foram remetidas para o Anexo 6.

▪ **Implementar medidas que eliminem a ocorrência de erros na Pintura**

1. Pintura Interior da Tampa Traseira

Posteriormente à fase de aplicação de primário e esmalte, é colocado um batente constituído por uma borracha e um parafuso M5 (Figura 44). Desta forma, é possível a sua aplicação no furo existente na zona interior da tampa traseira. Através deste, a tampa permanece ligeiramente aberta durante o processo de pintura, impedindo o contacto entre a estrutura e a tampa.



Figura 44 - Batente Inicial.

2. Tinta Ft 90 nos Estribos das Portas

Para resolver este problema, idealizou-se um molde inicial de cartão (Figura 45) para verificar a funcionalidade do mesmo num contexto real. Este foi elaborado de forma a encaixar na zona inferior dos estribos de maneira a proteger os mesmos da infiltração de tinta ft 90.

Seguidamente, e com o auxílio dos MAPs, foi elaborado um modelo em *Solidworks* (Figura 46) apenas para o lado direito do autocarro. Caso o resultado desta implementação seja positivo, será executado um modelo semelhante para a zona esquerda do autocarro.



Figura 45 - Molde em Cartão.

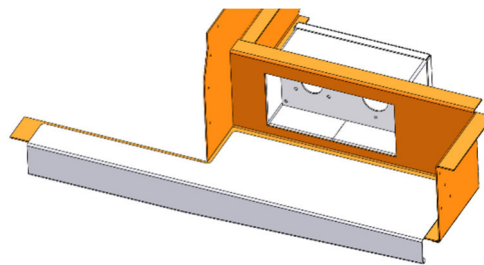


Figura 46 – Proteção Modelada.

3. Repintura da Frente do Autocarro

Como referido anteriormente, diversos componentes existentes na frente do autocarro apresentam falhas de tinta, ou apenas são montados posteriormente à 1ª fase de pintura, obrigando à existência de uma 2ª fase. A medida proposta passa pela pintura destas peças anteriormente à sua montagem, ou seja, antes da 1ª fase de pintura.

Assim, inicialmente analisaram-se quais os componentes montados na frente do autocarro com tratamento de preto. De seguida, estudou-se o processo de receção destes componentes ao posto das estruturas, e chegou-se à conclusão de que era entregue apenas a quantidade exata necessária a cada autocarro. Por último, foi necessário reunir com o colaborador do armazém responsável pelo *picking* e pelo carrinho logístico, que tem como função entregar os componentes necessários à linha de montagem, de modo a estudar a viabilidade de seguir o fluxo representado na figura 47.

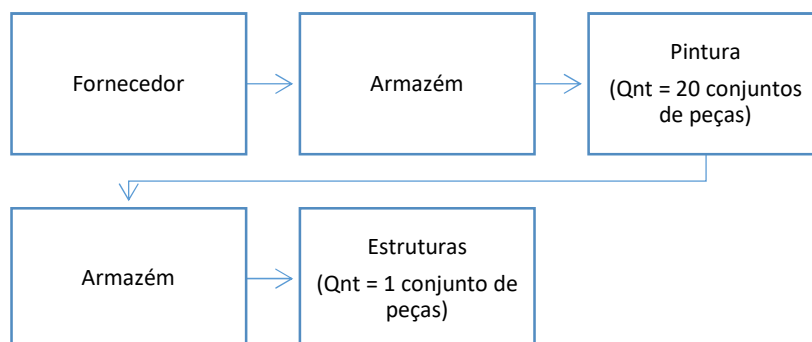


Figura 47 – Alteração do Fluxo das Peças da Frente do Autocarro.

Assim, as peças chegam do fornecedor e são colocadas no armazém. De modo a não serem realizadas deslocações desnecessárias do carrinho logístico, durante a deslocação deste para entrega de material à linha, são também entregues na secção de pintura um conjunto de 20 peças de cada um dos componentes analisados anteriormente. De seguida, é-lhes aplicado um tratamento de preto e são recolhidos durante o regresso do carrinho logístico ao armazém. Por fim, o material (um conjunto de peças) é entregue no posto das estruturas já com tratamento de preto, eliminando a necessidade de pintura nas fases posteriores de pintura e evitando a ocorrência de erros relacionados com a mesma.

Relativamente ao cavalete com rodas que permitiria a movimentação da estrutura para a cabine de pintura, realizou-se uma reunião com os superiores responsáveis e a ideia foi apresentada, tendo ficado para avaliação e posterior validação por parte dos mesmos.

4. Retificação de Peças Soltas

Após analisada a 2ª fase, chegou-se à conclusão de que existiam colaboradores em excesso neste posto. Este facto confirmou-se através da observação desta fase, onde apenas 6 colaboradores trabalhavam no autocarro, uma vez que o sétimo colaborador se encontrava de baixa. No entanto, as tarefas eram igualmente executadas nas 5 horas definidas para esta fase. Por esta razão optou-se pela alocação desse sétimo colaborador na etapa de retificação e limpeza, na 1ª fase. Este ficou apenas encarregue da retificação das peças soltas, como referido anteriormente.

- **Implementar medidas que acelerem a etapa de retificação e limpeza**

1. Retificação das Borrachas

Após comunicação com o departamento das Compras encomendou-se uma fita própria para uso nas borrachas (Figura 48), com uma zona azul que é colocada no espaço entre a tampa e a borracha e uma zona cinzenta que é colada na borracha. No entanto observou-se que a fita é de difícil colocação, uma vez que o espaço existente entre a borracha e a tampa é bastante reduzido.

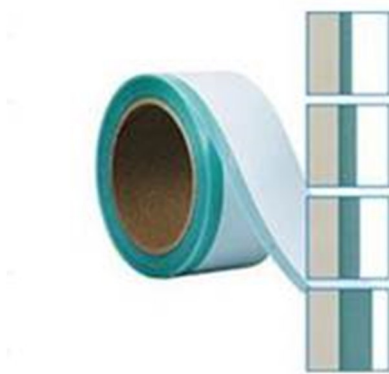


Figura 48 - Fita para Borrachas.

Por esta razão eliminou-se de imediato esta opção e colocou-se a hipótese de colocação de uma chapa em forma de L de espessura bastante reduzida, semelhante à da Figura 49, que permitiria ser aplicada no reduzido espaço existente entre a tampa e a borracha.



Figura 49 - Espátula de Espessura Reduzida.

Após análise chegou-se à conclusão de que esta medida não era viável, uma vez que a chapa não era flexível, pelo que impedia os colaboradores de levantar as tampas durante o processo de pintura.

Assim implementou-se uma fita semelhante à original, mas mais larga e com maior espessura, tornando-se mais resistente e existindo a possibilidade de permanecer fixa durante o processo de pintura das tampas.

2. Remoção do Isolamento dos Varões

Inicialmente foi necessário fazer o levantamento das dimensões dos diferentes varões e da quantidade necessária por autocarro. De seguida, foi estudado o melhor modelo da proteção para colocação nos varões e requisitadas tendo em conta as medições feitas anteriormente. Por fim, durante a fase de preparação de primário, a colocação de fita foi substituída pela aplicação das proteções em napa nos varões, facilitando a sua aplicação e posterior remoção (Figura 50).



Figura 50 - Isolamento dos Varões em Napa.

4.4 Check

Nesta etapa estão apresentados os resultados obtidos da implementação das medidas propostas, assim como novas medidas de melhoria no caso de obtenção de um resultado negativo.

Uma vez implementadas as medidas de melhoria, é necessário monitorizar e verificar se estas solucionam o problema. Este é um processo demorado, uma vez que o percurso de um autocarro entre as diferentes etapas pode demorar dias ou até semanas.

No desenvolvimento da análise de medidas de melhoria, assim como no Anexo 2, é possível verificar que o tempo de duração de diversas atividades de retificação passam para 0 minutos, uma vez que o problema é eliminado por completo. Quando a medida de melhoria apenas reduzisse a duração da tarefa de correção, foi necessário observar novamente a tarefa em questão, de modo a obter um novo tempo de duração da mesma.

É necessário ter em consideração que apenas existe uma poupança monetária se as tarefas de correção forem eliminadas ou reduzidas. Ou seja, a alocação de uma tarefa da 2ª fase, para a fase de retificação e limpeza (1ª fase) não elimina o processo de correção, apenas elimina o tempo despendido para a sua correção na 2ª fase de pintura.

- **Analisar medidas que eliminem a ocorrência de erros de Fornecedor**

Após reunir com os colaboradores passou a ser verificado todos os dias a folha de registo de ineficiências, com vista a garantir que estas estavam a ser identificadas. Para além disto, a informação foi partilhada com a Qualidade, no entanto não se obteve qualquer resultado positivo desta partilha.

Diversas vezes o fornecedor apresentou-se na empresa, de modo a verificar presencialmente as peças não conformes. Contudo, e apesar de estarem a ser cumpridas as indicações fornecidas, o problema persistia por parte do fornecedor.

- **Analisar medidas que eliminem a ocorrência de erros na Montagem**

1. Riscos/Mossas

Apesar de estarem implementadas todas as medidas para prevenir a ocorrência de erros, os colaboradores não seguiam as instruções e não colocavam as proteções. Por esta razão, foi necessário monitorizar diariamente os diferentes postos e garantir que as proteções estavam realmente a ser utilizadas (Figura 51).



Figura 51 - Tablier Protegido com Napas.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 4.

Tabela 4 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Napas.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Em Curso
Verificação de Resultados		Poupança estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 60 minutos	3375,00€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

2. Falhas dos Colaboradores

Após uma semana da entrega das fichas de verificação estas foram recolhidas, no entanto não foram registados quaisquer erros por parte dos colaboradores.

