



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Cláudia Margarida Faria da Cunha

Análise e identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento de protótipos na indústria automóvel

Setembro de 2022

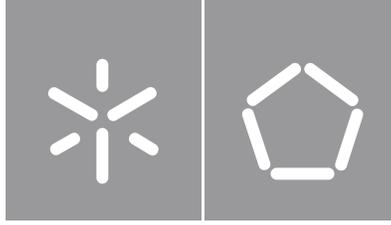


Cláudia Margarida Faria da Cunha

Análise e identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento de protótipos na indústria automóvel

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Cláudia Margarida Faria da Cunha

Análise e identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento de protótipos na indústria automóvel

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Industrial
Ramo Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor José Dinis Carvalho

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Há muito tempo, deparei-me com uma citação de Henry Ford que mudou completamente a minha perspectiva, e pela qual eu reajo atualmente a minha vida:

Whether you think you can, or you think you can't - you're right.

Apesar de ser o meu lema de vida, durante os tempos menos bons deste percurso aprendi que é difícil manter uma mentalidade tão positiva e potencializadora, e por isso quero agradecer às pessoas que me ajudaram, todos os dias, a acreditar que conseguia:

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador da dissertação, o Professor Doutor José Dinis Carvalho, pelo apoio e motivação. Confidenciei-lhe uma vez que estava a ser difícil encontrar a motivação e vontade para escrever, e ele disse-me “É para isso que eu aqui estou”. Nunca mais esqueci as suas palavras.

À minha orientadora de estágio, Isabel Ramos, e ao meu colega Pedro Lopes, quero dizer-vos que me sinto profundamente grata por me terem integrado tão bem na equipa, na empresa, e por serem os melhores colegas de trabalho e amigos que eu poderia esperar encontrar.

Aos meus pais, os meus maiores e melhores apoiantes, que não duvidaram por um segundo de que eu era capaz e me incentivavam sempre a continuar, hoje sei que são os melhores pais do mundo e não posso deixar de agradecer por isso – Obrigada.

Às minhas irmãs, Nádia e Sílvia, pelas partilhas, incentivo, pelos conselhos valiosos e pela revisão gramatical, mas sobretudo pelo exemplo que representam para mim, estou extremamente grata por todo o carinho e por tudo o que me ensinaram e continuam a ensinar. Adoro-vos!

Às minhas amigas de sempre e do curso, quero agradecer pela paciência com que encararam todos os meus desabafos, mas acima de tudo pelos bons momentos que partilhamos... mantiveram-me sana!

Ao meu namorado, Marco, por tudo o que faz por mim, por todo o apoio e amor, mas principalmente por me mostrar que a vida é para ser vivida de forma leve. Obrigada por me fazeres feliz.

Tive muita sorte por ter partilhado esta parte tão importante da minha vida convosco, obrigada.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Análise e identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento de protótipos na indústria automóvel

RESUMO

A presente dissertação de mestrado foi elaborada na empresa CaetanoBus S.A., empresa pertencente ao Grupo Salvador Caetano, no âmbito do Mestrado em Engenharia Industrial da Universidade do Minho.

Uma vez que a indústria automóvel é uma indústria em constante crescimento e mudança, é imperativo que as empresas que atuam neste setor se reinventem a si e aos seus processos na perspetiva de manter e melhorar a sua posição no mercado. Assim, este projeto teve como objetivo melhorar a competitividade da empresa CaetanoBus através da redução do *lead time* do processo de desenvolvimento de protótipos, recorrendo, para o efeito, à metodologia estudo de caso.

Neste sentido, através da realização de um *focus group* foi possível mapear todo o processo de desenvolvimento de protótipos, e, a partir deste, explorar os desperdícios e possíveis propostas de melhoria em 3 áreas específicas: na Projeção de peças e lançamento de PMs, na Procura no mercado por novos materiais e no Acompanhamento do processo produtivo.

Nestas áreas identificaram-se desperdícios a nível de excesso de produção, processamento excessivo, defeitos e esperas, para os quais se formularam várias propostas de melhoria, como: a criação de listas padronizadas para a pesquisa de verguinhas e reforços, com um ganho potencial de 1 hora e 50 minutos – melhoria de 79,71% no processo de projeção/procura destes componentes, por modelo de autocarro; utilização de apenas um ficheiro Excel para o tratamento de dados, com um ganho potencial de 16 horas e 40 minutos – melhoria de 55,56% no processo de registo de pontos de melhoria/correção, por modelo; transição do processo de procura por novos materiais do email para o *planner*, com o potencial de melhorar a organização do trabalho e reduzir o tempo de resposta; melhorar a organização das listas técnicas e investir na formação dos colaboradores. No total, estas medidas significam uma redução do *lead time* de cerca de 1110 minutos, isto é, uma redução na ordem dos 1,75%.

PALAVRAS-CHAVE

Desperdício, *Lean*, *Lean Office*, Mapeamento de Processos, Melhorias

Analysis and identification of improvement opportunities in the prototype development process in the automotive industry

ABSTRACT

The present master's dissertation was developed at the company CaetanoBus S.A., a company belonging to the Salvador Caetano Group, within the scope of the Master's in Industrial Engineering at the University of Minho.

Since the automotive industry is an industry in constant growth and change, it is imperative that companies operating in this sector reinvent themselves and their processes to maintain and improve their position in the market. Thus, this project aimed to improve the competitiveness of the company CaetanoBus by reducing the lead time of the prototype development process, using the case study methodology.

In this sense, it was possible, through a focus group, to map the entire process of the prototype development and from that to explore the waste and possible improvement proposals in 3 specific areas: in the Projection of parts and launch of PMs, in the Search in the market for new materials and in the Monitoring of the production process.

In these areas, waste was identified in terms of overproduction, over-processing, defects and waiting, for which several improvement proposals were framed, such as: the creation of standardized lists for the search for welts and reinforcements, with a potential gain of 1 hour and 50 minutes – improvement of 79.71% in the projection/search process for these components, per bus model; use of only one Excel file for data processing, with a potential gain of 16 hours and 40 minutes – improvement of 55.56% in the process of recording improvement/correction points, per model; transition of the search process for new materials from email to planner, with the potential to improve work organization and reduce response time; improve the organization of technical lists and invest in employee training. In total, these policies mean a reduction in lead time of around 1110 minutes, that is, a reduction in the order of 1.75%.

KEYWORDS

Waste, Lean, Lean Office, Process Mapping, Improvements

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação.....	6
2. Enquadramento Teórico.....	8
2.1 Filosofia Lean.....	8
2.1.1 A origem – Toyota Production System.....	8
2.1.2 Princípios Lean.....	10
2.1.3 Tipos de Desperdício.....	11
2.2 Lean Office.....	14
2.2.1 5S e Gestão Visual.....	17
2.2.2 Standard Work.....	19
2.2.3 Mapeamento do Processo.....	20
3. Caso de Estudo.....	25
3.1 O Grupo Salvador Caetano.....	25
3.2 CaetanoBus.....	25
3.2.1 Catálogo de Produtos.....	26
3.2.2 Alvo do Estudo – Processo de Desenvolvimento de Protótipos.....	30
4. Processo de Desenvolvimento de protótipos.....	32
4.1 Contextualização do projeto e dos trabalhos departamentais.....	32

4.1.1	Departamento Comercial	34
4.1.2	Departamento de Engenharia 2	36
4.1.3	Departamento de Engenharia 1	38
4.1.4	Departamento de Compras.....	40
4.1.5	Departamento de Logística	41
4.1.6	Departamento de Qualidade do Produto.....	43
4.1.7	Departamento de Engenharia de Processo.....	45
4.1.8	Departamento de Produção	47
4.2	Focus Group - Representação da situação atual	49
5.	Análise do Processo de Desenvolvimento de Protótipos	68
5.1	Identificação de Desperdícios	68
5.1.1	Ponto 1 – Projeção de peças e lançamento de PMs:	68
5.1.2	Ponto 2 – Procura no mercado por novos materiais:	70
5.1.3	Ponto 3 – Acompanhamento do processo produtivo:	71
5.2	Propostas de melhoria.....	73
5.2.1	Ponto 1 – Projeção de peças e lançamento de PMs	73
5.2.2	Ponto 2 – Procura no mercado por novos materiais	76
5.2.3	Ponto 3 – Acompanhamento do processo produtivo	78
6.	Conclusão e sugestões de trabalho futuro	83
6.1	Considerações finais	83
6.2	Sugestões de trabalho futuro	85
	Referências Bibliográficas	86
	Apêndice 1 – Guião das entrevistas semiestruturadas	89
	Apêndice 2 – Mapeamento do Processo de Desenvolvimento de Protótipos.....	90
	Apêndice 3 – IT para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços	91
	Apêndice 4 – Ficheiro Excel desenvolvido para o acompanhamento do processo produtivo do protótipo	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - A Research Onion	4
Figura 2 - A Casa TPS.....	9
Figura 3 - Características do trabalho organizacional consoante nível hierárquico	15
Figura 4 - Os 5S's.....	18
Figura 5 - O standard como base para a melhoria contínua	19
Figura 6 - As 3 áreas da cadeia de valor.....	21
Figura 7 - Constituição da equipa do projeto miniautocarro urbano.....	33
Figura 8 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de SAC no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	36
Figura 9 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de ENG2 no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	38
Figura 10 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de ENG1 no âmbito do desenvolvimento de protótipos	39
Figura 11 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de PUR no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	41
Figura 12 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de LOG (Gestão de alterações e Planeamento de materiais) no âmbito do desenvolvimento de protótipos	43
Figura 13 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de LOG (Logística Interna) no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	43
Figura 14 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de QDP (Engenharia da Qualidade) no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	44
Figura 15 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de QDP (Garantia do Produto) no âmbito do desenvolvimento de protótipos	45
Figura 16 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade do DEP (Engenharia de Processo) no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	47
Figura 17 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade do DEP (MAPs) no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	47
Figura 18 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade da PRD no âmbito do desenvolvimento de protótipos.....	48
Figura 19 - Criação do projeto em SAP.....	50

Figura 20 - Análise e preparação do trabalho de QDP.....	51
Figura 21 - Análise e início da projeção do protótipo.....	52
Figura 22 - Elaboração da Especificação do Produto e atualizações	52
Figura 23 - Criação de PM no Planner.....	53
Figura 24 - Lançamento de PMs	53
Figura 25 - Tratamento de PMs.....	54
Figura 26 - Procura no mercado por novos materiais.....	54
Figura 27 - Certificação de novos materiais	56
Figura 28 - Criação de obra para produção interna.....	57
Figura 29 - Atribuição de fornecedor aos componentes	58
Figura 30 - Preparação do processo produtivo.....	59
Figura 31 - Projeção de gabaritos e módulo	60
Figura 32 - Receção e verificação dos componentes.....	61
Figura 33 - Aprovisionamento dos materiais aos postos de trabalho.....	62
Figura 34 - Acompanhamento do processo produtivo do protótipo como preparação do processo produtivo das séries.....	62
Figura 35 - Acompanhamento do processo produtivo - falta de componentes.....	63
Figura 36 - Acompanhamento do processo produtivo - componente não permite montagem	65
Figura 37 - Processo produtivo - testes e validações	67
Figura 38 - Designação padrão das verguinhas e estrutura da lista (exemplo)	74
Figura 39 - Designação padrão dos reforços e estrutura da lista (exemplo)	74
Figura 40 - Criação de RFQ no Planner	77
Figura 41 - Ficheiro Excel "Acompanhamento do Miniautocarro Urbano"	79
Figura 42 - Ficheiro Excel "Resumo do Acompanhamento do Miniautocarro Urbano"	80
Figura 43 - Mapeamento do Processo de Desenvolvimento de Protótipos	90
Figura 44 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 1 ..	91
Figura 45 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 2 ..	92
Figura 46 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 3 ..	93
Figura 47 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 4 ..	94
Figura 48 - Ficheiro Excel de acompanhamento do processo produtivo do protótipo 1.....	95
Figura 49 - Ficheiro Excel de acompanhamento do processo produtivo do protótipo 2.....	96

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Ambiente Produtivo vs. Ambiente Administrativo – exemplos de desperdícios	15
Tabela 2 - Símbolos do Mapeamento do Processo.....	22
Tabela 3 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Miniautocarros.....	27
Tabela 4 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Turismo.....	28
Tabela 5 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Urbanos	29
Tabela 6 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Aeroporto.....	30
Tabela 7 - Comparação entre ficheiro Excel vs. Base de Dados no processo de registo de pontos de melhoria/correção.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CBO – CaetanoBus Ovar

CBus – CaetanoBus

DEP – Departamento de Engenharia de Processo

ENG1 – Departamento de Engenharia 1

ENG2 – Departamento de Engenharia 2

GOs – Gamas Operatórias

ITs – Instruções de Trabalho

JIT – Just in Time

LOG – Departamento de Logística

PRD – Departamento de Produção

PUR – Departamento de Compras

QDP – Departamento de Qualidade do Produto

SAC – Departamento Comercial

TC – Tempo de Ciclo

TCAP – Toyota Caetano Portugal

TPS – Toyota Production System

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Work in Process

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação de mestrado tem como foco a análise e identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento de protótipos numa empresa da indústria automóvel – a CaetanoBus, Fabricação de Carroçarias S.A. Neste capítulo é introduzido o enquadramento e objetivos da presente dissertação, assim como a pergunta de investigação que conduziu este trabalho e a metodologia utilizada para o seu desenvolvimento. Por fim, é feita uma breve descrição da estrutura adotada e conteúdo dos capítulos da presente dissertação.

1.1 Enquadramento

Atualmente, a indústria automóvel vê-se confrontada com diversos e significativos desafios a nível tecnológico, ambiental e social, resultantes do ambiente cada vez mais competitivo do setor. De facto, é cada vez mais notória a crescente pressão, por parte dos consumidores, para a redução de custos, melhoria da qualidade dos produtos e diminuição do tempo que decorre até à disponibilização dos mesmos no mercado (Jasti & Sharma, 2015; Nunes & Paisana, 2003; Siza Vieira, Silva Couto, & Silva Rosa, 2019). Assim, para sobreviver neste meio e destacar-se em relação aos seus concorrentes, é extremamente importante que as empresas apostem, de uma forma constante, na inovação e melhoria do seu desempenho operacional, o que exige uma grande capacidade de adaptação e transformação, a nível das competências dos seus colaboradores, dos seus processos produtivos e da sua gestão de inventários (Jordão, 2019; Knol, Slomp, Schouteten, & Lauche, 2018).

Todas as empresas, quer sejam industriais ou de serviços, podem ser entendidas como uma compilação de operações e processos que, em última análise, entregam valor aos seus clientes na forma de um produto ou serviço. Contudo, nem todas as operações de um processo contribuem para a criação de valor para o cliente – na verdade, existem operações que apenas incrementam os custos, sem trazer benefícios adicionais à compra, as quais são consideradas desperdício (Allway & Corbett, 2002; Shingo, 1989b). Um processo com este tipo de operações não é um processo eficiente, pelo que para melhorar o seu desempenho, de modo que seja possível entregar o produto ou serviço com menores custos, melhor qualidade e menor *lead time*, estas operações devem ser identificadas e eliminadas da cadeia de valor (Jasti & Sharma, 2015).

De acordo com Knol (2018), vários estudos demonstram que a aplicação de práticas *lean* contribui para a melhoria do desempenho operacional das empresas industriais. Estas práticas constituem um conjunto

de métodos, procedimentos, técnicas e ferramentas que visam criar, de forma contínua, valor para o cliente enquanto reduzem o *lead time* do produto, através da identificação e eliminação de desperdícios em cada etapa da sua cadeia de produção.

A essência da filosofia *lean* está na eliminação de desperdícios existentes no processo produtivo, ou seja, no chão-de-fábrica, todavia, o desperdício não é exclusivo destes ambientes, estando também presente nos meios administrativos (Monteiro, Pacheco, Dinis-Carvalho, & Paiva, 2015; Narke & Jayadeva, 2020). Por esta razão, é imperativo atuar não só no sentido de melhorar os processos produtivos, mas toda a cadeia de abastecimento, compreendendo tanto os processos administrativos de suporte à produção como os que lhe estão indiretamente ligados, afigurando-se esta abordagem como uma fonte de vantagem competitiva para as empresas.

Embora os objetivos sejam semelhantes em ambos os ambientes, a aplicabilidade das ferramentas *lean* difere de um para o outro – ainda que algumas ferramentas sejam de fácil aplicação nas áreas administrativas, outras exigem um maior esforço e adaptação para que a sua implementação resulte em ganhos para a empresa. Para além da Gestão Visual e *Standard Work*, o Mapeamento do Processo mostrou ser a ferramenta que produz melhores resultados em ambientes administrativos, por permitir obter rapidamente resultados após a sua aplicação. Esta ferramenta exige o envolvimento de uma equipa multidisciplinar na identificação e mapeamento de todos os passos do processo e fluxo de informação, que, posteriormente, identifica e elimina as etapas que representam desperdício, tendo em vista a diminuição do número de passos do processo, do *lead time* e a melhoria da sua eficiência (Monteiro et al., 2015; Rüttimann, Fischer, & Stöckli, 2014).

Atualmente, apesar da existência de um grande número de estudos e publicações no que diz respeito aos benefícios associados à implementação de práticas *lean*, são poucas as referências na literatura à aplicação dessas mesmas práticas em ambientes administrativos (Monteiro et al., 2015). Corroborando este facto, na CaetanoBus – empresa que permitiu a realização do presente projeto – embora exista um grande foco na melhoria e aplicação de práticas *lean* no processo produtivo, é notório o descuro pelas áreas administrativas no mesmo âmbito. Assim, com o objetivo de colmatar estas lacunas, esta dissertação de mestrado tem como tema a análise e identificação de oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento de protótipos na CaetanoBus. Uma vez que o ciclo de vida dos produtos é cada vez mais curto, é importante que as empresas consigam desenvolver e introduzir novos produtos no mercado o mais rapidamente possível. Neste sentido, a redução do “time-to-market” de um novo produto, isto é, a redução do tempo que decorre desde a definição de um novo produto até que o mesmo

esteja disponível no mercado, revela-se um fator decisivo para o alcance de vantagem competitiva (Nunes & Paisana, 2003).

1.2 Objetivos

No dia-a-dia empresarial, o não cumprimento dos objetivos dentro dos prazos propostos é, muitas vezes, visto com naturalidade pelos colaboradores, como resultado da grande frequência com que estes casos ocorrem. Porém, estes desvios em relação ao plano revelam a existência de desperdícios nos processos, razão pela qual não devem ser vistos como parte integrante e natural dos mesmos. Atualmente, os consumidores esperam que os produtos sejam disponibilizados o mais rapidamente possível no mercado, com qualidade e a custo baixo, portanto, para que seja possível corresponder às suas expectativas, as empresas devem reunir esforços no sentido de melhorar, continuamente, os seus processos, visando a eliminação destes desvios – desperdícios (Jasti & Sharma, 2015; Narke & Jayadeva, 2020).