Esses autocarros foram observados após a 1ª fase de pintura, anteriormente à entrada nos acabamentos, e na saída dos acabamentos, o que permitiu constatar que determinadas ineficiências foram provocadas nos acabamentos apesar de não terem sido registadas.

Assim, a etapa seguinte passaria por observar a linha dos acabamentos e executar diretamente o registo das ineficiências ocorridas, tarefa inicialmente atribuída aos chefes de linha. Desta forma seria possível garantir o registo das ineficiências ocorridas nos autocarros.

3. Lixo nos Postos

Após aplicar as medidas de melhoria, os erros tornaram-se menos constantes. No entanto, foi possível concluir que as medidas preventivas não estavam a ser cumpridas em diversos postos. Desta forma foi necessário monitorizar os autocarros e registar a ocorrência destes erros, para posteriormente informar os chefes de equipa responsáveis pelos mesmos.

▪ **Analisar medidas que eliminem a ocorrência de erros na Pintura**

1. Pintura Interior da Tampa Traseira

Após a implementação dos batentes chegou-se à conclusão de que estes eram bastante maleáveis e a sua dimensão permitia apenas uma ligeira abertura da tampa traseira, não solucionando o problema.

Numa segunda fase foi idealizado um batente de maior dimensão, sendo este composto por um material menos flexível (Figura 52).

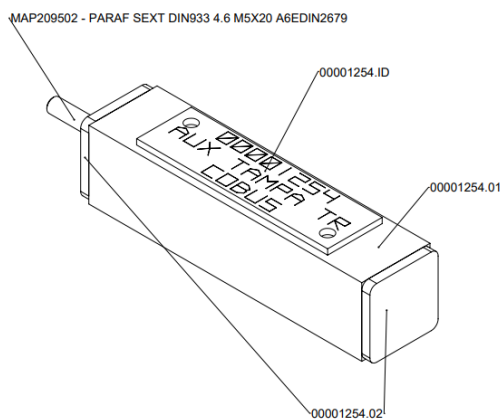


Figura 52 - Batente Modelado.

Desta forma a tampa permanece aberta durante todo o processo de pintura. eliminando-se a possibilidade de existir contacto entre a tampa traseira e a estrutura interior do autocarro. Assim, como é possível verificar pela Figura 53, não existe qualquer dano na pintura da tampa traseira como anteriormente se verificava.



Figura 53 - Resultado da Aplicação do Batente.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 5.

Tabela 5 - Avaliação do(s) KPI da Colocação do Batente.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 60 minutos	3375,00€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

2. Tinta Ft 90 nos Estribos das Portas

Não foi possível, durante a fase presencial do projeto, implementar esta medida de melhoria e verificar a sua viabilidade. No entanto, fez-se uma estimativa e, assumindo que se obteria um resultado positivo após a sua implementação, verificar-se-iam os seguintes ganhos.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 6.

Tabela 6 - Avaliação do (s) KPI da Colocação de Proteção nos Estribos.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Em Curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 40 minutos	2250,00€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

3. Repintura da Frente do Autocarro

A pintura das peças previamente à sua montagem eliminou praticamente por completo a existência de falhas na pintura. A ocorrência esporádica de pequenas falhas é considerada um resultado positivo uma vez que, tal como acontece nas restantes fases de pintura, a tarefa de pintura da frente do autocarro é executada pelos colaboradores manualmente.

Assim, caso exista algum erro na pintura da frente interior do autocarro, esta passa a ser da responsabilidade dos colaboradores da etapa de remate e retificação e limpeza.

Uma vez que não foi possível finalizar o projeto em curso do cavalete com rodas, assumiu-se a verificação de um resultado positivo através da implementação do mesmo.

Apesar de esta medida não estar totalmente finalizada, o facto da correção da frente do autocarro ser executada nas fases posteriores à 2ª fase de pintura e o facto de existir uma pintura prévia dos componentes, elimina a necessidade de uma 2ª fase.

Esta medida aliada à utilização de um cavalete com rodas para pintura independente da frente do Cobus, permite um melhor acabamento de pintura e a redução do tempo de retrabalho.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 7.

Tabela 7 - Avaliação do(s) KPI da Pintura Prévia de Peças e Utilização do Cavalete com Rodas.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Em Curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 20 + 10 minutos	1125,00 €
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	+ 562,50 €

4. Retificação das Peças Soltas

As peças soltas foram analisadas quer na 2ª fase de pintura, quer na fase de certificação final, sendo o resultado positivo. Ou seja, não existe a necessidade de retificação das mesmas nas fases seguintes à 1ª fase de pintura.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 8.

Tabela 8 - Avaliação do(s) KPI da Retificação das Peças na Retificação e Limpeza.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 200 minutos	11250,00€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

- **Analisar medidas que acelerem a etapa de retificação e limpeza**

1. Retificação das Borrachas

Numa primeira análise a utilização desta nova fita era vantajosa, uma vez que impedia a infiltração de tinta e assim solucionava o problema. No entanto ocorre um problema crítico, o processo de retirar o isolamento é mais demorado devido ao facto da fita quebrar muito facilmente. Para além disto, é necessário a utilização da faca para remover esta fita podendo levar à danificação da borracha.

Após diversas tentativas falhadas concluiu-se que a melhor opção seria manter a fita utilizada originalmente, uma vez que as restantes opções não eram viáveis ou apresentavam mais desvantagens do que a fita utilizada inicialmente.

2. Remoção do Isolamento dos Varões

Foi possível concluir que, através da utilização da napa como proteção para os varões, o tempo do processo de remoção do isolamento diminuiu bastante. No entanto, nos varões de maior diâmetro existia uma proteção em esponja colocada anteriormente no posto das estruturas, de forma a proteger os mesmos durante o processo de montagem.

Por esta razão, a colocação da proteção em napa nos varões apenas seria vantajosa quando utilizada nos varões de menor diâmetro, uma vez que seria necessária a remoção da proteção em esponja para posterior colocação da proteção em napa nos varões de maior dimensão.

Para evitar acrescentar a tarefa de remoção da proteção em esponja dos varões de maior dimensão na fase de preparação de primário, informou-se o colaborador do posto das estruturas para substituir a colocação desta proteção pela proteção em napa. Contudo esta não seria viável, uma vez que o colaborador necessita de conseguir manusear a parte superior do varão.

Desta forma, idealizou-se um novo modelo de proteção para colocação apenas nos varões de maior diâmetro. Esta está dividida em duas partes que se unem com velcro, permitindo assim a sua utilização durante a montagem e durante a pintura. Quanto aos varões de menor dimensão, como estes são isolados apenas na fase de preparação do primário, é possível a utilização das napsas inicialmente idealizadas.

Inicialmente foi cronometrado o tempo despendido para remoção da proteção dos varões de menor dimensão, uma vez que esta medida já estava implementada e validada. Tendo o projeto permanecido em curso, apenas foi possível simular o tempo necessário para remoção do isolamento dos varões de maior dimensão. Sendo este processo igual para os varões de diferentes dimensões, foi atribuído o mesmo valor para a execução de ambos os processos.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 9.

Tabela 9 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Proteções em Napa nos Varões.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Em Curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 40 minutos	1687,50€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 10 minutos	

4.5 Act

Uma vez testadas as diversas medidas de melhoria, é necessário passar à fase seguinte de implementação das mesmas na totalidade dos autocarros. Nesta fase é importante estudar a quantidade de material necessário, como batentes, proteções de napa para os varões, proteções para os estribos, entre outros, tendo em conta os postos onde estes serão aplicados e removidos.

Temos como exemplo os dois batentes colocados na fase de preparação de primário e removidos na fase de retificação e limpeza, sendo entregues novamente ao posto inicial. Estes passam por quatro postos a partir da sua colocação, no entanto na fase de preparação de primário, em certos dias são trabalhados dois carros, sendo necessário um total de 6 conjuntos de batentes.

Esta etapa do ciclo apenas foi aplicada às medidas que apresentam o *status* de “fechado”, ou seja, aquelas cujo resultado após implementação foi positivo e assim se encontram concluídas. Através da tabela 10 é possível verificar quais as medidas onde é possível aplicar esta etapa do ciclo PDCA.

Tabela 10 – Resumo de Ineficiências e Respetivas Medidas de Melhoria Implementadas e a Implementar.

Problema	Causa	Medida de Melhoria	Status	Poupança Estimada (€/Ano)
Material não conforme	-	Reforçar preenchimento da ficha Informar Qualidade	Fechado	-
Riscos na cabine	Falta de Proteções	Alocar proteções ao posto	Em Curso	3375,00€
Riscos e mossas	Falhas dos colaboradores	Preenchimento de uma ficha de identificação de erros	Em Curso	-
Irregularidades na pintura Limalhas enferrujadas	Falhas dos colaboradores	Registar as ineficiências e reunir com chefes de linha	Em Curso	-
Pintura danificada da tampa traseira	Contacto entre a estrutura e a tampa traseira após a pintura	Colocação de um batente	Fechado	3375,00€
Danificação dos estribos	Má colocação da fita de isolamento	Criação de um mecanismo de proteção	Em Curso	2250,00€
Falhas de tinta na frente do Cobus	Má execução do processo de pintura Falta de componentes	Pintura das peças previamente à sua montagem	Fechado	1125,00€
Falha de tinta na estrutura do Cobus	Falta de empilhador	Colocação de um cavalete com rodas	Em Curso	562,50 €
Pintura das peças soltas danificadas	Falta de isolamento Falhas de tinta Falhas de colaboradores	Alocar um colaborador à fase de retificação e limpeza para retificação destas peças	Fechado	1125,00€
Tinta nas borrachas	Fita de isolamento não eficaz	Colocação de uma fita alternativa	Fechado	-
Isolamento dos varões	Fita de difícil remoção	Substituir fita por proteção em napa	Em Curso	1687,50€

É necessário ter em conta que os problemas “Material não conforme” e “Tinta nas borrachas” apenas se encontram com o *status* “fechado” devido ao facto das diversas propostas de melhoria implementadas terem obtido resultado negativo. Desta forma, não foi possível a implementação de nenhuma melhoria nestes problemas.

Relativamente ao problema “Falhas de tinta na frente do Cobus”, a pintura prévia à montagem dos componentes da frente do autocarro passou a fazer parte do roteiro destas peças, como explicado anteriormente.

Em relação ao problema “Pintura das peças soltas danificadas”, o colaborador ficou alocado ao posto de retificação e limpeza, de forma a retificar todas as peças soltas dos diversos autocarros.

Na tabela 10 apenas estão apresentados os resultados obtidos das ineficiências descritas anteriormente, uma vez que os restantes erros observados se encontram descritos no Anexo 2. De seguida é feita uma análise de resultados obtidos tendo em consideração a totalidade de medidas de melhoria implementadas.

Através da tabela 11 é possível uma análise quantitativa e resumida dos problemas identificados, ações de melhoria propostas, ações implementadas, ações descartadas, ações por implementar, poupança total obtida por ano e poupança total a obter por ano. Os valores apresentados na mesma têm em consideração as ineficiências associadas à retificação e limpeza, 2ª fase de pintura e etapa de certificação final.

Tabela 11 - Análise Quantitativa dos Resultados Obtidos.

Nº de Problemas Identificados	Número de Ações de Melhoria Propostas	Número de Ações Implementadas	Número de Ações Descartadas	Número de Ações por Implementar/ Validar	Poupança Obtida (€/Ano)	Poupança a Obter (€/Ano)
27	31	13	6	12	22 331,25	13 500,00

No Anexo 7, encontra-se a mesma tabela mais detalhada, sendo possível identificar quais os problemas existentes, respetivas causas e medidas de melhoria implementadas ou a implementar, tempo de tarefa reduzido, *status*, poupança estimada por ano e propostas de melhoria descartadas.

É importante referir que quer na tabela 11, quer no Anexo 7, apenas estão contabilizados e evidenciados os valores referentes aos minutos reduzidos e poupança estimada das medidas de melhoria que se basearam na alteração no processo. Para além disto, não estão apresentados os valores referentes a erros associados aos fornecedores.

Posteriormente, na análise de resultados, é feito um estudo dos valores obtidos tendo por base os resultados apresentados no Anexo 7.

4.6 Análise de Resultados

Este ponto foca-se na apresentação e análise dos resultados obtidos, através da aplicação dos conceitos referidos ao longo do projeto. Neste vão ser apresentados valores reais, assim como valores estimados das medidas de melhoria que se encontram em curso.

No cálculo efetuado apenas se encontram as melhorias que dependiam de alterações físicas do processo de trabalho, uma vez que as medidas relacionadas com a alteração do *mindset* dos colaboradores constituem um processo bastante longo e complexo. Por esta razão não estão incluídas as medidas implementadas com vista à remoção de escorridos, lixo, riscos espontâneos, entre outros.

Para além disto, não foi contabilizado o valor despendido em corrigir produtos não conformes provenientes do fornecedor. Isto deve-se ao facto de terem sido tomadas medidas para solucionar esta situação, no entanto não ter sido obtido qualquer resultado durante o período do projeto. Por esta razão não é possível estimar um resultado positivo proveniente das ações realizadas.

Assim, tendo em conta as restrições referidas anteriormente, foi possível reduzir um total de 387 minutos na 2ª fase de pintura, o equivalente a 6 horas e 27 minutos, e obter um ganho anual de 21 768,75€. Para além disto, retirou-se um colaborador desta etapa, pelo que se obteve na totalidade um ganho anual de 30 658,75 €. O cálculo deste valor teve por base a quantidade anual produzida do modelo do Cobus referente a cada peça. Neste foi utilizado como referência o valor do salário mínimo geral anual nacional.

Uma vez que os resultados obtidos não correspondem aos esperados (redução de 50 horas na 2ª fase da pintura), é necessário fazer uma análise da razão pela qual o objetivo não foi cumprido.

Isto deve-se ao facto de o intervalo de tempo entre as diferentes etapas de pintura ser bastante longo, sendo possível demorar dias ou até mesmo semanas entre as diferentes fases e etapas.

Para além disso, definiu-se uma amostra de 5 autocarros para verificar a viabilidade das alterações efetuadas. Desta forma é implementada a medida de melhoria em apenas 1 autocarro e, caso o resultado seja positivo, é realizado o mesmo processo nos autocarros seguintes. No entanto a medida apenas é validada se o resultado obtido for positivo em 5 autocarros seguidos, sendo o tempo de validação mínimo igual a uma semana.

Após a alteração de diversos processos na fase de retificação e limpeza, observou-se uma redução de 39 minutos. Isto, juntamente com a diminuição da cadência de 8 autocarros para 6,

possibilitou um ganho total de aproximadamente 2 horas e 19 min. Após a conversão, este valor é o equivalente a um ganho anual de 1 631,25€. Devido à redução do tempo de duração das tarefas realizadas na etapa de retificação e limpeza (1ª fase), é possível alocar a realização de certas tarefas de retrabalho da 2ª fase, nesta etapa da primeira fase.

Devido à redução do período presencial do projeto, ficaram em curso a implementação e validação de diversas medidas propostas, pelo que apenas foi possível estimar os resultados obtidos da implementação das mesmas.

Desta forma, obteve-se uma estimativa dos resultados das melhorias em curso e obteve-se uma redução de 5 horas e 10 minutos na 2ª fase de pintura, assim como um valor anual de 11 250,50€.

Através desta redução, e tendo em conta a redução referida anteriormente de 6 horas, tornar-se-ia possível retirar 1 colaborador alocado à 2ª fase.

O mesmo processo foi executado para a etapa de retificação e limpeza, pelo que foi possível estimar uma redução no valor de 45 minutos, sendo o equivalente a 1 968,75€ anuais.

Esta estimativa foi obtida tendo como referência os valores evidenciados no Anexo 2, assim como aqueles referidos ao longo do relatório.

Para o cálculo dos valores reais associados à redução do tempo da 2ª fase, foram utilizados os valores das medidas cujo *status* se encontra “fechado”. Para além disto, foi utilizado o valor referente à medida “Repintura da Frente do Autocarro”, uma vez que esta tarefa passou a ser executada na fase de retificação e limpeza apesar de ainda não se encontrar finalizada. Quanto aos valores estimados associados a esta fase, foi utilizado o tempo reduzido através de medidas que iriam eliminar as ineficiências da 2ª fase, ou das ineficiências que passariam a ser realizadas na fase de retificação e limpeza.

O processo do cálculo do tempo real reduzido na etapa de retificação e limpeza, foi executado tendo por base os valores associados às medidas que se encontravam validadas e finalizadas nesta fase. Quanto ao valor reduzido estimado, este foi calculado tendo em conta as medidas que ainda se encontram em curso e cuja implementação e validação iriam eliminar/reduzir tempo na execução da retificação e limpeza.

5. Conclusão

Neste último capítulo serão expostas as principais conclusões do presente projeto, comparando-se os objetivos inicialmente delineados com os resultados atingidos na implementação das propostas de melhoria. Adicionalmente, estão descritas as limitações sentidas ao longo da realização do projeto e, posteriormente, sugerem-se alguns trabalhos futuros a executar de modo a alcançar os objetivos desejados.

5.1 Críticas aos Resultados Obtidos

Apesar do objetivo principal não ter sido cumprido, é necessário ter em consideração os resultados positivos obtidos através das medidas implementadas de modo a avaliar a execução e êxito deste projeto.

Através da elaboração deste projeto, foi possível aprofundar numa vertente mais prática os conhecimentos obtidos previamente em *Lean* e melhoria contínua. Desta forma, foi possível perceber que a colaboração e integração dos colaboradores em todo o processo de implementação tem um grande impacto na obtenção de um resultado positivo.

É ainda importante referir que a implementação das medidas propostas não foi um processo imediato, tendo os resultados sido alcançados de forma progressiva.

Um dos principais entraves inicialmente encontrado no desenvolvimento do projeto, foi a falta de motivação por parte dos colaboradores. Isto deve-se ao facto de estes reportarem recorrentemente as mesmas ineficiências, no entanto a situação permanecer inalterada. Para além disto, os colaboradores consideravam que a sua influência no processo não era relevante, uma vez que as tarefas executadas por estes não acrescentavam qualquer valor ao produto.

Apesar de existir uma cultura de melhoria contínua na empresa, esta está infundida maioritariamente nos colaboradores dos escritórios. Por esta razão é necessário promovê-la de modo a torná-la parte da mentalidade de todos os colaboradores.

Após a observação das diferentes etapas da pintura e comunicação com os colaboradores, estes tornaram-se mais abertos à partilha de informação e sugestões de melhoria. Para além disto, após a implementação de uma medida com sucesso, era mostrada a apreciação pelo trabalho bem executado e era realizada uma pequena formação com os integrantes do processo.

Este é um método crucial que deverá permanecer na empresa, sendo necessário incluir os operários nas decisões tomadas no seu local de trabalho, criando um sentimento de inclusão na empresa. Para além disto, é necessário frisar a importância de enaltecer os colaboradores pelo trabalho executado, assim como a importância de realizar formações aquando da implementação de uma nova medida que irá alterar os seus processos de trabalho.

De facto, a principal dificuldade encontrada consistiu na sensibilização dos colaboradores para a correta execução das tarefas. Devido à existência de várias fases de retificação da pintura, nas etapas de montagem, os colaboradores não tinham os devidos cuidados para evitar/eliminar a ocorrência de erros como riscos/ mossas, limalhas, entre outros. Quanto às etapas de pintura, o facto de existirem fases seguintes de retificação, levava à má execução destes processos, resultando em falhas/excesso de tinta nos componentes, escorridos, entre outros.