Com este projeto de investigação pretende-se compreender sobre que forma, onde e porque é que estes tipos de desperdícios ocorrem, mas também como é que os mesmos podem ser reduzidos e eliminados, no sentido de melhorar a competitividade da empresa. Assim, esta dissertação de mestrado procurará responder, através do desenvolvimento de um estudo de caso na CaetanoBus – a maior fabricante de carroçarias e autocarros em Portugal – à seguinte pergunta de investigação:

“Como reduzir o lead time do processo de desenvolvimento de protótipos de uma empresa do ramo automóvel?”

Com o propósito de obter uma resposta à pergunta de investigação levantada e suportar o desenvolvimento do estudo de caso, foi necessário definir os objetivos do presente projeto. Neste sentido, definiu-se, como objetivo geral do mesmo, uma redução do *lead time* do processo de desenvolvimento de protótipos de cerca de 8%.

1.3 Metodologia de Investigação

A formulação dos tópicos de investigação constitui o primeiro passo para dar início a um projeto de investigação, pois só a partir do momento em que os mesmos estão definidos é que é possível escolher a estratégia de investigação mais adequada para o desenvolvimento do projeto, assim como a tipologia de recolha e análise de dados (Saunders, Lewis, & Thornhill, 2007).

De acordo com Saunders et al. (2007), existe uma determinada ordem segundo a qual o projeto deve ser conduzido, sendo a mesma representada através de uma cebola – a *research onion*. De acordo com esta representação (Figura 1), as camadas superficiais correspondem aos primeiros passos a dar no que diz respeito ao desenvolvimento do projeto, e o núcleo, onde se encontra a categoria “Data collection and data analysis”, representa, seguindo o mesmo paradigma, o último passo da investigação.

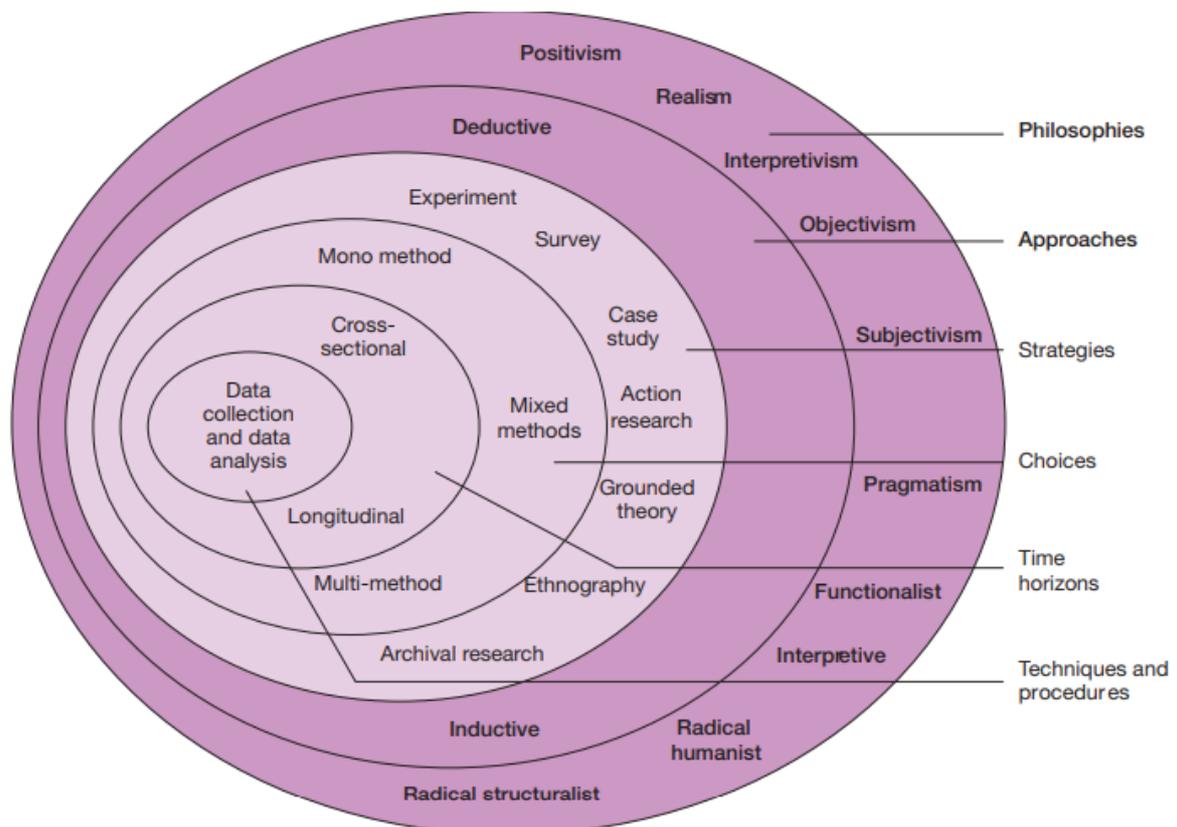


Figura 1 - A Research Onion

(Saunders et al., 2007)

Tendo em conta o que foi referido nos capítulos anteriores – a falta de literatura referente à redução de desperdícios nas áreas administrativas e o interesse em perceber de que forma e porque é que os desperdícios ocorrem – a abordagem escolhida para o desenvolvimento deste projeto de investigação é a abordagem indutiva. Além disso, outras particularidades como a recolha de dados qualitativos e o entendimento de que o investigador faz parte do processo de investigação justificam a escolha desta abordagem (Saunders et al., 2007).

A presente dissertação foca-se no estudo do processo de desenvolvimento de protótipos, num contexto específico – na empresa CaetanoBus S.A. Para o efeito, será acompanhado o processo de desenvolvimento de um miniautocarro urbano, enquanto membro integrante do departamento de

Engenharia de Processo (DEP). Deste modo, considera-se que o estudo de caso é a estratégia mais adequada a utilizar, não só por este se centrar na reunião de informação em conformidade com o tema, mas também por estarmos perante uma investigação empírica de um fenómeno atual específico, que se desenrolará no seu contexto real, com variadas fontes de informação e evidência (Symon & Cassell, 1998; Yin, 2003).

Com o objetivo de dar resposta à questão de investigação mencionada no capítulo anterior, será realizada uma investigação descritiva e exploratória. Numa primeira fase, será efetuada uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, de forma a reunir conhecimento relevante sobre o mesmo. Esta pesquisa permitirá fazer um enquadramento teórico do tema e consolidar conceitos essenciais para o desenvolvimento da investigação. De seguida, será retratado o conjunto de pessoas, eventos e procedimentos envolvidos no processo de desenvolvimento e do miniautocarro urbano, isto é, será feita uma descrição da situação que se observa, para que seja possível construir uma imagem clara da mesma. Para o efeito, inicialmente serão conduzidas entrevistas semiestruturadas a cada membro de cada departamento envolvido no processo. Estas entrevistas serão realizadas num contexto semelhante ao de uma conversa informal, e terão como objetivo conhecer e compreender os vários departamentos, o seu trabalho diário, assim como recolher propostas de melhoria em relação aos seus processos. A recolha de dados será realizada através da transcrição das respostas de cada membro, com base nos apontamentos feitos durante a entrevista, o que permitirá, aos entrevistados, sentir-se mais à vontade. Após a análise e organização dos dados recolhidos, será realizado um *focus group* com todos os membros anteriormente entrevistados, com o objetivo de mapear e validar o processo de desenvolvimento de protótipos. Além disso, durante este *focus group* serão identificados os principais desperdícios do processo, ou seja, as suas oportunidades de melhoria, e realizado um *brainstorming* com o intuito de gerar ideias para reduzir e eliminar os desperdícios apontados. Assim sendo, a investigação será baseada em dados qualitativos.

A nível do método de recolha e análise destes dados, sendo a investigadora um dos membros do DEP designado para a participação no projeto em estudo, para além da recolha de dados através das entrevistas semiestruturadas e *focus group*, esta ocorrerá igualmente através da observação direta, mais concretamente, através de *participant observation*, onde o papel da investigadora será de *participant as observer*. Este tipo de observação pressupõe a imersão do investigador no ambiente de pesquisa, revelando o seu propósito – o investigador participa ativamente nas atividades desenvolvidas pelo grupo, tornando-se também ele num membro, o que lhe permite partilhar da experiência não só pela observação do que acontece, mas também sentindo o que acontece.

Tendo em conta o prazo a cumprir para o desenvolvimento do protótipo, assim como o tempo disponível para a realização desta dissertação, o horizonte temporal da investigação será, inevitavelmente, *cross sectional* (transversal) (Saunders et al., 2007).

Em síntese, e tendo em vista a concretização do objetivo proposto para este estudo, foram definidos os passos a seguir, os quais se encontram listados de seguida:

1. O mapeamento e análise do processo de desenvolvimento de protótipos;
2. A identificação das fontes de desperdício;
3. A projeção de soluções para a eliminação dos desperdícios e, portanto, melhoria do processo;
4. A redução do *lead time* do processo e conseqüente melhoria da sua eficiência.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação de mestrado encontra-se organizada em 6 capítulos.

O primeiro capítulo aglomera a informação introdutória desta dissertação, nomeadamente: a introdução e enquadramento do tema, com referência à sua relevância na atualidade e no contexto organizacional, assim como os objetivos da investigação e a metodologia utilizada para os atingir.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica, a qual é composta pelos principais temas associados à temática desta dissertação, isto é, a história e evolução do conceito *lean* – da indústria para o escritório – e as principais ferramentas utilizadas neste último, com maior destaque para a ferramenta Mapeamento de Processos.

O terceiro capítulo é reservado à apresentação do Grupo Salvador Caetano, à empresa CaetanoBus S.A. e à introdução do caso de estudo.

No quarto capítulo é onde, efetivamente, se aborda o foco do caso de estudo, isto é, neste capítulo é demonstrado de que modo os processos alvo de estudo se desenvolvem e relacionam entre si.

O quinto capítulo, como complemento ao anterior, descreve as dificuldades e oportunidades de melhoria que se evidenciam nos processos, assim como as soluções pensadas para lhes dar resposta.

Por fim, no sexto e último capítulo apresentam-se as considerações finais, onde se destacam os principais contributos, limitações e dificuldades do trabalho desenvolvido, assim como as sugestões para trabalho futuro.

Seguem-se as referências bibliográficas e os apêndices.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo é apresentado o enquadramento teórico dos principais conceitos e ferramentas relacionados com o tema da dissertação. Inicialmente, é feita uma introdução à filosofia *Lean*, mais especificamente, à sua origem – o *Toyota Production System* (TPS) – assim como aos princípios *Lean Thinking* e aos tipos de desperdícios. Depois, segue-se a introdução do *Lean Office*, e a descrição das principais ferramentas *lean* aplicadas nos ambientes administrativos. Neste seguimento, é destacada e exposta a ferramenta mais estudada nesta dissertação – o Mapeamento do Processo.

2.1 Filosofia Lean

O termo *Lean Production* ou *Lean Manufacturing* foi utilizado pela primeira vez no livro “The Machine that Changed the World”, de James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, para descrever o *Toyota Production System*, desenvolvido na Toyota Motor Corporation. De acordo com Bernegger e Webster (2014), o conceito de *Lean* pode ser definido como uma metodologia de controlo da produção e melhoria dos processos que estabelece práticas operacionais eficazes de aplicação geral. Na sua essência, esta é uma filosofia que se concentra na identificação e eliminação de desperdícios de cada etapa de uma cadeia de produção, o que, por sua vez, resulta num sistema produtivo capaz de utilizar menos recursos para produzir os mesmos produtos. Por outras palavras, esta filosofia possui a capacidade de tornar um sistema de produção eficiente (Black, 2000; Narke & Jayadeva, 2020).

2.1.1 A origem – Toyota Production System

O Toyota Production System (TPS) foi desenvolvido por Taiichi Ohno, na década de 1950, conduzido pela necessidade de tornar a produção mais eficiente, como resposta às alterações do mercado pós Segunda Guerra Mundial, objetivando a produção de pequenas quantidades de uma grande variedade de produtos. Inicialmente, o sistema de produção e a tecnologia de fabricação da Toyota suscitaram pouco interesse, em comparação com o sistema de produção altamente implementado na Europa e nos Estados Unidos – o sistema de produção em massa.

Após a crise de petróleo, e conseqüente recessão na década de 1970, a economia do Japão entrou em colapso para um estado de crescimento zero. Contudo, apesar das perdas sofridas, a Toyota apresentava maiores lucros que outras empresas, e a lacuna cada vez maior entre as mesmas despertou atenção para o que a Toyota estaria a fazer de diferente (Ohno, 1988). A chave para o seu sucesso foi o TPS, descrito como sendo um sistema baseado em 2 conceitos elementares:

- “utilização plena das capacidades dos trabalhadores”: existência de um sistema de respeito pelas pessoas baseado na minimização dos movimentos desnecessários dos mesmos, assegurando a sua segurança e atribuindo-lhes maior responsabilidade ao permitir que estes participem na realização e aplicação de melhorias nos seus trabalhos.
- “redução de custos através da eliminação de desperdícios”: redução alcançada através da produção *Just-in-time* (JIT) – composta por sistemas *Pull*, *One Piece Flow* e nivelamento – e *Jidoka*, sendo estes os principais componentes da casa TPS (Figura 2) (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977).



Figura 2 - A Casa TPS
 (Liker, 2004)

De facto, é utilizada a figura de uma casa para representar os sistemas e conceitos que suportam o TPS para demonstrar que, tal como uma casa que só se mantém estável e forte se a base, o telhado e os seus pilares se mantiverem firmes, também o TPS só poderá alcançar sucesso caso todas as partes envolvidas funcionem em conjunto para formarem um todo.

Assim, no telhado encontram-se objetivos como a melhoria da qualidade, diminuição dos custos e redução do tempo de entrega (Liker, 2004). Depois, em 2 grandes pilares estão representados 2 conceitos: JIT que se caracteriza por criar fluxo de materiais ao longo do processo, fazendo com que as

peças necessárias à montagem de um produto cheguem à linha de montagem no tempo e quantidade certa (Ohno, 1988); *Jidoka* ou *Autonomation* (automação com toque humano), um conceito relacionado com máquinas com inteligência humana que permitem parar a produção quando é detetado um defeito, evitando desta forma que se repita. Neste sentido, *Autonomation* envolve o conceito *Poke Yoke* (à prova de erros) que consiste na utilização de dispositivos de verificação rápida de dimensões e outros atributos, permitindo que os trabalhadores sejam responsáveis pela sua própria qualidade (Hopp & Spearman, 2004).

No centro do sistema encontram-se as pessoas uma vez que a melhoria contínua só pode ser assegurada com a intervenção de todos os colaboradores. As pessoas devem ser treinadas para ver o desperdício e resolver problemas na sua raiz, questionando-se do verdadeiro motivo pelo qual o problema ocorre.

Por fim, na base encontram-se conceitos fundamentais para o alcance dos objetivos definidos, que incluem a necessidade de processos estáveis, padronizados e confiáveis, gestão visual e *Heijunka* – nivelamento da produção tanto em volume e variedade, para que seja possível reduzir a quantidade de inventário (Liker, 2004).

2.1.2 Princípios Lean

O *Lean Thinking*, como o nome indica, surgiu do conceito *Lean*, sendo visto como um “antídoto” do desperdício, uma vez que permite a identificação do valor, a sequenciação das atividades de valor acrescentado de uma forma eficaz, e a condução dessas mesmas atividades sem interrupção. Por outras palavras, o *Lean Thinking* é *lean*, pois possibilita fazer mais com cada vez menos – usar o mínimo de esforço, energia, equipamentos, tempo, espaço, materiais – ao mesmo tempo que oferece aos clientes exatamente o que estes desejam.

Assim sendo, na definição da filosofia *Lean* foram introduzidos 5 princípios – Princípios *Lean* – os quais são fundamentais para uma implementação eficaz, sendo eles os seguintes (Womack & Jones, 1996):

1. Identificar valor: O ponto de partida do *Lean Thinking* é a especificação do valor. Este pode apenas ser definido pelo cliente final relativamente a um produto ou serviço específico, que satisfaz os requisitos do mesmo, a um determinado preço e num determinado momento. Por outro lado, o valor é criado pelo produtor, competindo assim às organizações identificar o valor nos seus processos, procurando eliminar o restante – o desperdício.
2. Identificar a cadeia de valor: A cadeia de valor consiste no conjunto de todos os processos necessários para levar um produto desde a fase de desenvolvimento até ao cliente final.

Conhecer toda a cadeia é fundamental para a identificação de fontes de desperdício, devendo-se começar por distinguir os 3 tipos de atividades existentes – atividades que acrescentam valor, atividades que não acrescentam valor, mas essenciais ao processo produtivo, e atividades que não acrescentam valor, e que são igualmente desnecessárias ao processo. Posteriormente, as atividades identificadas como atividades de valor não acrescentado devem ser, tanto quanto possível, eliminadas.

3. Criar fluidez: Com a eliminação dos desperdícios identificados, é possível a criação de um fluxo contínuo, sem interrupção, das etapas de criação de valor, desde o momento em que a matéria-prima entra no processo produtivo até que o produto acabado chega ao cliente. Assim, o produto deverá avançar de um processo para o seguinte sem incorrer em esperas ou transportes de grandes distâncias.
4. Sistema Pull: Um sistema *pull* baseia-se na capacidade de planejar e produzir especificamente o que o cliente deseja, quando o deseja. Por outras palavras, o cliente “puxa” a produção a partir do momento em que concretiza o seu pedido. Este sistema faz com que nada seja produzido a mais, evitando inventário indesejado, uma vez que tudo o que é produzido já tem um cliente designado. Esta metodologia é o oposto do que acontece no sistema *push*, onde o produto é “empurrado” até ao cliente.
5. Perfeição: Como última etapa do *Lean Thinking*, este princípio tem como objetivo perseguir a perfeição – representa a total eliminação de desperdícios, de modo que todas as atividades ao longo da cadeia de valor sejam atividades de valor acrescentado. Sendo a perfeição algo inatingível, haverá sempre atividades que não acrescentam valor, o que faz do *lean* um processo de melhoria contínua.

Apesar da filosofia *lean* surgir associada, maioritariamente, a ambientes produtivos, os seus princípios são transversais a qualquer setor de negócio. Por essa razão, estes devem servir de guião para todas as empresas que desejem implementar a filosofia *lean* na sua cultura, quer sejam empresas de bens ou de serviços.