5.2 Trabalhos Futuros

A metodologia *Lean* é contínua, pelo que é sempre possível fazer mais e melhor. Desta forma, os problemas referidos neste projeto, assim como as respetivas propostas de melhoria identificadas e implementadas, apenas correspondem a uma parte das medidas que poderiam ter sido executadas para eliminar desperdício e aumentar a qualidade do produto.

Os passos seguintes, após finalização deste projeto passam por implementar as medidas que ainda se encontram em curso, assim como monitorizar as restantes que se encontram numa fase inicial de implementação. Assim, será possível garantir a correta execução das mesmas e elevar o potencial de obtenção de um resultado positivo através da implementação das mesmas.

É importante referir que, durante a implementação de novas medidas, é essencial a sensibilização e instrução dos colaboradores pois apenas assim é possível garantir, a longo prazo, as vantagens alcançadas através das mesmas.

Ao longo deste projeto foi possível constatar que a motivação dos colaboradores é crucial na eliminação e prevenção de ineficiências, pelo que é necessário a empresa apostar na formação e motivação dos mesmos. Desta forma os colaboradores serão capazes de desempenhar todas as tarefas definidas, assim como ficarão focados na boa execução das mesmas.

Após a conclusão deste projeto, um passo seguinte seria alargar as medidas implementadas a outros modelos de autocarro. Numa primeira fase, seria aplicado o processo de observação e análise das ineficiências existentes nos diferentes autocarros, assim como o levantamento do tempo das respetivas tarefas de correção realizadas pelos colaboradores. Nestes podem existir problemas semelhantes aos identificados no modelo Cobus, o que simplificava a proposta de melhorias. No entanto, seria expectável a existência de diferentes ineficiências associadas aos diferentes modelos de autocarro, sendo necessário a ponderação e monitorização de novas medidas de melhoria.

Conclui-se que, após a implementação deste processo, seria possível a obtenção de resultados semelhantes ao do Cobus, ou até mesmo melhores. Assim, seria possível a eliminação de desperdícios no processo, assim como uma produção mais eficiente e um produto de melhor qualidade.

Bibliografia

- Acharya, V., Sharma, S. K., & Kumar Gupta, S. (2018). Analyzing the factors in industrial automation using analytic hierarchy process. *Computers and Electrical Engineering*, 71, 877–886. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.08.015>
- Adam, A., Abdalrazig Sati, S., & Ibrahim Adam, A. (2019). Evaluating the effectiveness of 5S implementation in the industrial sector The role of visual merchandising on customer impulse buying behavior: A Study with Special Reference to retail stores in Sudan View project Improving the Overall Equipment Effectiv. In *International Journal of Innovative Science and Research Technology* (Vol. 4). Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/336937404>
- Baumgarten, S., Kahmann, H., Röske, D., Das Et Al -Anthony, S., Hickey, J., Giovagnoli, S., & Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>
- Bell Da Silva, A., & Alves, V. C. (2013). *CONCEITOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO EM UMA FÁBRICA DE CALÇADOS PARA REDUÇÃO DE PERDAS: UM ESTUDO DE CASO*.
- Bessant, J., Caffyn, S., & Gallagher, M. (2001). An evolutionary model of continuous improvement behaviour. In *Technovation* (Vol. 21). Retrieved from www.elsevier.com/locate/technovation
- Bilsel, R. U., & Lin, D. K. J.(2012). Quality Technology & Quantitative Management Ishikawa Cause and Effect Diagrams Using Capture Recapture Techniques Q QT TQ QM M Ishikawa Cause and Effect Diagrams Using Capture Recapture Techniques. *Quality Technology & Quantitative Management*, 9(2), 137–152. <https://doi.org/10.1080/16843703.2012.11673282>
- Bititci, U., Cocca, P., & Ates, A. (2015). *International Journal of Production Research Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations Impact of visual performance management systems on the performance management practices of organisations*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1005770>
- CaetanoBus | Fabrico de Carroçarias e Autocarros. (2020). Retrieved January 24, 2020, from <https://caetanobus.pt/pt/>
- Cláudio, J., Soares, F., Dinis, S., & Sousa, T. D. E. (2016). *Gestão dos custos da qualidade em apoio*

a tomada de decisão.

- Dawood, L., Hassan, Z., Dawood, L. M., & Abdullah, H. (2019). WASTE MANAGEMENT OF AN INDUSTRIAL PRODUCT USING LEAN MANUFACTURING. *Educational Research International*, 8(3). Retrieved from www.erint.savap.org.pk
- Dinis-Carvalho, J., Moreira, F., Bragança, S., Costa, E., Alves, A., & Sousa, R. (2015). Waste identification diagrams. *Production Planning and Control*, 26(3), 235–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2014.891059>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Erlandson, R. F., Noblett, M. J., & Phelps, J. A. (1998). Impact of a poka-yoke device on job performance of individuals with cognitive impairments. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 6(3), 269–276. <https://doi.org/10.1109/86.712222>
- Erlandson, Robert F, & Sant, D. (2010). *Assistive Technology Poka-Yoke Process Controller: Designed for Individuals with Cognitive Impairments*. <https://doi.org/10.1080/10400435.1998.10131968>
- Fillingham, D. (2007). *Can lean save lives?* <https://doi.org/10.1108/17511870710829346>
- Girardi Tegner, M., Nascimento de Lima, P., Veit, D. R., & Corcini Neto, S. L. H. (2016). Lean office e BPM: proposição e aplicação de método para a redução de desperdícios em áreas administrativas. *Revista Produção Online*, 16(3), 1007. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v16i3.2308>
- Grupo Salvador Caetano. (2020). Retrieved from <http://www.gruposalvadorcaetano.pt/>
- Hassan, M. K. (2013). Applying Lean Six Sigma for Waste Reduction in a Manufacturing Environment. *American Journal of Industrial Engineering*, 1(2), 28–35. <https://doi.org/10.12691/AJIE-1-2-4>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>

- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* - Jeffrey K. Liker - Google Livros.
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35, 522–531. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)00065-4)
- Ning, J. F., Chen, Z., & Liu, G. (2010). PDCA process application in the continuous improvement of software quality. *2010 International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering, CMCE 2010*, 1, 61–65. <https://doi.org/10.1109/CMCE.2010.5609635>
- Prashar, A. (2017). Adopting PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle for energy optimization in energy-intensive SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 145, 277–293. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.068>
- Rahimi, F., Møller, C., & Hvam, L. (2016). *Succeeding in process standardization Explaining the fit with international management strategy*. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-12-2015-0180>
- Ramezani, A., & Razmeh, A. P. (2016). *Abstract*. (July).
- Retamozo-Falcon, G., Silva, J., & Mauricio, D. (2019). Model for the improvement of processes using Lean techniques and BPM in SMEs. *Proceedings of the 2019 IEEE 26th International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2019*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2019.8853806>
- Rewers, P., Trojanowska, J., Chabowski, P., & Żywicki, K. (2016). Impact of Kaizen Solutions on Production Efficiency. *Modern Management Review*, (March 2018). <https://doi.org/10.7862/rz.2016.mmr.53>
- Rizkya, I., Hidayati, N., Sari, R. M., & Tarigan, U. (2019). Evaluation of the Leading Work Culture 5S in Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 648(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/648/1/012003>
- Schäfermeyer, M., Rosenkranz, & C., Holten, R. (2012). *The Impact of Business Process Complexity on Business Process Standardization An Empirical Study The Authors*. <https://doi.org/10.1007/s12599-012-0224-6>
- Sukdeo, N. (2017). *The application of 6S methodology as a lean improvement tool in an ink manufacturing company*. 1666–1671.

- Sunder, T. S. ; M. R. ; G. E. ; I. H. ; M. W. ; C. (2008). *Multi-domain model-driven design of Industrial Automation and Control Systems*. 1067–1071. <https://doi.org/10.1109/ETFA.2008.4638526>
- Tavares, S. R. S. (1991). *Modernização Industrial em Indústria de Mão-de-obra*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0103-65131991000100003>
- Verde, G. La, Roca, V., & Pugliese, M. (2019). *Quality assurance in planning a radon measurement survey using PDCA cycle approach: what improvements?*
<https://doi.org/10.1051/ijmqe/2019004>
- Wüllenweber, K., Beimborn, D., Weitzel, T., & König, W. (2008). *The impact of process standardization on business process outsourcing success*. <https://doi.org/10.1007/s10796-008-9063-x>

ANEXOS

Anexo 1 – Tarefas que Acrescentam Valor na Certificação Final e 2ª Fase

▪ Colocação de vinil

A colocação de vinil é efetuada por uma empresa subcontratada sendo efetuada após a pintura do autocarro, sendo que esta tarefa tanto pode ser realizada na 2ª fase de pintura como na fase de certificação final. Para a boa execução do processo, a zona do autocarro onde este vai ser colocado tem de ser limpa previamente. Por esta razão, a colocação do vinil é, tipicamente, realizada na certificação final.

Na figura 54 encontram-se identificadas algumas das zonas de colocação de vinil.

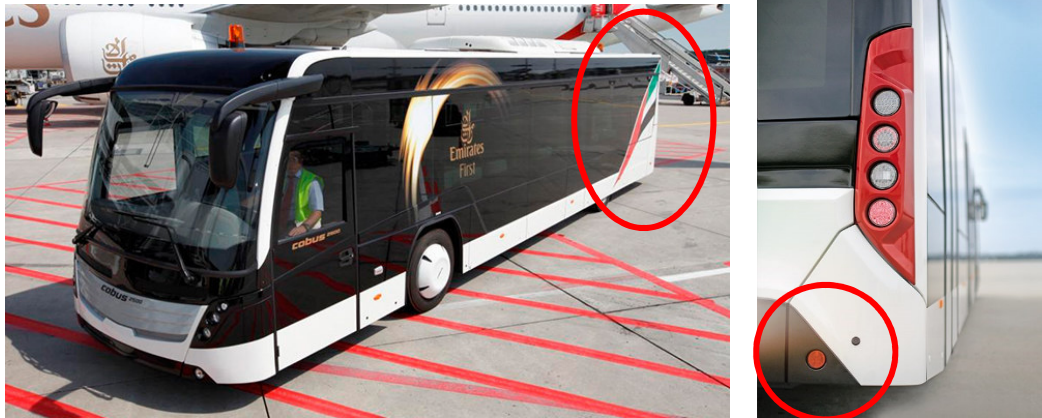


Figura 54 - Zonas com Vinil.

▪ Retificação das Sancas

O processo de selagem das borrachas é realizado nos acabamentos, após a 1ª fase de pintura. Durante a sua execução a cola não fica devidamente alinhada, pelo que é realizada uma tarefa de retoque na fase posterior (Figura 55), na certificação final. Desta forma o produto é entregue ao cliente com um melhor acabamento.



Figura 55 - Retificação das Sancas.

- **Limpeza Interior e Exterior**

A limpeza do autocarro é uma tarefa imprescindível na certificação final. Sendo esta a última etapa da produção do autocarro, é essencial para garantir que, desta forma, o produto fica com boa apresentação e pronto para ser entregue ao cliente.

- **Retificação da Selagem – Frente**

Na zona da frente do autocarro é executado um processo de selagem do vidro, sendo este realizado após a 1ª fase de pintura, nos acabamentos. Tal como acontece no processo de selagem das borrachas, durante este processo de selagem do vidro, não é possível fazer um alinhamento perfeito da cola (Figura 56). Por esta razão, é efetuado uma retificação de preto na frente do autocarro, de modo a que o produto seja entregue com um melhor acabamento. Este processo de retificação apenas pode ser realizado numa 2ª fase de pintura, ou na fase de certificação final.



Figura 56 - Cola na Frente do Autocarro.

▪ Estribos Portas Laterais

Após análise do processo de 2ª fase de pintura, foi possível observar a realização de uma tarefa de substituição da proteção dos estribos da porta (Figura 57) por fita de isolamento (Figura 58).



Figura 57 - Proteção dos Estribos.



Figura 58 - Fita nos Estribos.

Numa primeira fase esta foi considerada uma possível atividade de retrabalho, pelo que foi necessário reunir com os colaboradores responsáveis pela linha de pintura Cobus. Após comunicação com os mesmos, chegou-se à conclusão de que a proteção inicialmente utilizada era vantajosa, uma vez que evitava a ocorrência de mossas. A zona das portas laterais evidenciada é bastante frágil e propícia à ocorrência de estragos durante a fase dos acabamentos, pelo que é essencial a sua proteção.

No entanto, esta proteção liberta substâncias que dificultam a limpeza do autocarro, pelo que a mesma é removida e substituída por fita na 2ª fase de pintura. Por esta razão, é uma tarefa que acrescenta valor ao processo, uma vez que facilita e acelera a limpeza do autocarro na etapa de certificação final.

- **Parafuso Portas Frente**

Numa fase posterior à 2ª fase de pintura é realizada a pintura do parafuso da porta da frente do autocarro. No entanto, na fase dos acabamentos é efetuada a montagem de uma peça com encaixe neste parafuso (Figura 59).



Figura 59 - Peça com Encaixe no Parafuso.

Inicialmente ponderou-se a colocação desta nas estruturas, anteriormente à 1ª fase de pintura, de modo a eliminar a necessidade de uma 2ª fase de pintura. Esta medida de melhoria não era possível, uma vez que este componente implicaria com o processo de pintura. Posteriormente, considerou-se encomendar esta peça em preto do fornecedor, no entanto o valor acrescentado não era compensatório.

Por esta razão é necessária a pintura deste componente numa 2ª fase de pintura, de modo a dar um melhor acabamento ao produto.

Anexo 2 – Medidas de Melhoria

Neste anexo são apresentadas medidas de melhoria referentes a diferentes etapas do processo de produção, de forma a eliminar a execução de tarefas de retrabalho e a reduzir o número de horas de trabalho na 2ª fase de pintura. É importante referir que as medidas cujo *status* se encontra “em curso” não foram, até ao momento, validadas ou implementadas, pelo que os resultados obtidos das mesmas são apenas uma previsão.

PINTURA

- **Acabamento Chapa dos Pedais**

A chapa dos pedais (Figura 60) é aplicada nas estruturas sem qualquer tratamento, pelo que é necessário a pintura da mesma numa fase posterior. No entanto, devido à falta de tempo para retificação desta peça na etapa de retificação e limpeza (1ª fase), apenas é possível o acabamento de pintura deste componente na 2ª fase de pintura.



Figura 60 - Chapa dos Pedais sem Tinta.

A solução passou por aplicar um tapete na chapa dos pedais anteriormente à sua montagem, eliminando a necessidade de pintura (Figura 61).



Figura 61 - Chapa dos Pedais com Tapete.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 12.

Tabela 12 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Tapete na Chapa dos Pedais.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 10 minutos	281,25€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 5 minutos	

▪ Isolamento do Depósito

O depósito da gasolina é isolado apenas com papel e fita na 1ª Fase de Pintura, permitindo a infiltração de tinta preta ou tinta ft 90 durante os restantes processos de pintura (Figura 62). Por esta razão, a peça é, muitas vezes, danificada, sendo necessária a sua correção.

Após a saída da etapa de retificação e limpeza, o autocarro percorre 5 etapas nos acabamentos para posteriormente entrar na 2ª fase de pintura. As etapas de montagem têm uma duração de 5 dias aos quais é acrescentado o tempo de espera para entrada na 2ª fase de pintura de 3 dias, resultando num total de 8 dias úteis. O facto de a retificação desta peça ser apenas efetuada na 2ª fase dificulta bastante o processo de correção, uma vez que, com o passar do tempo, a tinta

preta/tinta ft 90 torna-se mais difícil de retirar sendo que os colaboradores são obrigados a lixar a peça e a pintá-la com spray.



Figura 62 - Isolamento do Depósito do Gasóleo com Fita.

A medida de correção inicial passou por alocar a tarefa de correção da 2ª fase de pintura para a fase de retificação e limpeza (1ª fase), uma vez que a sua correção nesta fase se baseava na limpeza da peça com diluente tendo uma duração máxima de 2 min. Posteriormente idealizou-se a colocação de um saco plástico no depósito em substituição do papel e, assim, elimina-se a necessidade de limpeza ou pintura do mesmo (Figura 63).



Figura 63 - Isolamento do Depósito do Gasóleo com Plástico.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 13.

Tabela 13 - Avaliação do(s) KPI da Colocação de Plástico no Depósito do Gasóleo.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 10 minutos	562,50€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

▪ **Organização e Proteção das Tampas**

As tampas da frente e os porta-faróis dos autocarros são previamente pintados numa estufa e, de seguida, são armazenados num suporte existente no posto de pintura, destinado à etapa de retificação e limpeza (Figura 64). Estes são pintados faseadamente, pelo que as peças existentes neste suporte podem não estar finalizadas. Após a conclusão da etapa de retificação e limpeza, a tampa e os porta-faróis correspondentes ao autocarro são retirados do suporte e colocados dentro do mesmo para serem montados na fase dos acabamentos.

Neste posto são realizadas tarefas de limpeza e pintura, o que pode levar à danificação das peças, uma vez que estas são colocadas no suporte sem qualquer proteção. Por esta razão, são realizadas tarefas de correção das peças danificadas na 2ª fase de pintura. Para além disto, as peças são colocadas aleatoriamente no suporte e sem registo do número de autocarro correspondente a cada uma. Isto dificulta bastante o seu processo de identificação, uma vez que o número do autocarro correspondente às mesmas se encontra na parte interior das peças, não sendo visível após a sua colocação no suporte. Assim, o colaborador é obrigado a retirar a peça do suporte para a conseguir identificar, sendo um processo pouco fiável e demorado.



Figura 64 - Suporte de Armazenamento das Tampas e Porta-Faróis.

De modo a solucionar o problema da fácil identificação das peças, foi indicado que, após a colocação da peça no suporte, os colaboradores teriam de colocar uma fita com o número do autocarro correspondente identificado na parte visível da mesma (Figura 65).



Figura 65 - Identificação das Peças.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 14.

Tabela 14 - Avaliação do(s) KPI da Identificação das Peças no Suporte.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Tempo tarefa = 7 minutos.	393,75€
Depois	Tempo tarefa = 0 minutos	

De modo a solucionar o problema da danificação das peças, idealizou-se numa fase seguinte a colocação de uma proteção que englobasse todo o suporte e com o sistema de funcionamento de uma cortina. Desta forma a proteção seria de fácil e de rápida aplicação e cumpriria o propósito de proteção contra o nevoeiro da tinta.

Após a implementação desta medida, e caso o resultado obtido fosse positivo, seriam observados os valores evidenciados na tabela 15.

Tabela 15 - Avaliação do(s) KPI da Proteção contra Nevoeiros do Suporte.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Em Curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Correção na 2ª Fase Tempo tarefa = 10 minutos	562,50€
Depois	Sem Necessidade de Correção na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

- **Falha de Tinta na Tampa Traseira**

Na fase de remate é feito um alinhamento de preto na tampa traseira, através da utilização de fita para delinear a pintura e de seguida a utilização da pistola para pintura da tampa.