2.1.3 Tipos de Desperdício

Num processo, qualquer atividade que não acrescente valor para o cliente é considerada *muda* – termo japonês para designar desperdício (Hassan, 2013).

Nas organizações, é frequente definir-se como objetivo atingir uma eficiência dos processos na ordem dos 90-100%. Ora, isto implica a inexistência de qualquer desperdício nos processos o que, por sua vez, exige a identificação dos tipos de desperdício existentes, seguido da sua eliminação. Todavia, este processo não é tão simples como aparenta. De facto, existe uma dificuldade em identificar a causa raiz do desperdício e eliminá-la, visto que, muitas vezes, se atua no problema aparente, mas não real. Por esta razão é necessário conhecer muito bem os tipos de desperdício existentes e sob que forma estes ocorrem (Lareau, 2003).

Durante o desenvolvimento do TPS, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram os sete tipos de desperdício mais conhecidos e presentes nas organizações, tanto em ambientes produtivos, como em ambientes administrativos, os quais são apresentados de seguida (Ohno, 1988):

1. Excesso de produção: É o mais crítico dos 7 desperdícios, uma vez que leva à criação de todos os outros tipos de desperdícios. Consiste na produção de produtos para os quais não há clientes específicos. Este desperdício provoca o aumento dos níveis de *stock*, implicando a existência de dinheiro “parado” nesse inventário, para além de levar à utilização de recursos desnecessários, como mão-de-obra, armazenamento e transporte (Liker, 2004).
2. Esperas: Estas esperas dizem respeito ao tempo de inatividade de colaboradores ou máquinas, as quais poderão ter como causa a existência de um *bottleneck* (gargalo), avarias, defeitos, acidentes ou elevada variabilidade no processo produtivo. Enquanto os equipamentos e os colaboradores estão parados, não está a ser acrescentado qualquer valor ao produto, nem ao cliente (Hassan, 2013; Liker, 2004).
3. Transportes: Quando existe uma movimentação do produto para vários locais, por máquinas ou pessoas, quer este transporte seja necessário ou não à produção, o produto não está a ser processado, portanto, não existe valor acrescentado para o cliente. Numa situação ideal, os materiais seriam entregues diretamente no ponto onde são necessários, na quantidade necessária (Melton, 2005).
4. Processamento excessivo: São todas as operações e etapas desnecessárias ao processamento do produto (não são requeridas ou desejadas pelo cliente, ou são efetuadas de forma incorreta). Paralelamente, produzir produtos de qualidade superior ao necessário é também considerado desperdício, pois apenas aumenta o custo do produto devido à utilização de recursos extra desnecessários.

5. Excesso de inventário: O desperdício do inventário diz respeito a toda a matéria-prima, produtos semiacabados, componentes e produtos acabados existentes na organização. A sua existência provoca um aumento dos custos e da necessidade de espaço para armazenamento, além de esconder problemas como desequilíbrios da produção, atrasos, defeitos, e tempo de inatividade dos equipamentos.
6. Movimentos: À exceção dos movimentos que os colaboradores precisam, obrigatoriamente, de realizar para executar uma atividade de valor acrescentado, qualquer movimento realizado, como caminhar, procurar ou alcançar peças/ferramentas é considerado desperdício (Liker, 2004).
7. Defeitos: Produção de peças defeituosas ou correções durante o processo produtivo que exigem retrabalho ou desperdício do produto. Por outras palavras, para além do desperdício adicional de material, existe também desperdício de mão-de-obra e tempo (Hassan, 2013; Melton, 2005).

Segundo Liker (2004) existe ainda um oitavo desperdício – o não aproveitamento do potencial humano – que representa a não utilização do total das capacidades e experiências dos colaboradores, como as suas ideias e competências, por estes não serem envolvidos e ouvidos nos projetos.

Importa salientar que, ter em conta apenas a classificação dos tipos de desperdício, bem como os princípios *lean*, não é suficiente para que a implementação da filosofia *lean* seja bem sucedida. De facto, existem ainda mais 2 conceitos – “muri” e “mura” – que devem estar presentes, constituindo, juntamente com o conceito “muda”, o sistema 3 M's:

- *MUDA* – qualquer forma de desperdício no processo, estando, neste conceito, incluídos todos os 8 desperdícios apresentados anteriormente.
- *MURI* – sobrecarga de pessoas ou máquinas, o que pode resultar em problemas de qualidade e segurança, assim como avarias e defeitos.
- *MURA* – cargas de trabalho desniveladas, as quais podem originar *muda*. Além disso, exige a existência de equipamentos, materiais e pessoas nas quantidades suficientes para laborar de acordo com os maiores níveis de produção, embora a produção média necessite de muito menos recursos.

Focar no *muda* é, normalmente, a abordagem mais comum das empresas, pois é mais fácil identificar e eliminar desperdícios do que estabilizar o sistema e criar um fluxo de trabalho *lean* realmente balanceado. Contudo, eliminar o *mura* é essencial para que seja possível eliminar tanto o *muri*, como o *muda*, razão pela qual deveria existir um foco maior neste (Liker, 2004).

2.2 Lean Office

Como referido anteriormente, o conceito *lean* surgiu, pela primeira vez, associado ao TPS, um sistema caracterizado por um conjunto de técnicas e práticas, cujo principal objetivo é o de melhorar os processos produtivos através da identificação e eliminação de desperdícios – por outras palavras, minimizar os desperdícios de forma contínua para maximizar o fluxo. Ser *lean* implica, portanto, um esforço contínuo para atingir um estado caracterizado por desperdício mínimo.

Embora o *lean* seja vulgarmente associado à melhoria dos processos de chão de fábrica, este conceito e filosofia têm-se movido, progressivamente, muito além das fronteiras dos ambientes produtivos para abranger toda a organização, tendo surgido, neste sentido, o conceito *Lean Office*, o qual compreende a aplicação da filosofia e princípios *lean* nos ambientes administrativos (Bonaccorsi, Carmignani, & Zammori, 2011; Tapping & Shuker, 2003).

Na grande maioria das empresas, as atividades administrativas correspondem a cerca de 60-80% de todos os custos associados para satisfazer as necessidades do cliente, quer seja através do fabrico de um produto ou através da prestação de um serviço (Tapping & Shuker, 2003). Assim, concentrar esforços no sentido de reduzir desperdícios, recorrendo a práticas *lean*, apenas no setor produtivo, isto é, no setor que representa a menor porção dos custos, deixou de ser suficiente para uma empresa se manter competitiva.

Embora os processos administrativos tenham, em última análise, os mesmos objetivos que os processos produtivos, o trabalho de *back-office* tende a ser altamente variável, característica que colide com os princípios *lean*, os quais requerem, para uma implementação bem-sucedida, processos padronizados, repetitivos e cargas de trabalho constantes (Bonaccorsi et al., 2011). De facto, enquanto as atividades repetitivas dominam os ambientes produtivos, nas áreas administrativas a realidade é outra – o trabalho é, normalmente, não estruturado, não existindo, igualmente, uma padronização das tarefas a executar. Tal acontece, pois, a ênfase não está em como executar uma tarefa, mas sim em qual deve ser o *output* desejado. De uma forma geral, quanto mais alta for a posição, mais o conteúdo de trabalho é não estruturado, ao passo que quanto mais baixa a posição, mais estruturadas e repetitivas são as atividades (Figura 3) (Rüttimann et al., 2014).

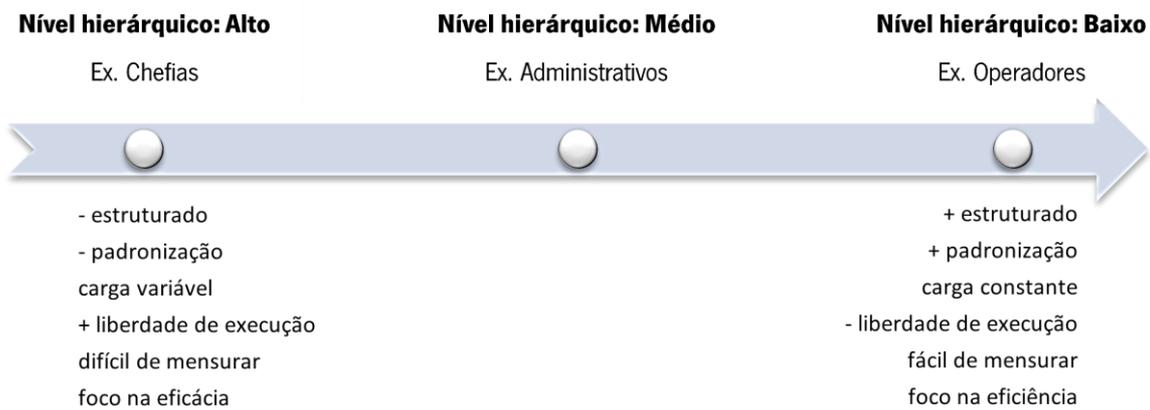


Figura 3 - Características do trabalho organizacional consoante nível hierárquico

Ainda assim, estes factos não devem ser motivo para manter o *status quo*.

A verdade é que a abordagem clássica do *lean* que revolucionou a indústria pode apenas ser aplicada de forma limitada nos ambientes administrativos, e, ainda assim, devido às consistentes diferenças entre estes ambientes, somente se os princípios *lean* e respetivas ferramentas, assim como os objetivos, forem reinterpretados e adaptados aos mesmos (Bonaccorsi et al., 2011; Rüttimann et al., 2014).

Por sua vez, também os desperdícios devem ser analisados de uma forma diferente – nos ambientes administrativos o fluxo do processo diz respeito, principalmente, ao fluxo de informação – um bem intangível – por isso, as tarefas de identificação e análise dos problemas associados ao mesmo revelam-se mais difíceis. No entanto, todos os desperdícios existentes nestes ambientes podem ser categorizados de acordo com os sete tipos de desperdício identificados por Ohno e Shingo, assim como com o oitavo, o qual veio sendo acrescentado, ao longo do tempo: o não aproveitamento do potencial humano, desperdício que surge como consequência dos restantes. Na Tabela 1 estão reunidos alguns exemplos sobre de que forma é que estes desperdícios se apresentam, consoante o meio em que ocorrem (Dolcemascolo, 2005; Tapping & Shuker, 2003):

Tabela 1 - Ambiente Produtivo vs. Ambiente Administrativo – exemplos de desperdícios

(Dolcemascolo, 2005; Tapping & Shuker, 2003)

	Ambiente Produtivo	Ambiente Administrativo
Excesso de produção	Produzir mais produtos que o necessário ou antes de ser necessário	Imprimir documentos ou comprar equipamentos antes da necessidade

Esperas	Aguardar por componentes ou por conclusão do ciclo da máquina	Aguardar por assinaturas, autorizações, respostas a <i>e-mails</i>
Transportes	Transporte do produto de um posto para outro	Transporte de informação em formato físico (capas, folhas...)
Processamento excessivo	Embalar e desembalar componentes, proteger para pintar	Transações excessivas, como reinserir ou verificar dados, fazer cópias extra
Excesso de inventário	Excesso de matéria-prima, <i>WIP (work in process)</i> , ou de produto acabado	Desorganização do local de trabalho, excesso de equipamentos e material
Movimentos	Deslocações dos colaboradores para procurar ferramentas ou pessoas	Deslocações dentro do departamento e entre departamentos para utilizar equipamentos ou procurar pessoas
Defeitos	Fabrico de produtos com defeitos, que são descartados ou que precisam de retrabalho	Erros no preenchimento de documentos ou preenchimento incompleto
Não aproveitamento do potencial humano	Objetivos dos departamentos desalinados com os objetivos da organização, o não envolvimento de todos os colaboradores na implementação de melhorias	

Através da aplicação dos princípios e ferramentas *lean* é possível identificar e eliminar estes desperdícios nas áreas administrativas, resultando numa redução significativa dos custos e melhoria do desempenho de todas as funções de *back-office*. Contudo, mais importante do que isso é o facto das melhorias implementadas nestes ambientes serem repercutidas por toda a organização, visto estas áreas serem bastante abrangentes e, sobretudo, de suporte às áreas produtivas e de engenharia, o que, por fim, se traduz num efeito de várias fontes de vantagem competitiva (Bonaccorsi et al., 2011; Lareau, 2003).

Ainda assim, é frequente as organizações adotarem práticas *lean* sem necessariamente se tornarem *lean* – isto porque o facto de se implementar uma ou duas ferramentas *lean* num processo de uma empresa não a torna, efetivamente, *lean* – sendo esta uma característica que se manifesta, tipicamente, sob a forma de projetos de melhoria esporádicos, cujo objetivo é o de minimizar desperdícios e potenciar o fluxo, sem que haja uma estratégia coerente e abrangente, nem interligação com diferentes áreas de atuação. Nestas circunstâncias, o trabalho administrativo é, inúmeras vezes, negligenciado (Tapping & Shuker, 2003).

A verdade é que algumas ferramentas *lean* requerem um maior esforço, assim como adaptações, para resultar em ganhos consideráveis para a organização quando aplicadas nestes ambientes, e por isso é que, juntamente com o facto de haver pouca informação tanto das pessoas envolvidas, como da

literatura, e os processos nestas áreas serem pautados de grande variabilidade, atuar nestes meios acaba por ficar para segundo plano. Contudo, o verso da moeda também existe – há ferramentas *lean* que podem ser facilmente aplicadas nos meios administrativos, e que resultam em ganhos igualmente significativos, podendo-se destacar as seguintes (Monteiro et al., 2015):

- 5S e Gestão visual;
- Standard Work;
- Mapeamento do Processo.

2.2.1 5S e Gestão Visual

Os 5S são uma ferramenta que possibilita a redução de desperdícios através da arrumação, organização e limpeza dos postos de trabalho, para além de permitir a criação de um processo contínuo para a melhoria do ambiente de trabalho. No fundo, promove a padronização da organização e limpeza, a alteração da atitude dos colaboradores relativamente ao seu trabalho, e melhorias ao nível da comunicação entre as várias funções e departamentos da organização (Randhawa & Ahuja, 2017). Neste sentido, a metodologia consiste na execução de 5 passos (Jaca, Viles, Paipa, Santos, & Mateo, 2014; Liker, 2004; Peiris, Hui, Ngo, Duffield, & Garcia, 2021) (Figura 4) :

1. Seiri (Separar): Começar por separar os materiais que são necessários todos os dias para a realização das tarefas de valor acrescentado dos materiais que são raramente ou nunca utilizados.
2. Seiton (Organizar): Criar locais permanentes de arrumo para cada material ou ferramenta, tendo em conta o seu grau de utilização, de modo que os colaboradores sejam capazes de alcançar imediatamente os materiais ou ferramentas comumente utilizadas, de forma a criar fluxo no processo.
3. Seiso (Limpar): O posto de trabalho deve estar sempre limpo, através da filosofia “manter limpo em vez de limpar”. Este processo de limpeza atua muitas vezes como uma forma de inspeção, expondo condições anormais e de pré-falha que podem prejudicar a qualidade ou causar falhas dos equipamentos.
4. Seiketsu (Normalizar): Determinar regras e procedimentos de trabalho para manter e monitorizar os 3 primeiros S's.
5. Shitsuke (Compromisso e autodisciplina): Criar hábitos para manter a concretização das normas definidas, possibilitando os benefícios do 5S.

Segundo Liker (2004), é necessária a realização de auditorias regulares por parte da gestão de topo para que a eficiência dos programas 5S seja garantida, uma vez que estas podem contribuir para uma maior responsabilização dos colaboradores relativamente ao seu local de trabalho.

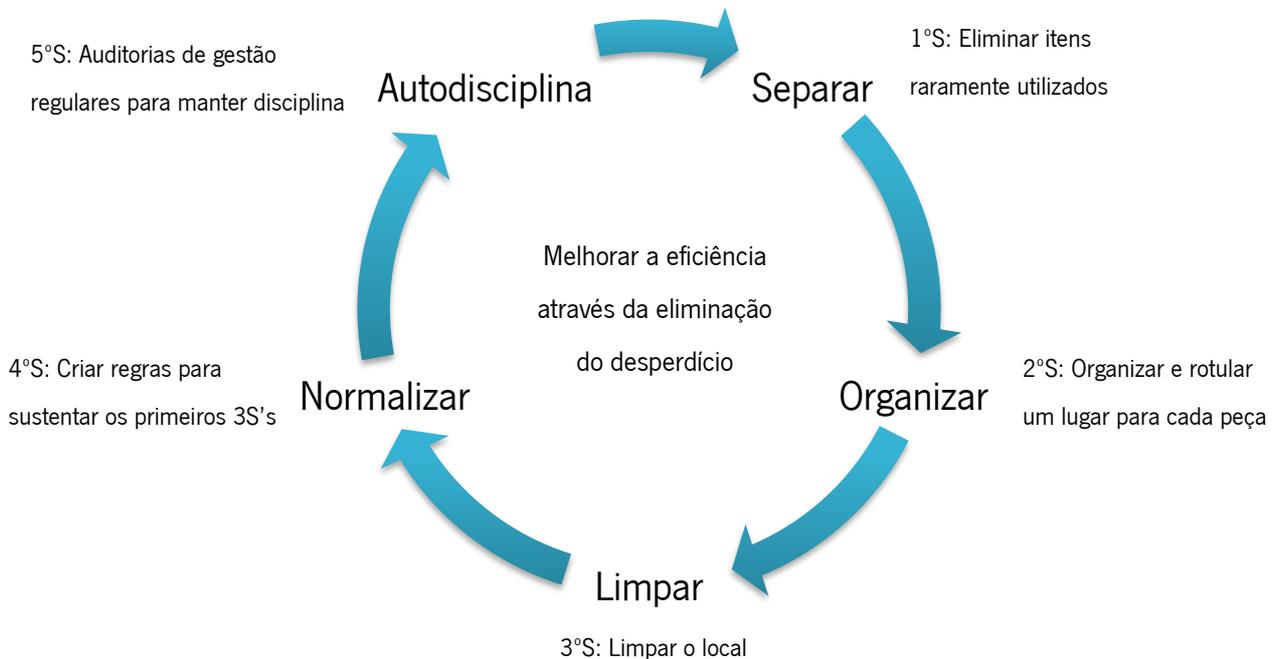


Figura 4 - Os 5S's
(adaptado de (Liker, 2004))

Nos últimos anos foi desenvolvida uma nova metodologia – 6S – tendo por base a metodologia 5S. O 6S foi concebido para reduzir o desperdício e otimizar a produtividade, de forma a eliminar defeitos, reduzir o número de acidentes, alcançar um ambiente de trabalho limpo, organizado e confortável para os funcionários. Assim, a metodologia 6S inclui todos pilares da metodologia 5S, adicionando um novo pilar – segurança – logo após o 4ºS (*Seiketsu*). Este novo conceito pretende não só garantir um ambiente de trabalho seguro e livre de perigos reconhecíveis, mas também assegurar que os colaboradores estão consciencializados para os problemas relacionados com a segurança e higiene no trabalho (Sukdeo, 2017).

De igual forma, houve ainda o desenvolvimento da metodologia 7S a partir do 6S, com o objetivo de melhorar a coesão das equipas. Nesta nova metodologia foi adicionado o conceito “espírito de equipa”, tendo como ideia principal adicionar os princípios de cooperação e coesão por toda a hierarquia organizacional. De acordo com Mahlaha, Sukdeo e Mofokeng (2020), esta metodologia permite reduzir os tempos de processamento, além de contribuir para o moral e motivação da força de trabalho.

Quando se fala de Metodologia 5S, o termo “Gestão Visual” é também normalmente referido, uma vez que este auxilia e potencia o sucesso do 5S no sentido em que contribui para que tudo se torne mais visível e lógico, fornecendo informação de uma forma mais acessível e intuitiva, o que, por sua vez, permite identificar mais rapidamente desperdícios (Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos, 2016).

2.2.2 Standard Work

A padronização é um elemento-chave da filosofia *lean*, constituindo uma base fundamental para a melhoria contínua, uma vez que, à medida que o padrão é aperfeiçoado, este transforma-se na base para melhorias adicionais, e assim sucessivamente (Figura 5) (Míkva, Prajová, Yakimovich, Korshunov, & Tyurin, 2016).

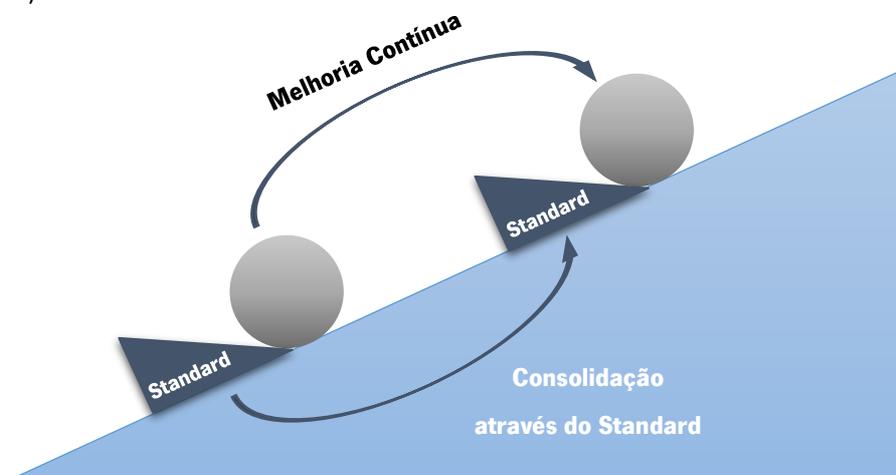


Figura 5 - O standard como base para a melhoria contínua

Neste sentido, o *Standard Work* ou Trabalho Padronizado é uma ferramenta *lean* que permite documentar, definir e estabelecer a sequenciação de um conjunto de operações de um determinado posto de trabalho, e como as mesmas deverão ser realizadas para produzir uma unidade de produto de acordo com o tempo de ciclo (TC). Através do trabalho padronizado, todos os colaboradores trabalham ao mesmo ritmo e ao mesmo tempo, contudo, para que haja sucesso no emprego desta ferramenta é necessário ter-se em atenção três elementos chave (Feng & Ballard, 2008; Lu & Yang, 2015; Shingo, 1989a):

1. Tempo de ciclo normalizado: Tempo disponível para a produção de um artigo, o qual possibilita responder à procura do mercado.
2. Sequência das operações normalizada: Sequência pela qual as tarefas devem ser realizadas, garantindo uma maior eficiência, assim como uma forma melhor e mais segura de se executar o trabalho.

3. Inventário WIP (*Work in Process*): Quantidade mínima que deve ser assegurada com o intuito de manter o fluxo.

O trabalho padronizado não significa tornar todas as tarefas altamente repetitivas, mas sim definir os melhores procedimentos e reduzir ao máximo a variação no método de trabalho – o objetivo é fazer o trabalho certo da primeira vez, sem erros (Feng & Ballard, 2008; Míkva et al., 2016).

Para que isso seja possível, Urgan (2006) atenta na importância de documentar, de modo detalhado, a melhor forma de realizar um determinado processo, uma vez que, sem esse detalhe, os colaboradores poderão desenvolver as suas próprias maneiras de executar as tarefas devido a diferenças de interpretação. Para além disso, defende que a semântica utilizada deve ser simples, já que os procedimentos serão utilizados por diferentes colaboradores.

Por consequência, os benefícios decorrentes da aplicação do *Standard Work* incluem a documentação do processo atual, a existência de uma base para a melhoria contínua, diminuição da variabilidade, controlo mais eficiente dos processos, formação mais facilitada a novos colaboradores e redução das lesões e esforços, para além de contribuir para a diminuição do número de defeitos e erros. Paralelamente, a padronização do trabalho adiciona disciplina à cultura, um elemento frequentemente negligenciado, contudo essencial para enraizar o *lean* nas organizações (Míkva et al., 2016).

2.2.3 Mapeamento do Processo

De uma forma geral, uma organização precisa de ter um conhecimento claro dos seus processos para que lhe seja possível diagnosticar os problemas inerentes aos mesmos e, por conseguinte, atuar no sentido de os eliminar, com o objetivo de melhorar o seu desempenho global (Carvalho et al., 2015). Neste sentido, a ferramenta Mapeamento do Processo – a qual surgiu como uma adaptação da ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) – assume um papel preponderante.

Tanto o Mapeamento do Processo como o VSM são ferramentas que permitem representar, de forma visual, o fluxo de material e informação de uma cadeia de valor específica, ou seja, todas as atividades realizadas para entregar o produto ou serviço final ao cliente. Para o efeito, estas metodologias devem ser implementadas seguindo as 4 etapas apresentadas (Carvalho et al., 2015):

1. Seleção da família de produtos.
2. Desenho do mapeamento do estado atual: este é analisado em questões de *bottlenecks*, atrasos, tempos de carregamento/descarregamento, entre outros, com o objetivo de identificar processos de valor acrescentado e não acrescentado (Narke & Jayadeva, 2020).

3. Desenho do mapeamento do estado futuro: construção da situação ideal do fluxo do processo, considerando todas as potenciais oportunidades de melhoria visualizadas.
4. Definição e implementação das ações de melhoria necessárias.

Embora ambas as ferramentas consistam no mesmo pressuposto, cada uma delas tem um contexto específico de aplicação:

- VSM – é utilizado para mapear processos produtivos, onde os *inputs* e *outputs* consistem em informação e material.
- Mapeamento do Processo – é empregue para a representação do fluxo dos processos administrativos, onde tanto os *inputs* como os *outputs* são, maioritariamente, informação (Bonaccorsi et al., 2011; Tapping & Shuker, 2003).

Segundo Tapping e Shuker (2003), é possível dividir a cadeia de valor de uma dada família de produtos em 3 áreas diferentes, cada qual composta por vários processos e atividades, estando elas representadas na Figura 6.

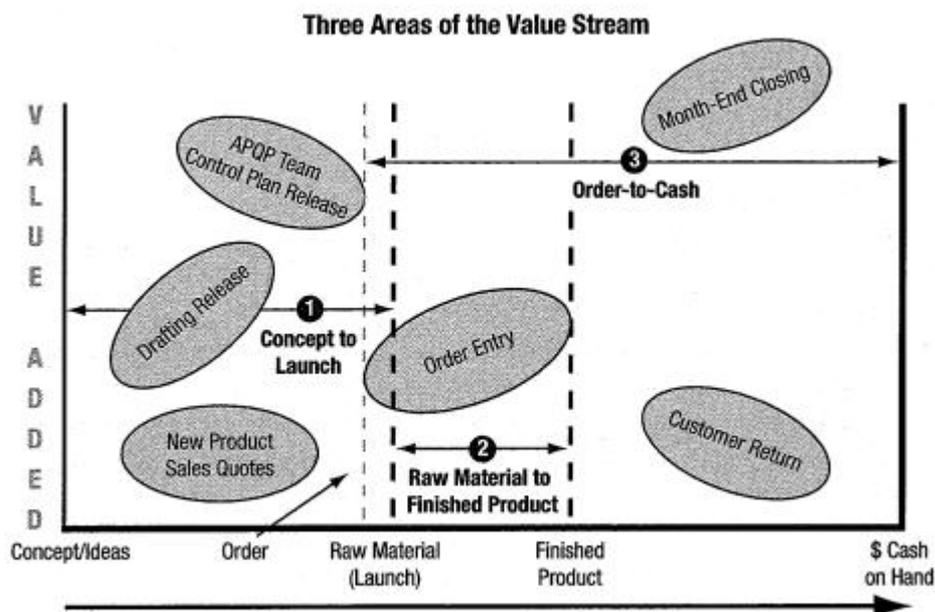


Figura 6 - As 3 áreas da cadeia de valor
(Tapping & Shuker, 2003)

Como retratado na figura acima, a área *Concept to Launch* (1) – tradução livre para “Do conceito ao lançamento” – marca o início da cadeia de valor, correspondendo à área administrativa de início de projeto onde são realizados esboços, desenhos técnicos e outra documentação necessária para o fabrico de um produto, e onde ocorre o desenvolvimento de protótipos. Além disso, é também nesta fase que ocorrem as procuras de mercado, o processo de aquisição de mercadorias, tal como pedidos e cotações

de clientes. Logo após esta área, dá-se início às restantes duas áreas: a *Raw Material to Finished Product* (2) – “Da matéria-prima ao produto acabado” – e a *Order-to-Cash* (3) – “Do pedido à venda”.

A área *Raw Material to Finished Product* corresponde, como o nome indica, à área produtiva, mais concretamente, a todo o material e informação de produção necessários para entregar o produto ao cliente com a melhor qualidade, a um menor custo e com menor *lead time*. Por outras palavras, diz respeito ao fabrico do produto em si. Já a *Order-to-Cash*, que dependendo do tipo de processo de produção pode ocorrer em simultâneo com a *Raw Material to Finished Product*, é a área administrativa que começa com a entrada do pedido do cliente, e termina com o pagamento do mesmo.

Como referido anteriormente, o foco da presente dissertação reside no processo de desenvolvimento de protótipos, pelo que, de acordo com a representação e descrição supramencionada, estamos perante a área *Concept to Launch*.

Após a escolha da área da cadeia de valor a analisar segue-se o mapeamento do estado atual do processo, que consiste na representação do seu fluxo de trabalho e informação através de um conjunto de símbolos (Tabela 2).

Tabela 2 - Símbolos do Mapeamento do Processo

Adaptado de (Halseth, 2018)

Elementos	Designação	Definição
	Atividade	Representa a atividade a ser executada
	Ponto de decisão	Indica um ponto de tomada de decisão
	Documento	Indica os documentos utilizados no processo
	Início/Fim <i>Input/Output</i>	Assinala o início ou o fim do processo
	Conector na página	Indica que, a partir desse ponto, o processo continua noutro ponto, representado com a mesma letra/número
	Fluxo de sequência	Mostra a direção do fluxo do processo

	Atraso	Indica uma espera no processo
	<i>Swimlanes</i>	Representa os participantes dentro do processo
	<i>Kaizen</i>	Representa uma oportunidade de melhoria no processo

Nesta etapa torna-se fundamental constituir uma equipa multidisciplinar, isto é, uma equipa com, pelo menos, 1 representante de cada departamento envolvido no processo, pois, na maior parte dos casos, os colaboradores têm um conhecimento mais ou menos claro dos fluxos de trabalho do seu departamento, contudo, pouco conhecem acerca dos fluxos de trabalho dos restantes. Desta forma, é possível reunir dados precisos e atuais sobre o trabalho levado a cabo por todos os departamentos, o que permite não só identificar e desenhar todas as atividades específicas que ocorrem ao longo da cadeia de valor, mas, sobretudo, de que forma é que estas atividades se relacionam entre os diferentes setores. Importa também salientar que o trabalho em equipa necessário para mapear o estado atual do processo fomenta a compreensão e criação de laços de confiança entre os intervenientes e respetivos departamentos, para além de ajudar a formar um consenso acerca da existência de desperdícios ao longo da cadeia de valor, sem culpabilizar entidades específicas.

Por fim, uma vez que os elementos da equipa pertencem a vários setores diferentes e, por isso, possuem perspetivas e formas de pensar distintas, o processo de *brainstorming* e desenvolvimento de propostas de melhoria revela-se mais proveitoso, o que se traduz em mais e melhores ideias para minimizar os desperdícios anteriormente identificados (Heher & Chen, 2017; Tapping & Shuker, 2003).

Uma vez concluída a etapa de mapeamento e análise do estado atual do processo é possível desenhar o mapeamento do estado ideal ou futuro do mesmo, tendo em consideração os problemas percecionados aquando da sua análise.

Por último, segue-se a etapa de definição e implementação das ações de melhoria necessárias para que o processo real em estudo corresponda ao mapeamento do estado futuro. Na definição e implementação deste plano de melhorias importa lembrar as razões que levaram à necessidade de mapear o processo, de forma que as ferramentas *lean* a aplicar aos processos estejam alinhadas com os objetivos organizacionais previamente definidos.

De uma forma geral, através do mapeamento dos processos torna-se possível não só ter uma imagem clara dos desperdícios existentes, mas também de os distinguir das atividades de valor acrescentado. Por conseguinte, esta identificação e distinção das atividades permite a criação de propostas de melhoria cujo objetivo é o de reduzir e eliminar as fontes de desperdício, de forma a promover o fluxo (Sutharsan, Mohan Prasad, & Vijay, 2020; Tapping & Shuker, 2003).

3. CASO DE ESTUDO

Este capítulo é dedicado à apresentação da empresa onde decorreu o estágio curricular que possibilitou a escrita desta dissertação de mestrado. Rigorosamente falando, inicialmente é feita uma contextualização da empresa, do seu negócio e estrutura organizacional, seguindo-se a apresentação dos seus principais produtos. Por fim, é feita uma breve introdução da temática sobre a qual o estágio em questão incidiu – o foco desta dissertação de mestrado.

3.1 O Grupo Salvador Caetano

Em 1946, Salvador Fernandes Caetano, em conjunto com o seu irmão Alfredo Caetano e com o amigo Joaquim Martins, fundou a empresa “Martins, Caetano & Irmão, Lda.” focada na produção de carroçarias de autocarros, a qual viria dar origem à Salvador Caetano.

Esta mostrou-se pioneira desde cedo, tendo sido a primeira empresa, em Portugal, a aplicar a técnica de construção mista na fabricação de carroçarias – técnica baseada na aplicação de perfis de aço e madeira – e, mais tarde, ao fabricar carroçarias inteiramente metálicas.

Em 1966 entrou em laboração a nova unidade fabril em Vila Nova de Gaia, e, em 1967, foram exportados os primeiros autocarros para Inglaterra. Neste sentido, o ano de 1968 ficou marcado pela assinatura do contrato para a importação e distribuição exclusiva da marca Toyota em Portugal, tendo sido inaugurada, em 1971, a primeira fábrica Toyota em Ovar (CaetanoBus, 2021a; Salvador Caetano, 2021a).

Motivado pela dificuldade em recrutar profissionais qualificados, no início dos anos 80 foi criado o Centro de Formação Salvador Caetano. Este centro, ainda em vigor, é dedicado exclusivamente à formação dos seus colaboradores e à qualificação de jovens para o mercado de trabalho (Salvador Caetano, 2021c).

Ao longo dos anos, o grupo Salvador Caetano foi-se reinventando e adaptando, o que potenciou o seu crescimento e expansão para dezenas de países. Como resultado, o grupo conta, atualmente, com mais de 100 empresas estabelecidas na Europa, América do Sul e África, que atuam em áreas de negócio como a indústria, serviços, e distribuição e retalho automóvel (Salvador Caetano, 2021b).

3.2 CaetanoBus

A CaetanoBus, Fabricação de Carroçarias S.A. (CBus), é uma empresa pertencente ao grupo Salvador Caetano resultante de uma parceria com a Daimler, em 2002 – a qual viria a terminar em 2010. Sediada em Vila Nova de Gaia e com oficina em Ovar, a CBus é a maior fabricante de carroçarias e autocarros

em Portugal, estando também presente em países como o Reino Unido, Alemanha e Marrocos (CaetanoBus, 2021a).

A empresa tem como missão proporcionar aos seus clientes soluções mais seguras e sustentáveis, através de produtos diferenciadores, e a sua visão baseia-se no desenvolvimento de soluções inovadoras que permitam um futuro pautado pelas energias limpas (CaetanoBus, 2021e).

De facto, a sua grande aposta na inovação – produção de autocarros a gás, autocarros elétricos e autocarros a hidrogénio – conferiu-lhe a atribuição de vários prémios, o que consolidou ainda mais o seu sucesso e posição no mercado nacional e internacional.

Em 2017, objetivando um maior desenvolvimento da mobilidade elétrica, a contribuição para a redução da poluição atmosférica e a globalização dos seus produtos, a CBus anunciou uma aliança estratégica com o Grupo Mitsui & Co., Ltd, o qual se tornou sócio minoritário do capital social da CBus (CaetanoBus, 2017, 2021a, 2021b).

Mais recentemente, a Toyota Caetano Portugal (TCAP) tornou-se acionista direta da CBus, o que resultou numa alavancagem do negócio da empresa, mais concretamente a nível da mobilidade zero-emissões. Assim, os autocarros elétricos e os autocarros movidos a hidrogénio produzidos pela CBus passam a ter também a marca Toyota (CaetanoBus, 2021d).

3.2.1 Catálogo de Produtos

Atualmente, a CBus produz autocarros e carroçarias montadas em chassis de várias marcas com diferentes especificações e para propósitos distintos. Embora haja uma grande variedade de modelos, de forma a manter a coerência e organização no processo produtivo estes são agrupados em famílias, tendo em conta as suas principais características e semelhanças. Assim sendo, os modelos são divididos pelo tipo de serviço a que se destinam, sendo eles serviços de transporte urbano, de turismo, de aeroporto e miniautocarros (CaetanoBus, 2021b).