Na retificação e limpeza, durante o processo de remoção do isolamento, não é possível retirar a totalidade da fita utilizada para fazer o delineamento, permanecendo pequenas partes da mesma na tampa (Figura 66). Estes resíduos da fita só se conseguem retirar com o auxílio de uma faca, podendo danificar a pintura que irá ser corrigida na fase de certificação final. Este problema surge

devido ao facto de a fita ser retirada bastante tempo após a sua colocação, resultando na secagem da cola e consequente dificuldade de remoção.



Figura 66 - Resíduos de Fita na Tampa Traseira.

Após comunicar o problema aos responsáveis, ficou estabelecida a remoção da fita de delineamento imediatamente após a finalização do processo de pintura. Desta forma a fita é de fácil e rápida remoção, eliminando o problema em questão.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 16.

Tabela 16 - Avaliação do(s) KPI da Remoção da Fita Após Pintura.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na Certificação Final Tempo tarefa = 10 minutos	562,50€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na Certificação Final Tempo tarefa = 0 minutos	

MONTAGEM

▪ Pintura Danificada Chapa Coluna de Direção

Após a montagem da chapa da coluna de direção é necessário fazer uma furação na peça, no entanto o espaço para realizar esta tarefa é bastante reduzido. Este fator leva ao difícil manuseamento da ferramenta utilizada, o que leva à ocorrência de riscos na peça. Por esta razão a pintura fica danificada, sendo necessário a repintura da mesma (Figura 67).

Para além disto, esta é diversas vezes entregue no posto já danificada devido ao transporte, quer por parte do fornecedor quer internamente.



Figura 67 - Chapa da Coluna de Direção Riscada.

A medida de correção passa por entregar a peça com a furação já efetuada, não sendo necessário efetuar qualquer tipo de furação e assim impedindo a ocorrência de riscos. Assim, foi registada a dimensão e localização do furo e enviada a proposta de melhoria para aprovação.

Para além disto, ficou acordado com o chefe de equipa deste posto a comunicação com a Qualidade aquando da receção de peças não conformes. Assim, um responsável da Qualidade deslocar-se-ia a este posto, de modo a analisar as peças não conformes e, posteriormente, procurar resolver este problema quer a nível interno, quer a nível dos fornecedores.

De modo a evitar a ocorrência de riscos durante o processo de transporte interno ponderou-se, numa fase seguinte, a criação de um saco em napa onde o produto seria colocado anteriormente ao seu transporte, sendo depois devolvido o saco em napa ao armazém após a entrega desse componente ao posto. Desta forma a peça permaneceria protegida e eliminar-se-ia a possibilidade de ocorrência de riscos.

Para realizar a furação da peça previamente à sua montagem, é necessário a validação por parte de um outro departamento. Esta proposta de melhoria encontra-se, até ao momento, em análise, pelo que não foram implementadas as restantes medidas de melhoria. Assim, os resultados observados após validação da proposta de melhoria seriam os descritos na tabela 17.

Tabela 17 - Avaliação do(s) KPI da Furação da Peça Previamente à Montagem e Utilização da Proteção em Napa.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Em Curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 10 minutos	562,50€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

FORNECEDOR

- **Danificação da Pintura da Porta da Frente – Selagem**

Durante a observação da 2ª fase de pintura foi possível identificar que existia um problema nas portas da frente do autocarro, visto que a sua pintura, nesta zona, se encontrava constantemente danificada. Por esta razão era necessário a pintura do interior da porta na 2ª fase de pintura, sendo este um processo bastante demorado. Após reunir com os responsáveis pela sua montagem e pela pintura percebeu-se que a selagem das mesmas era má executada, uma vez que, durante o processo de secagem na estufa, desenvolviam-se bolhas devido à cola utilizada e era necessário lixar a porta após a sua pintura (Figura 68).



Figura 68 - Pintura da Porta Danificada.

De modo a solucionar este problema foram identificados os autocarros onde o mesmo surgiu, assim como o tempo despendido pelos colaboradores para o solucionar. Numa fase seguinte os resultados seriam enviados ao fornecedor de modo a este analisar uma solução para a resolução desta situação.

Esta medida de melhoria não chegou a ser finalizada, pelo que apenas foi possível estimar os resultados obtidos que se encontram na tabela 18.

Tabela 18 - Avaliação do(s) KPI da Retificação das Colas da Porta da Frente.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Em Curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 90 minutos	5062,50€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

FASE DE RETIFICAÇÃO E LIMPEZA

- **Remoção de Etiquetas**

Durante o processo de observação dos processos de pintura observou-se a existência recorrente de etiquetas em determinadas peças. As etiquetas são colocadas no armazém, na parte exterior da peça, pelo que é necessário retirar as mesmas após a sua montagem e anteriormente à

sua pintura na fase de remate. Diversas vezes as etiquetas não são retiradas e as peças são, mesmo assim, pintadas de preto (Figura 69). Por esta razão, na fase de retificação e limpeza a etiqueta é retirada, ficando uma falha de tinta nesse local e obrigando à repintura da peça.



Figura 69 - Etiqueta nas Peças.

Para além disto, a peça fica com um mau acabamento sendo possível observar a marca da etiqueta após a sua repintura.

Após comunicação com o responsável do processo de colocação de etiquetas, estas passaram a ser colocadas no interior da peça. Desta forma, as etiquetas não são visíveis, eliminando a necessidade de retirar as mesmas e eliminando a repintura das peças.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 19.

Tabela 19 - Avaliação do(s) KPI da Remoção das Etiquetas.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 7 minutos	393,75€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

TAREFAS ALOCADAS DA 2ª FASE DE PINTURA PARA A FASE DE RETIFICAÇÃO E LIMPEZA

▪ Pintura Danificada Suporte Porta-Faróis

Este componente é montado nas estruturas, anteriormente à pintura, e encontra-se na estrutura frontal do autocarro. Na 1ª fase de pintura, na etapa do remate, são realizadas tarefas de pintura na zona da frente interior do autocarro, pelo que é necessário isolar esta peça (Figura 70). No entanto, existem sempre falhas e esta fica danificada com tinta preta sendo necessário limpar com diluente numa fase posterior.

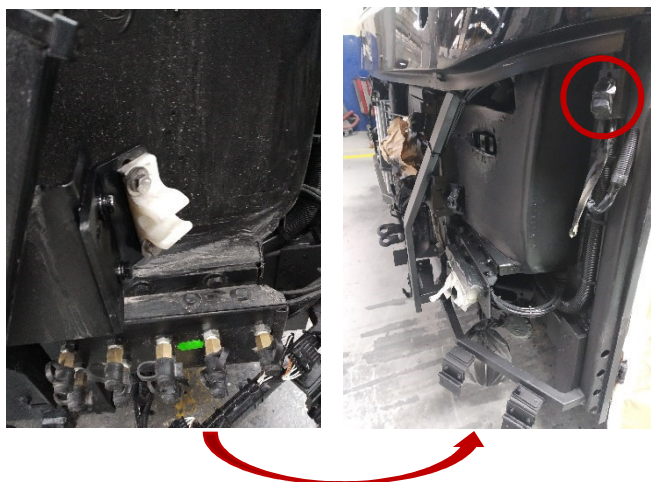


Figura 70 - Suporte de Encaixe dos Porta-Faróis Isolado.

Inicialmente o processo de limpeza deste componente era apenas realizado na 2ª fase, no entanto visto este ser um processo de correção bastante simples e de menor duração quando realizado na etapa de retificação e limpeza, passou a ser uma tarefa da responsabilidade dos colaboradores desta etapa. Através da implementação da alteração “Repintura da Frente do Autocarro” referida anteriormente, não há a necessidade de pintura desta zona, pelo que o problema é eliminado.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 20.

Tabela 20 - Avaliação do(s) KPI da Implementação da Limpeza do Suporte dos Porta-Faróis.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Limpeza na 2ª Fase Tempo tarefa = 8 minutos	450,00€
Depois	Sem Necessidade de Limpeza na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

▪ **Pintura Danificada Bermas da Porta da Frente**

Durante o processo de pintura do autocarro é necessário isolar a porta, no entanto a sua berma fica danificada (Figura 71). Isto acontece uma vez que existe pó durante a colocação da fita de isolamento e, sendo o processo de pintura feito à pistola, a fita levanta durante o mesmo e permite a infiltração de tinta. Por esta razão é necessário a retificação da porta, sendo este processo realizado na 2ª fase de pintura.



Figura 71 - Falha de Tinta na Berma da Porta.

O processo de correção passa pela pintura da berma da porta com um pincel e, sendo este um processo bastante simples e pouco demorado, passou a ser executado na fase de retificação e limpeza.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 21.

Tabela 21 - Avaliação do(s) KPI da Pintura da Berma das Portas na 1ª Fase.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 7 minutos	-
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

▪ **Falhas de Tinta no Interior Tampas Laterais**

Durante a fase de remate são realizadas tarefas de pintura no interior das tampas laterais do autocarro, no entanto ocorrem falhas recorrentes devido à má execução deste processo. Por esta razão é necessário a repintura destes componentes, sendo esta realizada na retificação e limpeza. No entanto existe uma má execução deste processo, pelo que é necessária uma nova retificação na 2ª fase de pintura (Figura 72).



Figura 72 - Falhas de Tinta nos Componentes no Interior das Tampas.

De modo a solucionar este problema, inicialmente foram identificados os componentes onde as falhas eram constantes. De seguida, informaram-se os colaboradores responsáveis pelo processo de retificação da pintura destes componentes, na etapa de retificação e limpeza, do problema

existente de modo a este ser corrigido. Este foi monitorizado diariamente e após a validação de diversos autocarros, foi possível concluir que os colaboradores estavam realmente a cumprir as indicações fornecidas. Sendo este um problema associado à etapa de remate, informaram-se igualmente os colaboradores desta etapa dos erros existentes. No entanto, através da monitorização dos autocarros, não foi possível validar este processo por parte dos colaboradores da etapa de remate, uma vez que estas falhas ainda ocorriam em diversos autocarros.