Em seguida, nas tabelas 3, 4, 5 e 6 são apresentados os principais modelos produzidos na empresa:

Tabela 3 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Miniautocarros

(CaetanoBus, 2021c)

Família		Descrição	Modelo	Representação
Miniautocarro	Autocarros caracterizados pelo seu porte menor	<p>Ideal para o segmento escolar ou turístico. Com capacidade para 31 lugares sentados, destaca-se pelo elevado padrão de conforto e qualidade e pela ampla bagageira.</p>	iTRABUS	
		<p>Para transporte de passageiros em modo privado ou comercial de tripulações. Com capacidade para 24 lugares sentados, destaca-se pelo elevado conforto, qualidade e pelas amplas bagageiras interiores e exteriores.</p>	iTRABUS CABIN CREW	

Tabela 4 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Turismo

(CaetanoBus, 2021c)

Família	Descrição	Modelo	Representação
Turismo	Autocarros para longos percursos, caracterizados por proporcionarem um maior conforto	Concebido para o serviço de turismo, intercity e transporte escolar. Destaca-se pelo seu conforto interior, design, robustez e qualidade dos materiais. Com capacidade para 55 lugares sentados.	WINNER 
	Marca a diferença no segmento de autocarros de turismo de luxo. Double-decker com capacidade para 76 lugares sentados.	INVICTUS	
	Destaca-se por oferecer o máximo conforto e bem-estar para os passageiros e motorista. Com capacidade para 53 lugares sentados.	LEVANTE	

Tabela 5 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Urbanos

(CaetanoBus, 2021c)

Família	Descrição	Modelo	Representação
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Urbano</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Autocarros para circulação em meio urbano, caracterizados por viagens curtas para transporte público de passageiros</p>	<p>Caraterizado pelas suas dimensões compactas, é ideal para circular nas ruas mais estreitas em meios urbanos. Com capacidade para 26 lugares sentados e 37 lugares em pé.</p>	<p>CITY MIDI</p>	
	<p>Marca a diferença ao ser movido a biogás, é silencioso e produz até menos 96% das emissões de CO2. Com capacidade para 41 lugares sentados e 28 lugares em pé.</p>	<p>ECO CITY</p>	
	<p>Versão <i>low entry</i> e com entradas amplas, o que permite uma maior facilidade de acesso aos utentes com mobilidade reduzida. Com capacidade para 35 lugares sentados e 49 lugares em pé.</p>	<p>CITY GOLD</p>	
	<p>Versão elétrica do CITY GOLD, com capacidade para 87 passageiros.</p>	<p>E.CITY GOLD (elétrico)</p>	

		Versão elétrica movida a hidrogénio do CITY GOLD, com capacidade para 64 passageiros.	H2.CITY GOLD (elétrico movido a hidrogénio)	
--	--	---	---	--

Tabela 6 - Modelos produzidos na CaetanoBus – Aeroporto

(CaetanoBus, 2021c)

Família	Descrição	Modelo	Representação	
Aeroporto	Autocarros para deslocação exclusiva em aeroportos, caracterizados pelo seu amplo salão	Distribuído pela COBUS Industries. Distingue-se pelo ciclo de vida superior a 25 anos devido à sua carroçaria em alumínio e capacidade para transportar mais de 100 passageiros. Com portas de ambos os lados que permitem maior mobilidade e tempos de embarque/desembarque reduzidos.	COBUS	
	Versão elétrica do COBUS, com capacidade para transportar até 112 passageiros.	E.COBUS (elétrico)		

3.2.2 Alvo do Estudo – Processo de Desenvolvimento de Protótipos

Um protótipo, segundo a definição encontrada no dicionário, é um exemplar único feito para ser experimental antes da produção de outros exemplares (Dicionário Online Priberam de Português, n.d.). Por outras palavras, trata-se de um modelo utilizado para a realização de testes e alterações ao processo

antes da produção em grande escala – produção da série – sendo, posteriormente, utilizado como padrão para a mesma.

Atualmente, o desenvolvimento de protótipos representa uma parte fundamental do trabalho da CBus – devido às constantes evoluções tecnológicas e procura por novos produtos por parte dos consumidores, a empresa precisa de manter os seus produtos atuais e apelativos, de forma a garantir a sua competitividade no mercado. Neste sentido, sempre que pretende empreender um novo conceito de autocarro, ou um modelo já existente requer um desenvolvimento novo, é projetado um protótipo para testar as novas funcionalidades/mudanças. Assim, todos os anos são iniciados novos projetos, os quais se podem estender por alguns meses ou vários anos, consoante a sua complexidade e dimensão.

Em consonância com a definição encontrada no dicionário, através da conceção de protótipos, a empresa tem como principal objetivo antever os desafios inerentes à produção dos novos modelos de autocarro, enquanto tenta melhorar o seu processo produtivo, de forma que, aquando da produção da série, não existam defeitos, esperas, retrabalho, transportes, etc., ou seja, qualquer tipo de desperdício. Neste sentido, durante a sua produção, os protótipos podem ser sujeitos a experimentações, alterações e melhorias que exigem um maior número de recursos, ao mesmo tempo que são analisadas pequenas oportunidades de melhoria não passíveis de experimentação, as quais são diretamente implementadas nas unidades de série.

Existe um grande investimento no que diz respeito à identificação de oportunidades de melhoria no processo produtivo dos protótipos para que o processo produtivo das séries ocorra com o menor número de desperdícios possível, no entanto, o mesmo não acontece com o processo de desenvolvimento que o antecede e acompanha, embora este desempenhe um papel preponderante para que a produção ocorra com o mínimo de contratempos possível, como atrasos e indefinições. De facto, se o objetivo é reduzir o *lead time*, e, portanto, o *time-to-market* destes produtos, é necessário olhar para o processo como um todo, isto é, atuar no sentido de reduzir os desperdícios tanto a nível administrativo como produtivo.

Assim sendo, esta dissertação de mestrado terá como foco o estudo do processo de desenvolvimento de protótipos, com o qual se espera tornar visíveis os desafios e desperdícios inerentes ao mesmo, e, conseqüentemente, apresentar propostas de melhoria com a capacidade de reduzir o *lead time* do produto.

4. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS

Este capítulo tem como foco o estudo do processo de desenvolvimento de protótipos da empresa CaetanoBus, S.A. Mais concretamente, numa fase inicial é feita uma contextualização do projeto e qual a responsabilidade de cada departamento no mesmo. Depois, é demonstrado de que modo é que todos os departamentos e respetivo trabalho se relacionam durante as várias etapas do projeto.

4.1 Contextualização do projeto e dos trabalhos departamentais

Na CBus, quando se desenvolve um protótipo, quer ele seja um novo modelo de autocarro, ou apenas uma atualização de um modelo existente, este raramente é desenvolvido de raiz. É habitual utilizar um outro modelo de autocarro já maturado como base a partir da qual se fazem as alterações que darão origem ao protótipo pretendido. Neste sentido, o miniautocarro urbano, cujo processo de desenvolvimento foi acompanhado para a escrita da presente dissertação, foi projetado tendo como base o miniautocarro de turismo pertencente ao catálogo da empresa.

À primeira vista, esta abordagem permite não só uma facilidade e celeridade no processo de projeção e desenho, mas também no processo logístico, de qualidade e de produção, uma vez que são “reutilizadas” várias peças de outros autocarros para o seu desenvolvimento, o que significa que já existe um *know-how* associado às mesmas.

Evidentemente, todo este processo – desde a projeção do protótipo à entrega do mesmo ao cliente – é bastante complexo e extenso, pelo que o mesmo se encontra dividido em 2 fases:

- Fase 1: definição, projeção e preparação para produção;
- Fase 2: produção, testes e validações.

A partir do momento em que existe a necessidade de desenvolvimento de um protótipo é criada uma equipa multidisciplinar que acompanha o desenrolar do projeto desde a sua projeção (Fase 1) até ao momento em que o protótipo está produzido e pronto a entregar ao cliente (Fase 2). Esta equipa é, habitualmente, constituída por 1 ou mais membros de cada departamento envolvido, tendo estes uma maior ou menor participação no projeto consoante a fase de desenvolvimento em que o protótipo se encontra. No caso do protótipo miniautocarro urbano, a equipa designada para o seu acompanhamento era composta de acordo com a Figura 7:



Figura 7 - Constituição da equipa do projeto miniautocarro urbano

De uma forma geral, é possível saber e perceber qual o trabalho e responsabilidade de cada departamento através da sua nomenclatura – associamos, comumente, “Logística” a fornecimento de materiais, assim como “Produção” ao fabrico do produto. No entanto, é necessário conhecer em pormenor as tarefas e procedimentos de cada departamento para que realmente seja possível encontrar desperdícios e oportunidades de melhoria nos seus processos.

Em vista disso, numa primeira fase foram realizadas entrevistas semiestruturadas aos membros de cada departamento destacados para o acompanhamento do protótipo, com o principal objetivo de não só conhecer o dia-a-dia do seu trabalho e de que forma é que o seu departamento está organizado, mas também para perceber se o colaborador reconhecia a existência de oportunidades de melhoria nos processos efetuados pelo seu departamento. O guião utilizado para a condução destas entrevistas pode ser consultado no Apêndice 1.

A aplicação de práticas *lean* nos ambientes administrativos apresenta um maior número de desafios quando comparada com a sua aplicação nos meios produtivos, isto porque existe uma maior variação associada ao trabalho administrativo. Por outras palavras, existe um menor nível de padronização das atividades, o que as deixa sujeitas a alguma aleatoriedade como consequência da liberdade de execução

e influências externas (Monteiro et al., 2015; Rüttimann et al., 2014). Além disso, em empresas complexas e de grande dimensão, como a CaetanoBus, a existência de uma padronização das atividades nestes meios não traduz totalmente a realidade. Assim, para que fosse possível representar os processos atuais da empresa, grande parte das atividades realizadas pelos diferentes departamentos foram definidas como padrão, ou seja, assumiu-se que estas tarefas ocorrem sempre, independentemente dos tipos de protótipo desenvolvidos.

Tendo isto em conta, a análise e organização dos dados provenientes das entrevistas permitiu construir uma primeira imagem dos processos da responsabilidade de cada departamento e, observando-os como um todo, foi possível começar a esboçar as ligações entre as tarefas realizadas pelos mesmos.

4.1.1 Departamento Comercial

O Departamento Comercial (SAC) é o departamento responsável pelo relacionamento com os clientes e, portanto, pelas vendas dos produtos comercializados pela empresa. Pode-se considerar, por isso, que é neste departamento que se inicia todo o processo de desenvolvimento de protótipos.

Atualmente, este departamento organiza-se por mercados, isto é, consoante o mercado em que o cliente se encontra inserido ou onde se pretende fazer uma prospeção, existe uma equipa específica destinada à realização de qualquer trabalho ou negociação nesse sentido. Assim, os membros, bem como o trabalho departamental, estão distribuídos pelos seguintes grupos:

- Mercado de países francófonos;
- Produtos de Chassi, mercado espanhol e sul americano;
- Mercado de países germanófilos;
- Mercado de países nórdicos;
- Mercado nacional;
- Mercado inglês.

No que diz respeito à comercialização de autocarros, ficou-se a perceber, através da entrevista levada a cabo ao membro do departamento destacado para o projeto, que esta pode ser feita através de duas vias: vendas diretas ou vendas por concursos públicos.

Nas vendas diretas, o cliente contacta diretamente a empresa para produzir os autocarros pretendidos, enquanto, nos concursos públicos, várias empresas se candidatam para produzir os autocarros pretendidos pelo cliente.

Evidentemente, as vendas diretas representam a via de comercialização preferencial da empresa, uma vez que, através deste processo, não existe a necessidade de “competir” com outras empresas para produzir os autocarros pretendidos pelo cliente, e, por isso, a empresa não fica sujeita ao escrutínio público, como aconteceria no caso dos concursos públicos. Além disso, a venda direta implica processos menos morosos e uma maior “liberdade” na produção dos autocarros, pois, nesta via, alguns aspetos e características pedidos pelos clientes podem ser mais facilmente negociados.

De uma forma geral, a principal diferença entre estes dois processos de venda encontra-se na condição em que surge a encomenda do cliente (procura do cliente para produzir vs. candidatura no concurso para produzir). À parte desse aspeto, pode-se considerar que os processos são semelhantes.

Assim sendo, sempre que existe uma encomenda de cliente existe um caderno de encargos associado, o qual consiste num documento com todas as características base desejadas pelo cliente. Devido à sua complexidade e extensão, o caderno de encargos é um documento partilhado apenas pelos departamentos Comercial, de Engenharia 1 (ENG1) e 2 (ENG2), e de Qualidade do Produto (QDP), que são os departamentos responsáveis pela projeção do autocarro e respetiva validação. Para consulta dos restantes departamentos são desenvolvidos 2 outros documentos – especificação de cliente e especificação técnica do produto – onde estão reunidas as informações mais relevantes para as áreas de apoio à produção e área produtiva, ou seja, estes documentos acabam por ser um “resumo” do caderno de encargos.

Na fase inicial do projeto (Fase 1) – de definição e projeção do protótipo – e com base no caderno de encargos, SAC reúne semanalmente com o cliente, de forma a alinhar com o mesmo os seus requisitos e ideias com os conceitos e produtos oferecidos pela empresa. Nestas reuniões é indispensável a presença dos departamentos de engenharia, sobretudo quando as reuniões têm um teor mais técnico, de forma a dar a conhecer ao cliente, de forma direta, o que é possível ou não realizar dentro do pretendido.

Paralelamente, SAC vai realizando reuniões com os departamentos de Controlo de Gestão (CTR), Engenharia de Processo (DEP) e Compras (PUR) para, no fundo, orçamentar a produção das unidades.

Ao longo do desenvolvimento do projeto, continuam a existir reuniões entre SAC e o cliente, ainda que menos frequentemente, de forma a alinhar pormenores que vão surgindo, assim como para agendar visitas ao chão-de-fábrica para que o cliente verifique se o protótipo desenvolvido vai ao encontro do idealizado. Como resultado destas visitas podem surgir alterações tanto a nível de tonalidades, materiais ou mesmo *design* de peças, as quais podem ou não se materializar imediatamente no protótipo.

Em suma, a partir da informação recolhida da entrevista semiestruturada foi possível desenhar o seguinte fluxograma relativo às tarefas de responsabilidade de SAC no âmbito do desenvolvimento de protótipos (Figura 8):

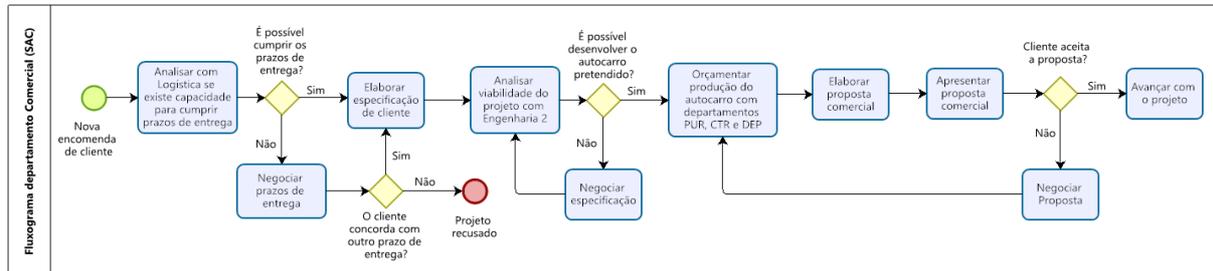


Figura 8 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de SAC no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.1.2 Departamento de Engenharia 2

O departamento de Engenharia 2 (ENG2) é responsável pelo desenvolvimento do produto, mais concretamente, da carroçaria do autocarro – é este o departamento que define a estrutura do mesmo, o *design* e o tipo de material de cada peça.

Atualmente, este departamento encontra-se subdividido em 6 equipas:

- Equipa dos autocarros urbanos – é a equipa responsável por projetar as carroçarias dos autocarros de serviço urbano;
- Equipa dos autocarros de turismo – é responsável pelo desenvolvimento das carroçarias dos autocarros de serviço de turismo;
- Equipa dos COBUS – equipa encarregue do desenvolvimento das carroçarias dos autocarros de serviço de aeroporto;
- Equipa das homologações – é responsável pela definição das homologações de cada autocarro, com base nas legislações do(s) país(es) onde os mesmos irão circular;
- Equipa de cálculo estrutural – é a equipa responsável pela verificação e cálculo da estabilidade da estrutura da carroçaria projetada e de apoio às equipas de autocarros urbanos, de turismo e COBUS no desenvolvimento da mesma;
- Equipa de compósitos – equipa encarregue de todos os assuntos relacionados com fibras (revestimento interior e exterior do autocarro) e de apoio às equipas de autocarros urbanos, de turismo e COBUS.

Como referido anteriormente, a CBus produz autocarros e carroçarias montadas em chassis de diversas marcas, pelo que não é possível, à empresa, desenvolver apenas uma só carroçaria padronizada para todos os autocarros, pois cada chassi possui particularidades e características únicas. De facto, para cada modelo de chassi existe um documento, disponibilizado pela marca, que contém informações relevantes sobre como deve ser feito o acoplamento da carroçaria ao modelo de chassi em questão. Este documento – o Manual do Carroçador – contempla não só recomendações, ou seja, informação que pode ser tida em conta ou não no desenvolvimento da carroçaria, mas também diretrizes que têm de ser, obrigatoriamente, respeitadas. Assim, é a partir da análise do caderno de encargos, deste documento e das legislações e regulamentos que o autocarro tem de respeitar que se começa a desenvolver o mesmo, isto é, inicia-se a definição da estrutura e materiais do autocarro (Fase 1). Depois de concluída, a estrutura projetada é analisada pela equipa de cálculo estrutural, procurando-se, através desta análise, verificar se a mesma é estável e qual o seu comportamento perante diferentes variáveis. Consoante o resultado, podem ser realizadas alterações à mesma ou não.

À medida que vão sendo definidos e desenvolvidos os componentes e características do autocarro a equipa de ENG2 responsável pela projeção do protótipo começa também a criar o documento “Especificação técnica do produto”, onde constam informações mais pormenorizadas que no documento “Especificação de cliente”. Paralelamente, todos os componentes do autocarro vão sendo listados para serem inseridos em sistema através da emissão de “Pedidos de Modificação” (PMs), os quais são tratados pelo departamento de Logística (LOG).

No que diz respeito às diferentes fases do desenvolvimento de protótipos, é na Fase 1 que ENG2 vê concentrado a maior parte do seu trabalho departamental. Não obstante, a participação do departamento na fase seguinte é extremamente necessária e essencial, não só para dar resposta aos problemas levantados durante a construção do autocarro que são da sua responsabilidade, mas também para que as melhorias identificadas sejam implementadas para a produção das séries.