Contudo, o processo encontrava-se validado para a etapa de retificação e limpeza, pelo que não existia a necessidade de repintura dos componentes na 2ª fase de pintura.

Os resultados observados após as alterações efetuadas na tabela 22.

Tabela 22 - Avaliação do(s) KPI da Retificação da Pintura das Tampas Interiores.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 60 minutos	3375,00€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

- **Retificação do Suporte do Fecho**

Este componente encontra-se na estrutura frontal do autocarro e a sua montagem é realizada anteriormente ao processo de pintura. Por esta razão é necessário isolar a peça, de modo a não danificar a mesma durante a pintura da zona da frente interior do autocarro.

O processo de isolamento era frequentemente mal-executado, obrigando a retificação da peça na 2ª fase de pintura (Figura 73).



Figura 73 - Tinta no Suporte do Fecho.

A medida de correção passou por informar os colaboradores responsáveis pelo isolamento da peça do problema existente, de modo a prevenir a sua ocorrência. Através desta e da medida de correção “Repintura da Frente do Autocarro” foi possível diminuir a ocorrência deste erro (Figura 74). No entanto, ficou decidido que caso ocorresse esta falha, a situação seria resolvida na fase de retificação e limpeza.



Figura 74 - Suporte do Fecho Retificado.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 23.

Tabela 23 - Avaliação do(s) KPI da Retificação do Suporte do Fecho.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Limpeza na 2º Fase Tempo tarefa = 7 minutos	-
Depois	Sem Necessidade de Limpeza na 2º Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

▪ **Pintura dos Parafusos e Berma da Porta da Frente**

Nas portas da frente do autocarro existe um parafuso (Figura 75) que é pintado de preto de modo a dar ao produto um melhor acabamento. Este processo é realizado na retificação e limpeza, juntamente com a pintura da zona da frente interior do autocarro. Para a realização desta tarefa é necessário fazer o delineamento da berma com fita e de seguida a pintura da mesma, juntamente com o parafuso, através do uso da pistola. No entanto esta não é colocada corretamente, pelo que o processo fica mal-executado e torna-se necessário a repintura da berma na 2ª fase.



Figura 75 - Parafuso e Berma Após Pintura.

De modo a corrigir esta situação, inicialmente informou-se o responsável pela execução do processo, de modo a o consciencializar do problema. De seguida alocou-se esta tarefa à etapa de remate (anterior à retificação e limpeza), uma vez que esta era uma tarefa a realizar juntamente com a pintura da zona frontal do autocarro. No entanto, caso ocorresse este problema, a falha seria

corrigida na retificação e limpeza. Assim, é possível garantir a boa execução do processo de pintura, como é possível verificar através da figura 76.



Figura 76 - Parafuso e Berma Após Retificação.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 24.

Tabela 24 - Avaliação do(s) KPI da Retificação da Pintura do Parafuso e da Berma.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Fechado
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 10 minutos	562,50€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na 2ª Fase Tempo tarefa = 0 minutos	

- **Pintura das Jantes**

Na etapa da certificação final as jantes são limpas e pintadas de vermelho (Figura 77), no entanto este processo de pintura pode traduzir-se em retrabalho. Isto deve-se ao facto de ser realizado um teste de água ao autocarro nesta etapa, podendo danificar a pintura das jantes caso estas tenham sido pintadas recentemente. Esta situação obriga à repintura das mesmas, existindo um gasto adicional de tempo e recursos.



Figura 77 - Jantes Após Pintura.

Sendo esta uma tarefa bastante simples, é possível a sua execução na retificação e limpeza. Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 25.

Tabela 25 - Avaliação do(s) KPI da Pintura das Jantes na 1ª Fase

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Em curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na Certificação e Limpeza Tempo tarefa = 10 minutos	-
Depois	Sem Necessidade de Pintura na Certificação e Limpeza Tempo tarefa = 0 minutos	

▪ Pintura das Estrutura Traseira

Na parte lateral traseira do autocarro, é possível verificar a existência de uma falha na estrutura (Figura 78). Após comunicação com os responsáveis não foi possível perceber a razão pela qual esta existe, no entanto supõem-se que será devido a um erro nas cotas aquando da fabricação da estrutura.

Uma vez que este é apenas um problema visual, não implicando o mal funcionamento do produto, é feita uma retificação de preto na etapa da certificação final, pelo que a sua correção é uma tarefa essencial na finalização do autocarro.



Figura 78 - Falha na Estrutura.

Sendo esta uma tarefa bastante simples e de rápida execução, o retoque de preto (Figura 79) passa a ser realizado na 1ª fase de pintura, na retificação e limpeza.



Figura 79 - Falha na Estrutura Retificada.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 26.

Tabela 26 - Avaliação do(s) KPI da Pintura da Falha na Estrutura Traseira.

Definição do (s) KPI		Status
Aumento da Qualidade do produto Redução de Tempo/Trabalho		Em curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na Certificação e Limpeza Tempo tarefa = 10 minutos	-
Depois	Sem Necessidade de Pintura na Certificação e Limpeza Tempo tarefa = 0 minutos	

- **Limpeza dos Painéis do Salão**

Como é possível verificar pela figura 80, existe cola nos painéis do salão. Isto deve-se ao facto de, durante a colagem do tapete, existir um excesso de cola que não é retirado pelos colaboradores que executam a tarefa.

A correção deste erro apenas é realizada na fase de certificação final, o que dificulta bastante o processo uma vez que a cola já está seca e é de mais difícil remoção.



Figura 80 - Cola nos Painéis.

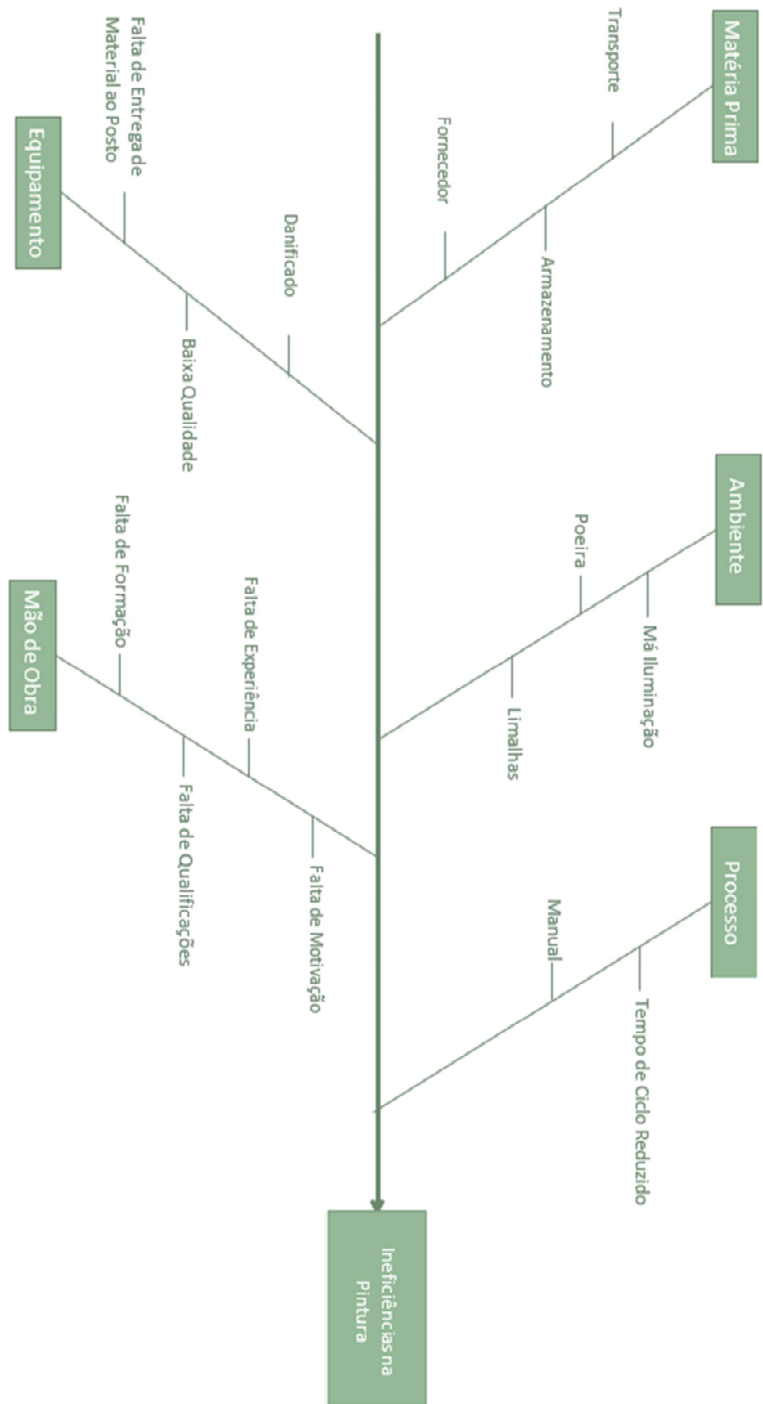
Após comunicação com os colaboradores relativamente ao problema existente, este passou a ser menos recorrente. Para além disto, a verificação da existência de cola e a sua limpeza passou a ser uma tarefa da responsabilidade dos colaboradores da fase de retificação e limpeza. Desta forma, é eliminada a necessidade de limpeza numa fase posterior.

Os resultados observados após as alterações efetuadas encontram-se na tabela 27.

Tabela 27 - Avaliação do(s) KPI da Limpeza das Colas no Salão na Montagem.