Muito sucintamente, o trabalho de ENG2 reside na definição e projeção da estrutura e componentes do produto, tendo por base os requisitos do cliente, os regulamentos/diretrizes a respeitar e eventuais melhorias. Posto isto, desenhou-se o seguinte fluxograma relativo às tarefas de responsabilidade de ENG2 no âmbito do desenvolvimento de protótipos (Figura 9):

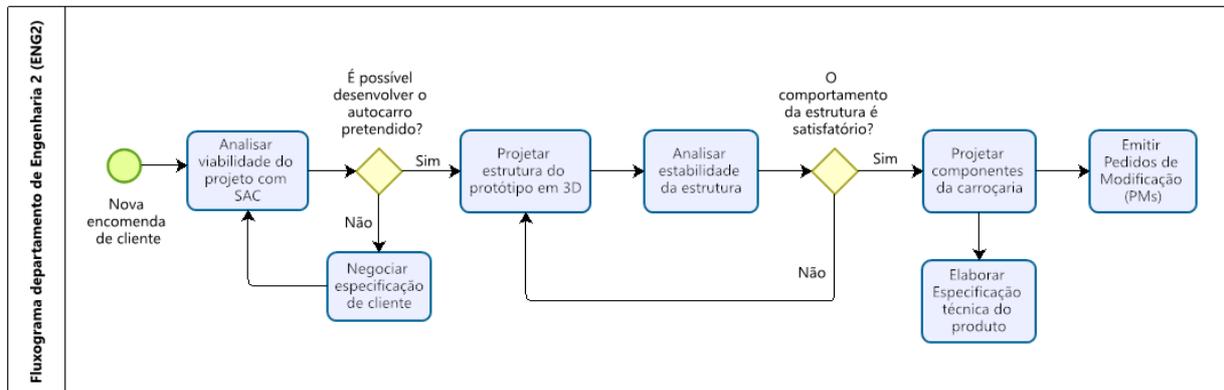


Figura 9 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de ENG2 no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.1.3 Departamento de Engenharia 1

O departamento de Engenharia 1 (ENG1) e o departamento de ENG2, como o nome pode dar a entender, são departamentos que se complementam, uma vez que ambos são responsáveis pelo desenvolvimento do produto. Enquanto ENG2 se foca na projeção da carroçaria do autocarro, ENG1 concentra-se no desenvolvimento da vertente elétrica e *software* do mesmo, isto é, o seu trabalho departamental reside na projeção e criação das instalações elétricas e programação do sistema do autocarro.

Reforçando a ideia de complementaridade, os procedimentos seguidos pelos departamentos são semelhantes, diferindo apenas o produto que é trabalhado.

Assim sendo, à data deste projeto, o departamento encontrava-se organizado da seguinte forma:

- Equipa de desenvolvimento de sistemas elétricos para autocarros urbanos – é a equipa responsável por projetar as instalações elétricas e respetiva programação dos autocarros de serviço urbano;
- Equipa de desenvolvimento de sistemas elétricos para autocarros de turismo – é responsável pelo desenvolvimento das instalações elétricas e respetiva programação dos autocarros de serviço de turismo;
- Equipa de desenvolvimento de sistemas elétricos para COBUS – equipa encarregue do desenvolvimento das instalações elétricas e respetiva programação dos autocarros de serviço de aeroporto;

- Equipa de integração de sistemas pneumáticos e hidrogénio – equipa responsável pelo desenvolvimento dos sistemas pneumáticos (travagem e suspensão) e de hidrogénio.

À semelhança do que acontece com ENG2, é a partir da análise do Manual do Carroçador, do caderno de encargos e das legislações e regulamentos que o autocarro tem de respeitar que o departamento inicia o seu trabalho, isto é, inicia a projeção do *hardware* e *software*. Contudo, é importante referir que não o faz de forma independente, necessitando do auxílio de ENG2 nesta projeção. Assim sendo, nesta fase é imprescindível que os departamentos reúnam regularmente para alinharem o desenvolvimento do produto, pois ENG1 necessita não só de ter conhecimento sobre as zonas do autocarro por onde as instalações podem passar, mas também de dar indicações a ENG2 para incluir verguinhas e furações na carroçaria para as acondicionar.

Depois de projetar as instalações e definir os componentes elétricos a aplicar no autocarro, ENG1 completa com as suas informações o documento “Especificação técnica do produto”. Ao mesmo tempo, vai emitindo PMs com os materiais e instalações necessários para a construção do autocarro, os quais são tratados e inseridos em sistema pelo departamento de LOG.

Tal como ENG2, apesar do departamento ter um papel mais ativo na Fase 1, a sua participação na Fase 2 do processo de desenvolvimento de protótipos é preponderante na ótica da resolução de problemas e implementação de melhorias.

Tendo isto em conta, o seguinte fluxograma representa as tarefas da responsabilidade de ENG1 no âmbito de desenvolvimento de protótipos (Figura 10):

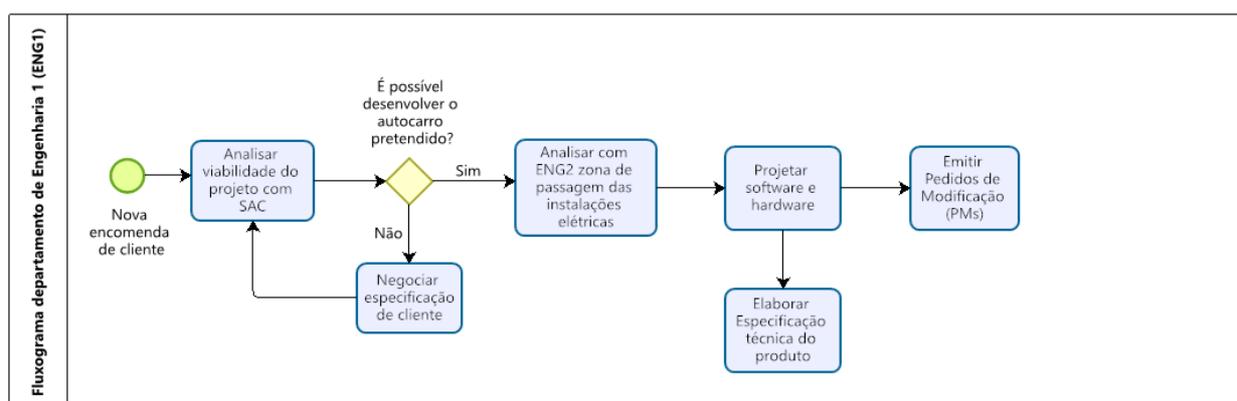


Figura 10 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de ENG1 no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.1.4 Departamento de Compras

O departamento de Compras (PUR) é o departamento responsável pelas relações com os fornecedores e serviços subcontratados pela empresa, estando assim encarregue das tarefas de negociação e compra das matérias-primas, peças, componentes e serviços.

Pensado de forma que fosse possível construir e manter boas relações com os fornecedores, o departamento encontra-se organizado segundo a categoria de produtos negociados, o que lhe permite que sejam sempre os mesmos membros do departamento a lidar com os mesmos fornecedores, independentemente do projeto. Assim sendo, os membros e respetivo trabalho departamental encontram-se distribuídos de acordo com as categorias abaixo:

- Matérias-primas;
- Componentes elétricos;
- Metalomecânica;
- Compósitos;
- Serviços subcontratados.

No que diz respeito às tarefas departamentais realizadas no âmbito do desenvolvimento de protótipos percebeu-se que o departamento de PUR inicia os seus trabalhos à medida que os departamentos de ENG1 e ENG2 vão definindo as peças e produtos do autocarro, isto é: quando os departamentos de engenharia definem os componentes que são necessários para a construção do protótipo, PUR realiza pesquisas de mercado pelos mesmos, através das quais pretende perceber se os fornecedores conseguem fazer e entregar os componentes pretendidos e, em caso afirmativo, a que preço.

Dependendo do tipo de componente, pode existir a necessidade do mesmo ser validado pelas equipas de ENG1 e ENG2, ou até ser alvo de certificação por parte do departamento de qualidade do produto (QDP).

Uma vez que o trabalho de PUR está intimamente ligado ao trabalho de ENG1 e ENG2, também este departamento tem uma carga maior de trabalho na Fase 1 do processo de desenvolvimento de protótipos. Por outro lado, na fase seguinte a sua intervenção não é constante, variando consoante os desafios ou melhorias que surjam do acompanhamento da produção do protótipo, e respetivas oportunidades de melhoria identificadas com potencial de aplicação no processo produtivo das séries.

Tendo isto em conta, foi possível desenhar o fluxograma apresentado abaixo referente às tarefas de responsabilidade de PUR no âmbito do desenvolvimento de protótipos (Figura 11):

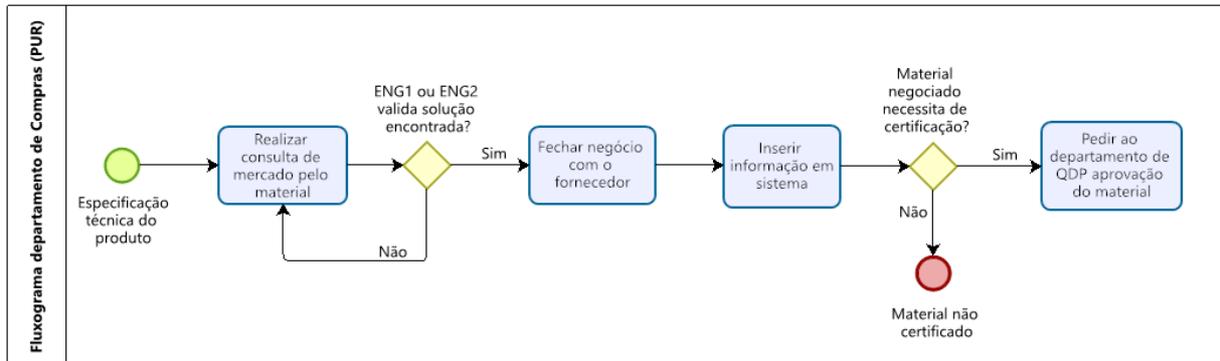


Figura 11 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de PUR no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.1.5 Departamento de Logística

O departamento de Logística (LOG) é o departamento responsável pelo fornecimento dos componentes necessários à construção dos autocarros, tendo a seu cargo as tarefas de encomenda dos materiais e aprovisionamento dos mesmos às linhas de produção no tempo e quantidade certos.

À data deste projeto este departamento encontra-se dividido em 3 setores:

- Planeamento de materiais – equipa encarregue de encomendar os materiais consoante necessidade, isto é, quando é pedido um dado material para fabricar o autocarro, esta equipa verifica se existem unidades do material em *stock*. Caso não exista, faz uma encomenda do material tendo em conta as necessidades futuras e atuais;
- Gestão de alterações – equipa encarregue de transpor para sistema as listas de materiais necessários à construção do autocarro elaboradas pelos departamentos de ENG1 e ENG2, dando origem à lista técnica do produto;
- Logística interna – equipa do armazém que é responsável por preparar e fornecer os materiais à linha de produção na data de necessidade.

Similarmente ao que acontece com o departamento de Compras, os trabalhos de LOG andam a par com os trabalhos de ENG1 e ENG2, na medida em que é a partir da emissão dos PMs que LOG, nomeadamente a equipa de gestão de alterações, começa a tratar a informação que possibilitará às restantes equipas procederem aos seus trabalhos. Assim sendo, quando é emitido um PM, a equipa de gestão de alterações insere em SAP as informações que lá constam, dando origem à lista técnica do

produto. Além disso, a cada material adicionado atribui o tipo de aprovisionamento do mesmo, podendo este ser um de 3 tipos:

- Produção interna – significa que o componente será produzido e fornecido pela CaetanoBus Ovar (CBO);
- Compra – significa que o componente é um material de compra a fornecedor externo;
- Fornecimento misto – significa que, dentro do conjunto de materiais a encomendar, existem materiais que são de produção interna e outros que são de compra.

No caso dos materiais em que o fornecimento é do tipo compra ou misto, o departamento de PUR tem de atribuir fornecedor ao mesmo para, posteriormente, LOG – planeamento de materiais – encomendar o material em questão ao fornecedor.

No que diz respeito ao material de produção interna, LOG tem de proceder à abertura de obra em sistema para que CBO possa produzir os materiais atribuídos.

No que diz respeito ao trabalho da equipa de Logística interna, como preparação para o abastecimento dos materiais à linha de produção, a equipa define de que forma irá fazer esse aprovisionamento, podendo decidir entre 3 tipos:

- *Picking* – Material a fornecer é entregue, na data de necessidade, nos carrinhos de *picking*;
- *Just in Time* – Material a fornecer é entregue ao chefe de equipa do posto de necessidade apenas após contacto do chefe de secção a pedir a entrega do material;
- *Kanban* – Material disponibilizado no supermercado do bordo de linha.

Posteriormente, à medida que os materiais encomendados vão chegando à CBus, a equipa de logística interna armazena os mesmos no armazém, ficando responsável por, perto da data de necessidade do material, extrair as listas de *picking* - (listas de material organizadas por posto de necessidade) e preparar o supermercado, assim como os carrinhos de transporte do material, de acordo com as mesmas.

O departamento de LOG tem uma participação ativa nas duas fases do processo de desenvolvimento de protótipos devido à versatilidade das suas equipas: enquanto na Fase 1 as equipas de Planeamento de materiais e Gestão de alterações participam e acompanham de perto o processo, na Fase 2 é a equipa de Logística interna que detém o papel principal.

Assim sendo, através da informação recolhida junto do membro do departamento foi possível esboçar o seguinte fluxograma relativo às tarefas de responsabilidade de LOG no âmbito do desenvolvimento de protótipos (Figuras 12 e 13):

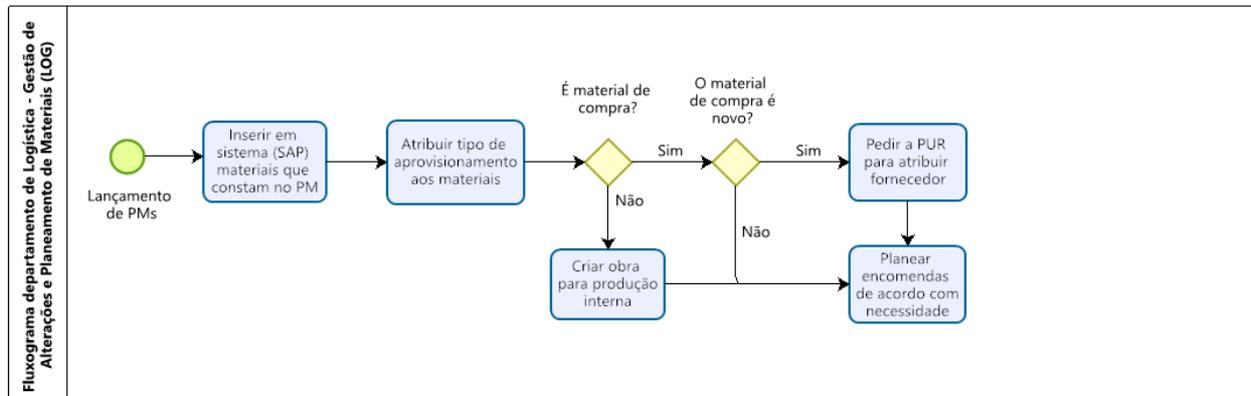


Figura 12 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de LOG (Gestão de alterações e Planeamento de materiais) no âmbito do desenvolvimento de protótipos

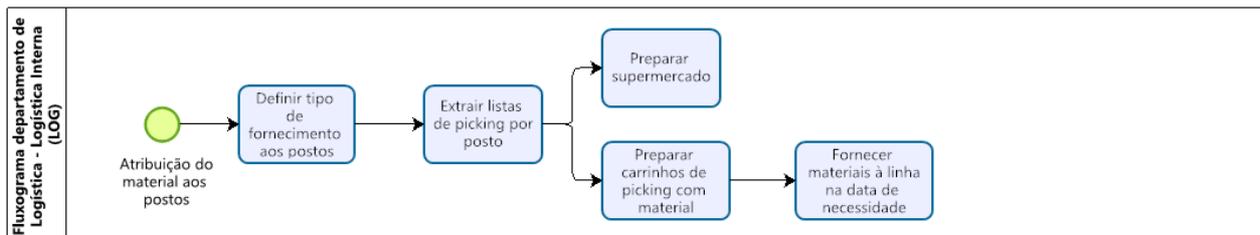


Figura 13 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de LOG (Logística Interna) no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.1.6 Departamento de Qualidade do Produto

O departamento de Qualidade do Produto (QDP) tem como missão garantir e manter um elevado grau de excelência em tudo o que é feito e, conseqüentemente, no produto final, sendo por isso responsável não só pelas tarefas de verificação e aprovação das peças para construção dos autocarros, dos autocarros em si, mas também pela gestão de formações e certificação dos colaboradores e dos processos produtivos desenvolvidos pela empresa.

No momento atual, este departamento organiza-se da seguinte forma:

- Engenharia da qualidade – é a equipa responsável pela preparação e acompanhamento do processo produtivo das unidades, assim como pela gestão de calibrações dos equipamentos utilizados na produção, gestão de formações sobre processos “especiais” (processos de soldadura, pintura e colagem) e gestão das normas a respeitar;
- Garantia do produto – é a equipa responsável por fazer a inspeção de receção (das peças), a inspeção de linha (do autocarro) e a inspeção final.

Relativamente ao trabalho levado a cabo pelo departamento na fase de desenvolvimento de protótipos, este inicia-se a partir do momento em que QDP tem acesso ao caderno de encargos e/ou à especificação de cliente. O departamento começa por fazer uma análise a estes documentos com o objetivo de perceber quais as exigências do cliente, se o autocarro irá ser construído com novos materiais, antecipar quais os testes que serão necessários realizar... no fundo, para fazer um estudo do que irão precisar de verificar e aprovar durante e após a produção do autocarro – definir as suas tarefas. Com base nesta análise, elaboram listas de inspeção para o protótipo com os pontos críticos a verificar durante a sua produção.

Posteriormente, à medida que as peças vão chegando à CBus, estas são alvo de uma análise não só no que toca às suas dimensões, mas também ao nível do seu acabamento. Contudo, é importante notar que nem todas as peças são verificadas e aprovadas por QDP: apenas as peças em fibra, componentes pedidos pelo cliente, componentes que interferem diretamente com o utilizador e materiais de homologação são sujeitos a estes procedimentos.

Da mesma forma, à medida que os autocarros vão avançando pelas diferentes fases do processo produtivo estes vão sendo também analisados e validados relativamente às cotas a garantir – mais propriamente às cotas críticas – e à existência de defeitos a nível do seu acabamento.

Como foi possível perceber, apesar das tarefas da responsabilidade do departamento se iniciarem na Fase 1 do processo de desenvolvimento de protótipos, é na Fase 2 que se concentra a maior parte do seu trabalho, uma vez que é nesta fase que analisam as peças para construção do autocarro, e se realizam os testes e validações.

Tendo em conta o mencionado, foi possível desenhar o seguinte fluxograma relativo às tarefas de responsabilidade de QDP no âmbito do desenvolvimento de protótipos (Figuras 14 e 15):

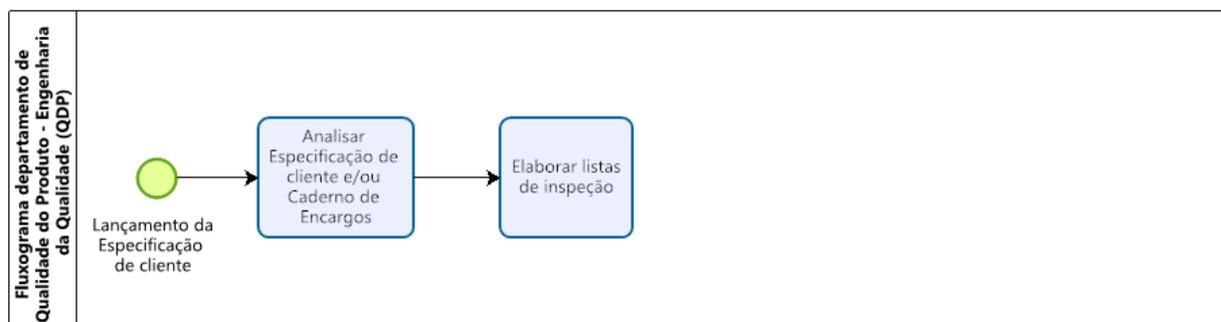


Figura 14 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de QDP (Engenharia da Qualidade) no âmbito do desenvolvimento de protótipos

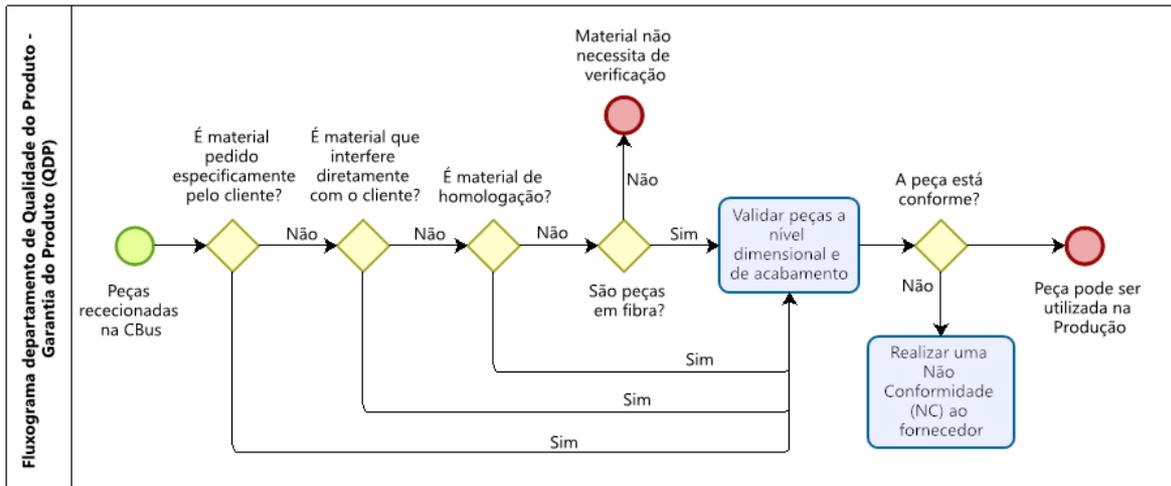


Figura 15 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade de QDP (Garantia do Produto) no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.1.7 Departamento de Engenharia de Processo

O departamento de Engenharia de Processo (DEP) é o departamento encarregue do acompanhamento e apoio aos trabalhos realizados pelo departamento de Produção (PRD), sendo muitas vezes o elo de ligação entre este e os restantes departamentos.

Atualmente, este departamento encontra-se dividido da seguinte forma:

- Engenharia de Processo – é a equipa mais numerosa do departamento, sendo responsável por fazer a preparação e acompanhamento dos processos produtivos. Por outras palavras, esta equipa tem como tarefas o estudo de métodos e tempos, a identificação e implementação de melhorias aos processos, a realização de instruções de trabalho, e o balanceamento das linhas de produção;
- Meios Auxiliares de Produção (MAPs) – equipa responsável pela projeção e produção de meios auxiliares de produção, meios auxiliares de proteção e meios auxiliares de segurança. Os meios auxiliares de produção, como o nome indica, são utilizados para facilitar a realização das tarefas por parte da Produção, tornando-as mais intuitivas, “à prova de erro” e exigindo um menor esforço para as executar. Por outro lado, os meios auxiliares de proteção consistem em proteções utilizadas nas unidades em produção para as proteger de riscos, moedas, limalhas, isto é, resíduos e danos inerentes aos trabalhos efetuados pelos colaboradores. Por fim, os meios auxiliares de segurança são desenvolvidos com o intuito de dar aos colaboradores todas as condições necessárias para que estes possam desempenhar as suas tarefas de forma segura, podendo estes se apresentar na forma, por exemplo, de plataformas e tampas.

No que diz respeito ao desenvolvimento de protótipos, o trabalho do DEP – mais concretamente da equipa de engenharia de processo – inicia-se a partir do momento em que são partilhados os traços gerais do protótipo a desenvolver, em que o mesmo começa a ser projetado, e à medida que os materiais vão sendo chamados em lista técnica. É só a partir destas informações que a equipa pode começar a compilar uma lista de tarefas por posto e, conseqüentemente, alocar os materiais necessários para a realização das tarefas aos postos de trabalho onde as mesmas deverão ser executadas.

Uma vez que um protótipo está diretamente ligado à novidade, representando a conceção de um modelo completamente novo ou uma atualização de um modelo já existente, há a possibilidade de não existir uma lista de tarefas por posto referente ao modelo em questão. Tendo isto em conta, de forma a tornar o processo mais ágil, é habitual – à semelhança do que acontece com a projeção dos autocarros por parte de ENG2 – utilizar-se como base uma lista de tarefas por posto pertencente a um modelo semelhante ao que será desenvolvido. Assim sendo, esta lista é analisada e alterada com o intuito de a adaptar, o máximo possível, ao protótipo em desenvolvimento, o que pode implicar eliminar ou acrescentar tarefas, alterar o posto de realização das mesmas, entre outros.

Após a definição da lista de tarefas por posto, a equipa pode definir e inserir o Plano de Capacidades no SAP, isto é, definir o número de horas necessárias para cada fase do processo produtivo com base nos tempos de execução das tarefas, e alocar em roteiro os materiais necessários para a realização das tarefas, aos postos de trabalho onde as mesmas deverão ser executadas. O roteiro – nome dado para descrever a listagem SAP onde são alocados os materiais aos postos de trabalho – está intimamente ligado à lista de tarefas, pois é a partir desta que o mesmo é construído.

Posteriormente, com vista à preparação do processo produtivo do protótipo, a equipa faz o levantamento não só de todas as gamas operatórias (GOs) e instruções de trabalho (ITs) já realizadas para outros modelos e que têm aplicação no protótipo, mas também de todos os esquemas elétricos e desenhos de montagem realizados por ENG1 e ENG2, respetivamente. Aquando do início da produção do protótipo, todos estes documentos são disponibilizados à PRD para auxiliar nos seus trabalhos.

Durante o processo produtivo do protótipo a equipa de engenharia de processo acumula várias tarefas, sendo responsável por realizar GOs e ITs das novas tarefas, fazer alterações à lista de tarefas por posto e identificar problemas e oportunidades de melhoria no processo.

Relativamente ao trabalho realizado pela equipa de MAPs, a partir do momento em que as partes constituintes da gaiola estão totalmente definidas por ENG2, a equipa pode projetar os gabaritos para a construção individual das mesmas, assim como o módulo para a junção de todas elas: painel direito,

painel esquerdo, tejadilho, traseira e estrado. Finalizada a sua projeção, os gabaritos são produzidos para posterior utilização por parte da produção, e um módulo existente, de um modelo semelhante, é alvo de uma adaptação para utilização no protótipo – *setup*.

Como foi feito notar, o departamento tem participação ativa tanto na Fase 1 como na Fase 2 do processo de desenvolvimento de protótipos. Contudo, a carga de trabalho na Fase 2 é superior à da Fase 1, uma vez que o departamento está responsável pelo acompanhamento da produção do protótipo, por identificar oportunidades de melhoria e por reportar problemas e desafios que surjam, com o intuito de, no futuro, o processo produtivo das séries seja o mais eficiente possível.

Assim sendo, o fluxograma relativo às tarefas de responsabilidade do DEP no que diz respeito ao desenvolvimento de protótipos é o seguinte (Figuras 16 e 17):

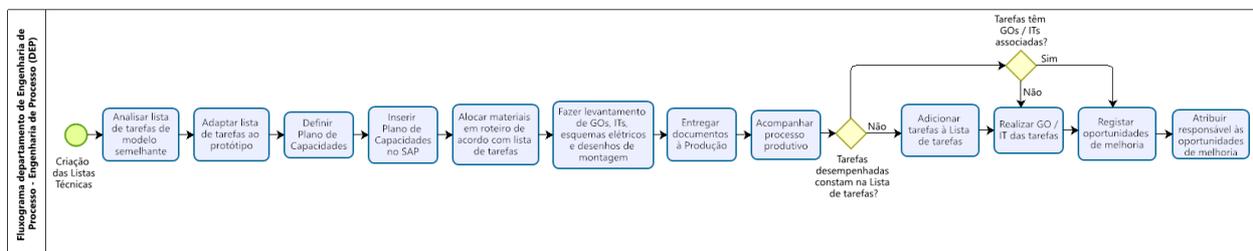


Figura 16 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade do DEP (Engenharia de Processo) no âmbito do desenvolvimento de protótipos

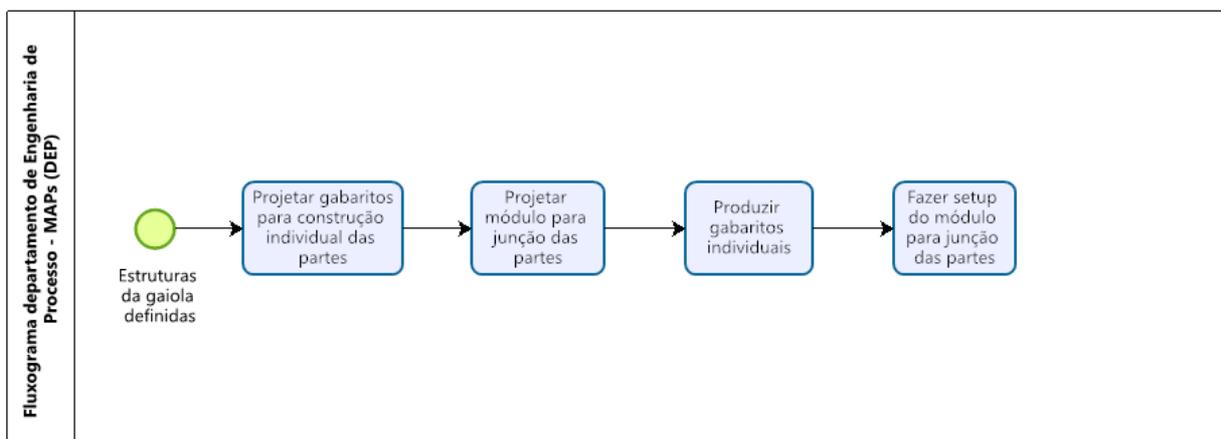


Figura 17 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade do DEP (MAPs) no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.1.8 Departamento de Produção

O departamento de Produção (PRD), como o nome indica, é o departamento responsável pelo fabrico do produto, neste caso, dos autocarros.

Uma vez que a empresa fabrica autocarros de diferentes segmentos, de forma a manter a coerência e organização no processo produtivo, este departamento encontra-se organizado por linhas de produção –

mais concretamente 3 – sendo cada uma delas responsável pela produção de todos os modelos de autocarros pertencentes a um determinado tipo de serviço:

- Linha 1: é a linha onde se produzem autocarros de serviço de turismo e miniautocarros;
- Linha 2: é a linha onde se produzem autocarros de serviço urbano e miniautocarros;
- Linha 3: é a linha onde se produzem autocarros de serviço de aeroporto.

Além disso, cada uma das linhas de produção encontra-se dividida por secções, sendo elas a secção de estruturas, secção de pintura e secção de acabamentos. A secção que marca o início da produção é a secção de estruturas, onde é construído o esqueleto dos autocarros, vulgarmente apelidados de “gaiola”. Nesta secção são realizadas tarefas que implicam soldaduras, colagem de chaparia, acoplamento da gaiola ao chassi, entre outros. Depois, essas estruturas são pintadas na secção de pintura, seguindo posteriormente para a secção de acabamentos. Na secção de acabamentos são realizadas tarefas mais “finas”, testes e validações, terminando aqui toda a montagem dos componentes do autocarro. É ainda habitual o autocarro passar por uma 2ª fase de pintura, de forma a eliminar riscos ou outros danos causados pelo trabalho na secção de acabamentos.

Após todas estas fases, o autocarro está pronto para a entrega ao cliente.

Em concordância com o que acontece com o DEP, o departamento não tem uma participação ativa na Fase 1 de desenvolvimento do protótipo, contudo, isto muda quando se inicia o processo produtivo do mesmo (Fase 2), onde, evidentemente, este departamento assume o papel predominante.

Tendo isto em conta, o seguinte fluxograma representa as tarefas da responsabilidade de PRD no âmbito de desenvolvimento de protótipos (Figura 18):

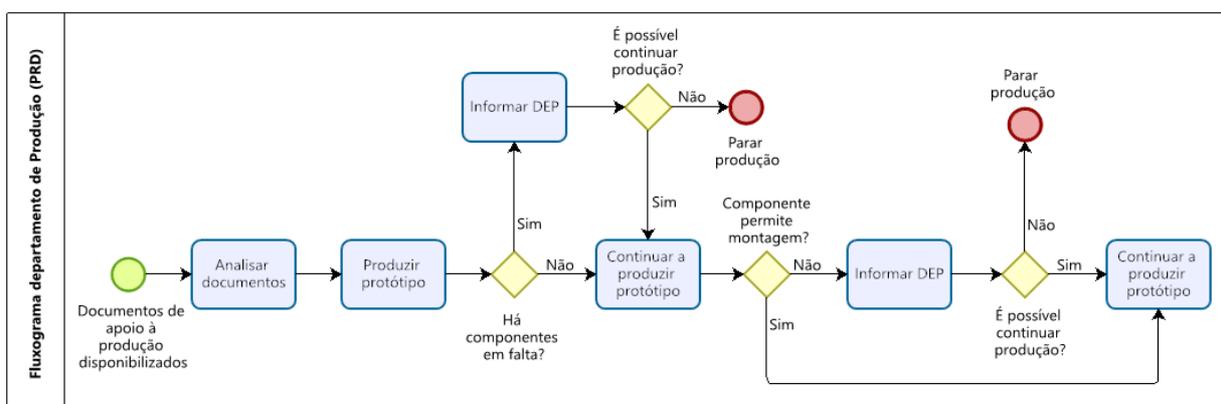


Figura 18 - Fluxograma relativo às tarefas da responsabilidade da PRD no âmbito do desenvolvimento de protótipos

4.2 Focus Group - Representação da situação atual

Como referido anteriormente, o grau de participação dos vários departamentos no processo de desenvolvimento de protótipos varia conforme a fase em que o protótipo se encontra. Da mesma forma, o grau de conhecimento dos departamentos acerca de alguma fase do processo varia proporcionalmente ao seu grau de participação, isto é, quanto maior for a participação do departamento numa determinada fase, maior é o seu conhecimento acerca dos processos dessa mesma fase. Por esta razão, não é possível conhecer um processo longo e complexo através dos *inputs* recebidos de forma independente por cada departamento, pois cada um apenas contribui na medida que sabe. Assim sendo, apenas se pode conhecer e compreender realmente um processo quando existe um ambiente propício a que sejam discutidos e partilhados dados e informações pelas diferentes áreas de trabalho.

Tendo isto em conta, uma vez realizadas todas as entrevistas semiestruturadas – que possibilitaram conhecer a realidade de cada departamento – foi possível passar ao próximo passo: a realização do *focus group*.

É claro o facto de que não é possível melhorar um processo sem conhecer as suas características, tarefas e relações ao pormenor. Por esta razão é que o *focus group* representa um momento de grande importância para a melhoria do processo de desenvolvimento de protótipos, pois através dele – da contribuição de todos os membros – foi possível compreender o processo por meio da construção do Mapeamento do Processo que se encontra no Apêndice 2.

De forma a facilitar a interpretação e referência aos vários passos do processo de desenvolvimento de protótipos, este foi dividido de acordo com as suas fases, para além de se ter adicionado números a várias partes do mesmo, com o intuito de se identificar os processos de maior relevância para este trabalho.

1ª Fase: Definição, projeção e preparação para produção do protótipo

O processo inicia-se com a aceitação da proposta feita pela empresa ao cliente, o que significa que os trabalhos para o desenvolvimento do protótipo podem ser, também eles, iniciados. Para o efeito, ENG2 pede a LOG para abrir uma obra em SAP para imputar os custos ao projeto. Neste sentido, LOG cria a obra e notifica ENG2, que por sua vez cria o PAI do protótipo. O PAI do protótipo é, nada mais nada menos, um código que representa a família do modelo de autocarro a ser produzido. Isto significa que, tanto o protótipo, como os autocarros de série, terão este mesmo PAI, uma vez que representam o

mesmo modelo de autocarro. Posto isto, ENG2 pede a SAC para criar a PEP do protótipo, isto é, um número identificativo do autocarro que vai ser produzido. SAC cria a PEP do protótipo e notifica ENG2 e LOG da sua criação, ficando LOG responsável por associar a PEP do protótipo ao PAI em SAP (Figura 19).