Definição do (s) KPI		Status
Redução de Tempo/Trabalho		Em curso
Verificação de Resultados		Poupança Estimada (€) /Ano
Antes	Necessidade de Pintura na Certificação e Limpeza Tempo tarefa = 120 minutos	4500,00€
Depois	Sem Necessidade de Pintura na Certificação e Limpeza Tempo tarefa = 40 minutos	

Anexo 3 – Diagrama de Ishikawa




Anexo 4 – Plataforma Excel para Cálculo da Poupança Estimada

		Modelo ou Periodicidade aplicável*			Unidades (auto)
		Cobus			270
*preencher células em branco/vazio com opção da lista					
Ganhos	Custo (p/unidade)	Redução de custo (material, subcontrato, aluguer)			Resultado
					0,00 €
	Tempo (min) (p/operação)**	Minutos reduzidos			450,00 €
		8,0			
	COV's (p/unidade)	Emissões reduzidas (gramas)			0
Nível Risco		Nível de Deficiência	Exposição	Consequência	
	Antes				
	Depois				
Área (m2)		m2	Zona		0,00 €
Investimento	Custo				0,00 €
	Tempo (min)				0,00 €

Benefícios	
Ganho (custos, tempo, niv. risco, COV's, m ² , etc)	
Tempo(min)	8 min
Ganho est. (I) / Ano	
Efetivo:	
	0,00 €
Potencial:	
	450,00 €
Total:	
	450,00 €

Anexo 5 – Instruções de Trabalho para Utilização das Napas


CAETANOBUS

Entrega de Meios de Apoio à Produção

DEP
Entrega de: Meios Auxiliares de Segurança
 Proteções
398-060-0002

AÇÃO: Proteção de peças com maior número de defeitos nas unidades COBUS

SECÇÃO/POSTO: 4003 → 4026 **DATA:** / JAN / 2019

NOME DO RECTOR(ES): PRODUÇÃO


COM ESTA AÇÃO PRETENDE-SE MELHORAR:	Parte de Trabalho	Segurança	O Ambiente	Qualidade do Produto	Produtividade	Satisfação do Cliente
				X	X	X

DESCRIÇÃO DA AÇÃO

Devido aos elevados custos de repintura e retrabalhos realizados em várias peças das unidades Cobus reforçou-se, no circuito definido em baixo, a quantidade de proteções de: Tablier; Atrás do Motorista e Guia; Aranha; Pavimento do salão; Volante (napa); Envolvente do Quadro.

Pretende-se que o Chefe de Equipa do posto de trabalho de **Aplicação**, com essa responsabilidade, **aplique as proteções e as mantenha** em todas as unidades. Pretende-se, também, que o Chefe de Equipa do posto de trabalho de **Remoção** fique responsável por **devolver** as mesmas ao posto de origem. Evitando, desta forma, que se percam e que tenhamos de renovar o stock.

Circuito: P5 (Estruturas) → P10 (Acabamentos)

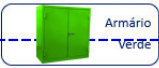


4003 P5
Chefe de Equipa

Aplicação

Remoção

4026 P10
Chefe de Equipa




Armário Verde

Devolução









Lista de Proteções

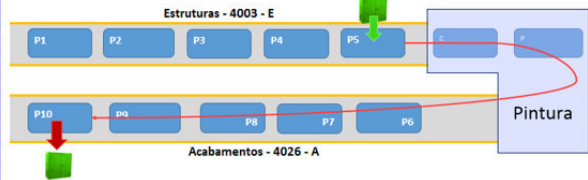
Código	Designação
90000021	Proteção zona atrás do motorista
90000035	Proteção Pavimento do Salão
90000038	Proteção envolvente Quadro Elétrico
90000104	Proteção volante (NAPA)
90000105	Proteção Tablier
90000106	Proteção Pavimento do Salão - Zona central
90000107	Proteção Tablier
90000108	Proteção Atrás Motorista e Guia

Chapa de identificação



SITUAÇÃO ANTERIOR/ATUAL

	ANTES	DEPOIS
Proteção Tablier; Proteções Atrás Motorista e Guia; Proteção Aranha		
Proteção Pavimento do Salão		
Proteção volante em napa		
Proteção envolvente Quadro		



107

Anexo 6 – Registo de Ineficiências Associadas à Montagem e Lixo nos Postos

Problema	Causa	Tempo de Correção	Medida de Correção	Curso Estimado (lano)	Foto
Ferrugem no webasto, compartimento das baterias, compartimento dos fusíveis, traseira (interior)	Limas - Falha de limpeza nos postos	60 min	Limpeza em todos os postos	3 375,00 €	  
Tablier e Teto danificado	Má execução do processo de montagem/ Falta de proteções	120 min	Cuidado na execução do processo de montagem/ Proteção com napas	6 750,00 €	  
Ferrugem frente interior	Limas - Falha de limpeza nos postos	30 min	Limpeza em todos os postos	1 687,50 €	  
Colas no saibó	Falha de limpeza e má execução do processo de colagem do tapete	120 min	Cuidado na execução do processo de montagem/ Limpeza em todos os postos	6 750,00 €	  
Colas no tejadilho (na fase de Preparação Primário da Pintura) / Falha de limpeza	Má execução do processo de montagem / Falha de limpeza nos postos	90 min	Cuidado na execução do processo de montagem / Limpeza em todos os postos	5 062,50 €	  
Ferrugem no tejadilho (Elétricos)	Falha de limpeza nos postos	300 min	Limpeza em todos os postos	1 250,00 €	  
Riscos na tampa do gasóleo	Má execução do processo de montagem	30 min	Cuidado na execução do processo de montagem	1 687,50 €	  

Anexo 7 – Resumo dos Resultados Obtidos

Problema	Causa	Medida de Melhoria Final	Tempo Reduzido (min)	Status	Poupança Estimada (€/Ano)	Medida de Melhoria Descartada
Material não conforme	-	Reforçar preenchimento da ficha Informar Qualidade	-	Fechado	-	Reforçar preenchimento da ficha Informar Qualidade
Riscos na cabine	Falta de Proteções	Alocar proteções ao posto	60	Em Curso	3375,00€	-
Riscos e mossas	Falhas dos colaboradores	Preencher uma ficha de identificação de erros	-	Em Curso	-	Preenchimento de uma ficha de identificação de erros pelo chefe de equipa
Irregularidades na pintura Limalhas enferrujadas	Falhas dos colaboradores	Registar as ineficiências e reunir com chefes de linha	-	Em Curso	-	-
Pintura danificada da tampa traseira	Contacto entre a estrutura e a tampa traseira após a pintura	Colocar um batente	60	Fechado	3375,00€	Colocação de um batente maleável
Danificação dos estribos	Má colocação da fita de isolamento	Criar um mecanismo de proteção	40	Em Curso	2250,00€	-
Falhas de tinta na frente do Cobus	Má execução do processo de pintura Falta de componentes	Pintura das peças previamente à sua montagem	20	Fechado	1125,00€	-
Falha de tinta na estrutura do Cobus	Falta de empilhador	Colocar um cavalete com rodas	10	Em Curso	562,50 €	-
Pintura das peças soltas danificadas	Falta de isolamento Falhas de tinta Falhas de colaboradores	Alocar um colaborador à fase de retificação e limpeza para retificação destas peças	200	Fechado	1125,00€	-
Tinta nas borrachas	Fita de isolamento não eficaz	Colocação de uma fita alternativa	-	Fechado	-	Colocação de uma fita própria para borracha Colocação de uma chapa em forma de L Colocação de uma fita alternativa
Isolamento dos varões	Fita de difícil remoção	Substituir fita por proteção em napa	30	Em Curso	1687,50€	-

Acabamento Chapa dos Pedais	Falta de pintura da peça	Substituir a pintura de preto pela colocação de tapete	5	Fechado	281,25€	-
Isolamento do depósito	Falha de isolamento	Substituir fita por plástico	10	Fechado	562,50€	-
Organização das tampas	Falta de identificação	Registrar número de tampa	7	Fechado	393,75€	-
Nevoeiro nas tampas	Falta de proteção	Proteção em cortina	10	Em Curso	562,50€	-
Falha de tinta na tampa traseira	Resíduos de fita na tampa	Remover a fita após pintura da tampa	10	Fechado	562,50€	-
Pintura danificada da chapa da coluna de direção	Processo de furação Transporte	Peça furada do fornecedor Informar a Qualidade de peças não conformes Saco em napa	10	Em Curso	562,50€	-
Selagem da porta	Cola do fornecedor	Identificar os autocarros e informar o fornecedor	-	Em Curso	-	-
Etiquetas nas peças	Não remoção das etiquetas	Colocar etiquetas na zona não visível da peça	7	Fechado	393,75€	-
Suporte dos porta-faróis sujo	Falha de isolamento	Pintar as peças anteriormente à sua montagem	8	Fechado	450,00 €	-
Falha de tinta porta da frente	Excesso de isolamento	Corrigir na fase de retificação e limpeza	7	Fechado	-	-
Falha de tinta no interior das tampas	Falha na execução do processo de pintura	Corrigir na fase de retificação e limpeza	60	Fechado	3375,00€	-
Pintura do suporte do fecho	Falha de isolamento	Pintar as peças anteriormente à sua montagem Corrigir na fase de retificação e limpeza	7	Fechado	-	-
Falha na pintura do parafuso e berma	Falha na execução do processo de pintura	Execução correta do processo de pintura na retificação e limpeza	10	Fechado	562,50€	-
Pintura das jantes	-	Pintura na retificação e limpeza	10	Em Curso	-	-
Falha na estrutura traseira	-	Corrigir na fase de retificação e limpeza	10	Em Curso	-	-

Cola nos painéis	Falha na limpeza	Informar os colaboradores Corrigir na fase de retificação e limpeza	80	Em Curso	4500,00€	-
------------------	------------------	--	----	----------	----------	---