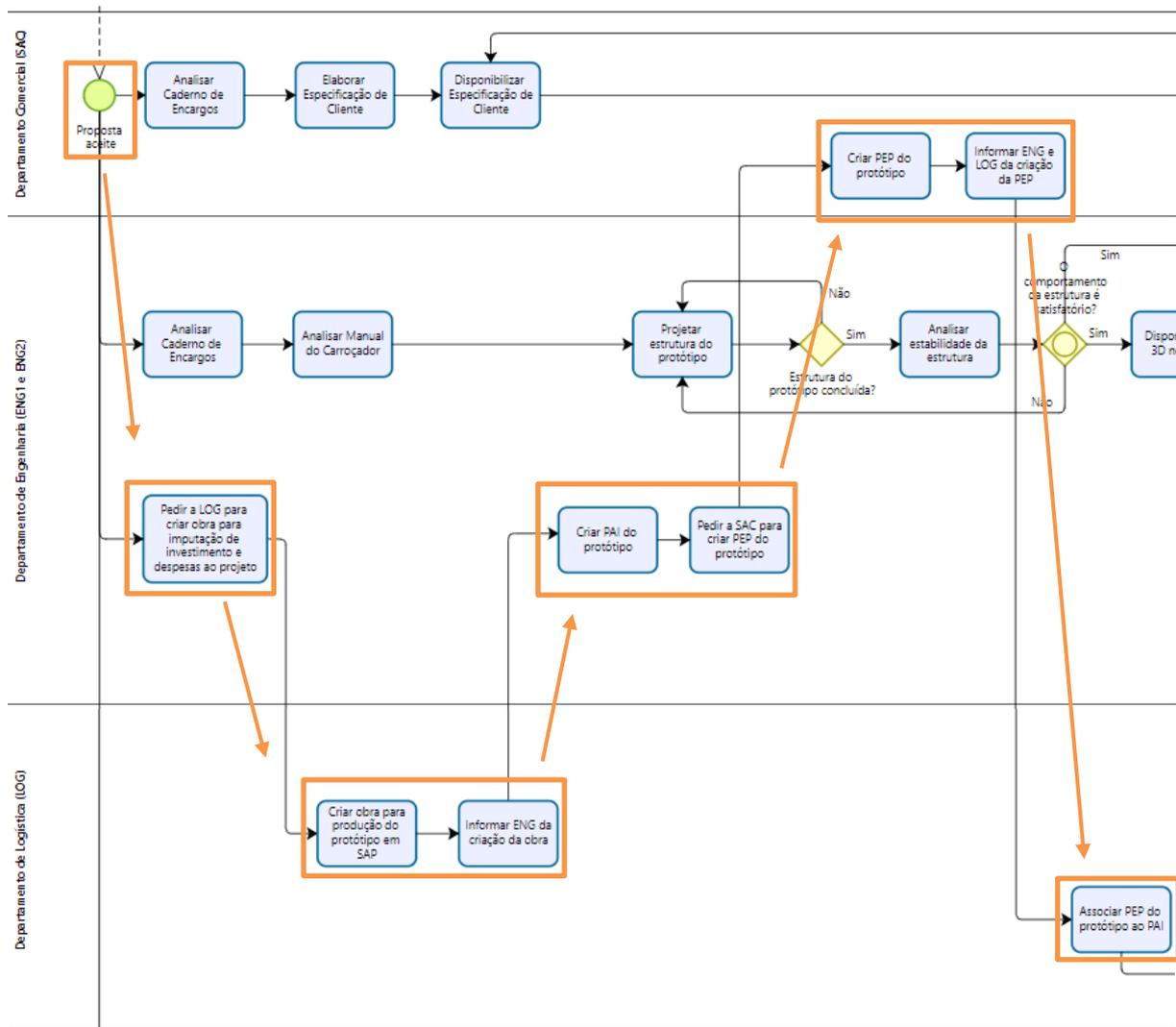


Figura 19 - Criação do projeto em SAP

Enquanto se vai refletindo em sistema o início do novo projeto, os departamentos de SAC, ENG1 e ENG2 (ENG), e QDP vão analisando o documento disponibilizado pelo cliente: o Caderno de Encargos.

A partir deste documento e das reuniões com o cliente, SAC está responsável por elaborar a “Especificação do Cliente”, a qual é disponibilizada a toda a organização (numa pasta definida para o efeito). Durante o projeto, visto que algumas características podem ser revistas e alteradas pelo cliente, também SAC fica responsável por transpor essas mudanças na “Especificação do Cliente”, lançando novas versões do documento (Figura 20).

Da mesma forma, através da análise do Caderno de Encargos, o departamento de QDP começa a preparar o seu trabalho futuro, isto é, começa a definir quais os testes que serão necessários realizar ao autocarro e quais os pontos críticos a verificar aquando das inspeções nas portas da qualidade (Figura 20).

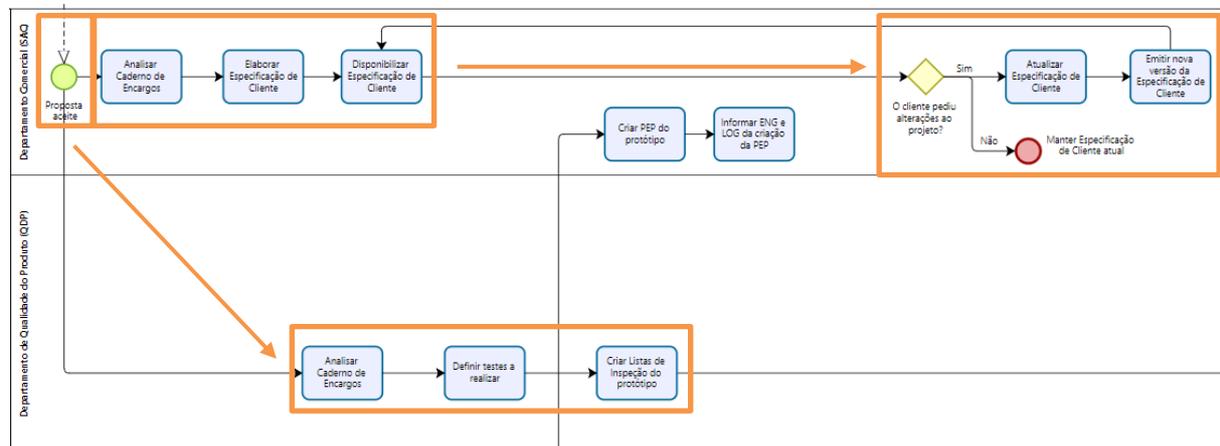


Figura 20 - Análise e preparação do trabalho de QDP

Enquanto isso, os departamentos de ENG2 e ENG1 (ENG) analisam vários documentos, entre eles o Caderno de Encargos e o Manual do Carroçador, com o intuito de começar a projetar o protótipo. Assim sendo, ENG2 começa por definir a estrutura do protótipo (gaiola) e analisar a sua estabilidade. De acordo com o resultado, podem ser realizadas alterações à mesma ou não. Após a conclusão da gaiola do autocarro, o 3D da estrutura é disponibilizado no Vault, sistema onde são armazenados todos os 3Ds e 2Ds existentes.

Uma vez definida a estrutura do autocarro, os departamentos de ENG definem e projetam os componentes que serão parte integrante do protótipo – atualizando o 3D no Vault de acordo com os novos avanços (Figura 21) – e, à medida que o vão fazendo, vão também construindo o documento “Especificação do Produto”. À semelhança do que acontece com o documento “Especificação do Cliente”, este é partilhado com toda a organização, para além de ser passível de revisões, ficando, neste caso, a cargo dos departamentos de ENG o lançamento das suas novas versões (Figura 22).

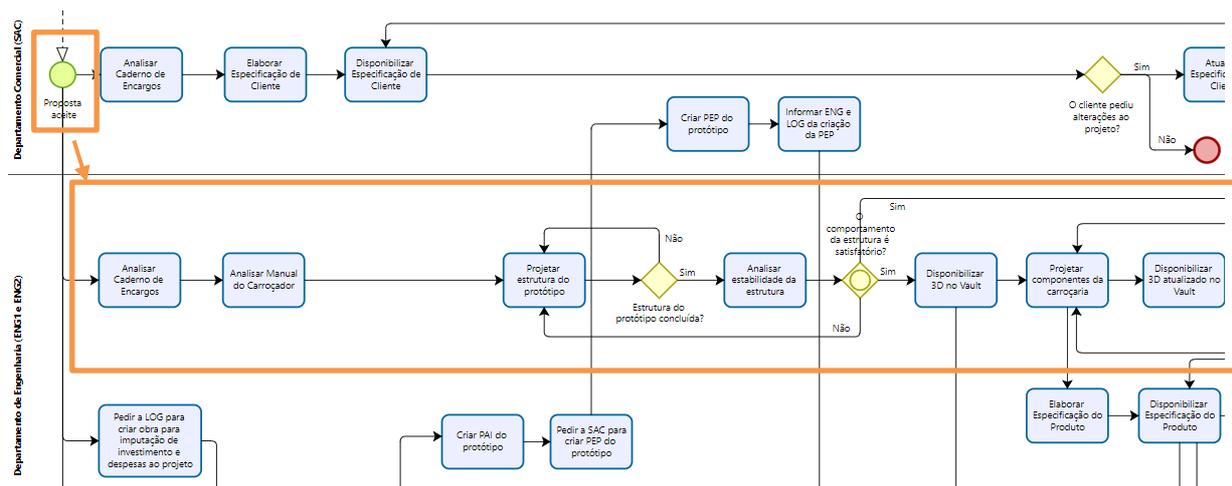


Figura 21 - Análise e início da projeção do protótipo

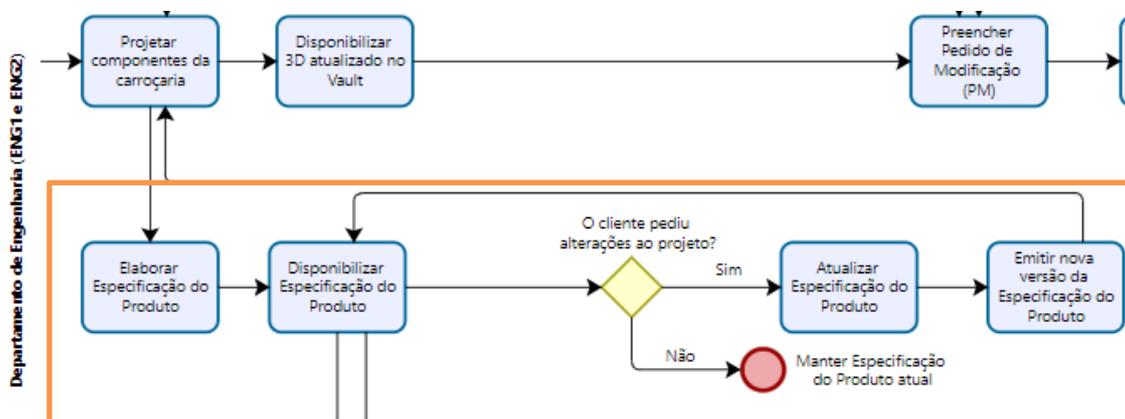


Figura 22 - Elaboração da Especificação do Produto e atualizações

- Ponto 1 – Projeção de peças e lançamento de PMs:

À medida que as peças e componentes vão sendo desenhados e definidos, estes são lançados em PMs para informar da sua criação. Neste processo, os departamentos de ENG começam por gerar um documento PM (documento Excel) com o número sequencial automaticamente, preenchendo-o de seguida. Quando o PM está preenchido, o colaborador guarda-o numa pasta de arquivo e, de seguida, insere-o na ferramenta Microsoft Planner. No Planner, o colaborador cria um cartão com os dados do PM (número sequencial e nome do projeto) na lista de Engenharia, define o produto a que se destina, assim como a prioridade do mesmo, e atribui o cartão ao seu chefe de equipa para ser validado. Por fim, adiciona em anexo o ficheiro Excel (Figura 23).

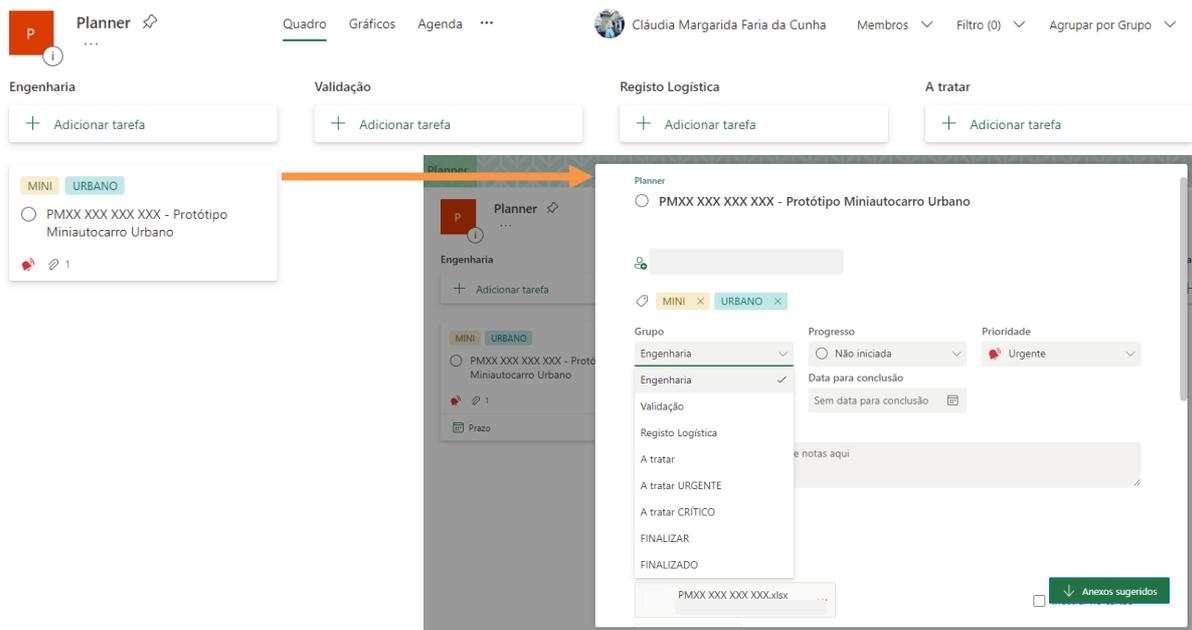


Figura 23 - Criação de PM no Planner

O seu chefe de equipa é notificado da atribuição do PM através de um email, ficando responsável pela sua validação, isto é, valida o PM com a sua assinatura, move o cartão para a lista Logística, atribuindo igualmente o cartão à chefia de LOG, e muda o *status* do cartão para “em curso”. Neste passo, o chefe de equipa de Engenharia atribui também o cartão do PM a outros participantes do projeto, não para que tenham uma ação sobre o mesmo, mas sim para que tomem conhecimento do trabalho que está a ser feito (Figura 24).

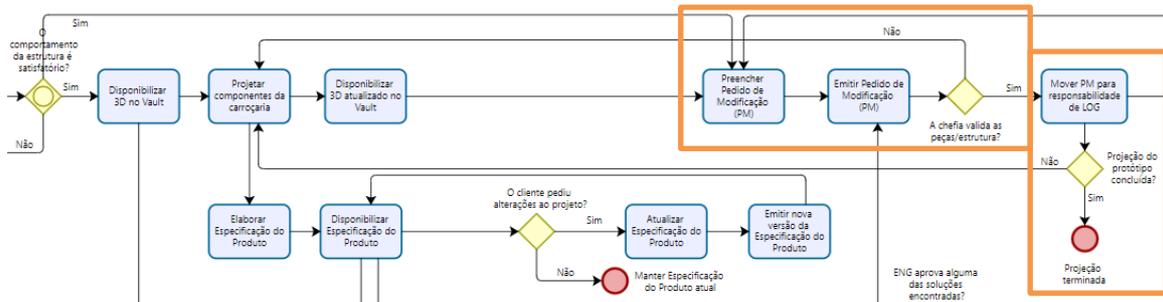


Figura 24 - Lançamento de PMs

Assim que a chefia de LOG recebe o PM define o responsável do departamento pelo seu tratamento. Neste sentido, o responsável introduz as informações contidas no PM no SAP – dando origem às Listas Técnicas –, insere os desenhos 2D referentes aos componentes referidos no PM no Intra (Sistema e Base de Dados Interna onde qualquer colaborador pode consultar documentos) e atribui o tipo de fornecimento aos componentes adicionados (caso sejam novos), de acordo com a sua

tipologia. Quando termina, altera o *status* do cartão para “concluído”, movendo-o também para a lista de Finalizados (Figura 25).

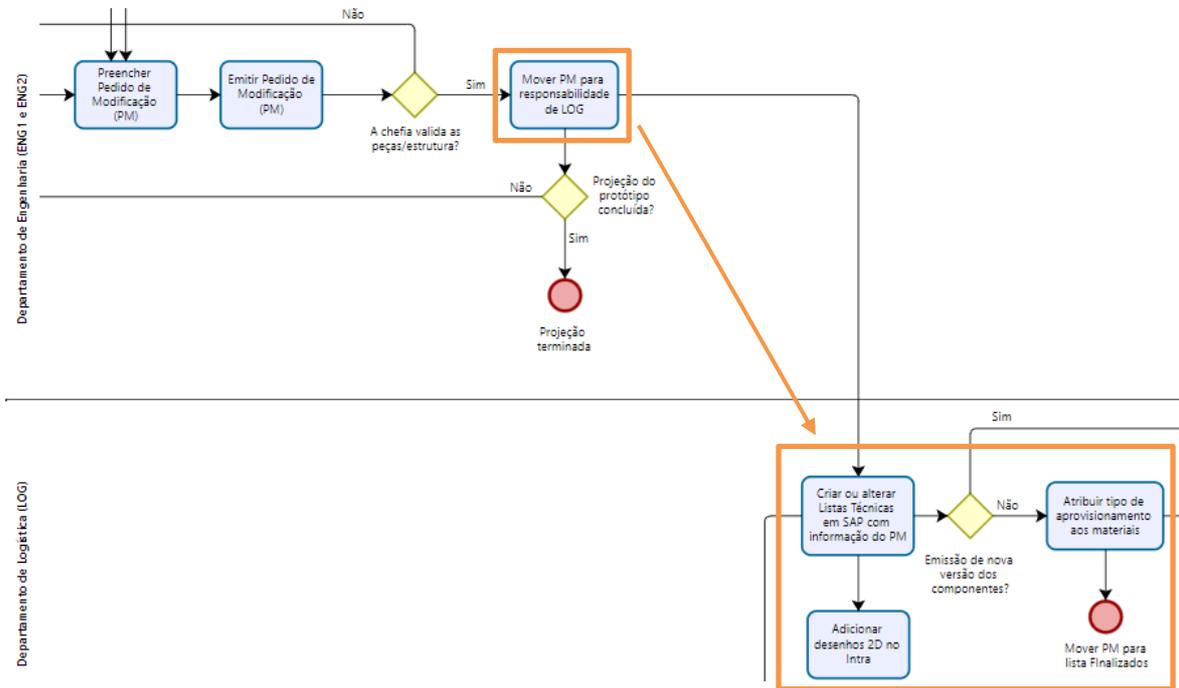


Figura 25 - Tratamento de PMs

- Ponto 2 – Procura no mercado por novos materiais:

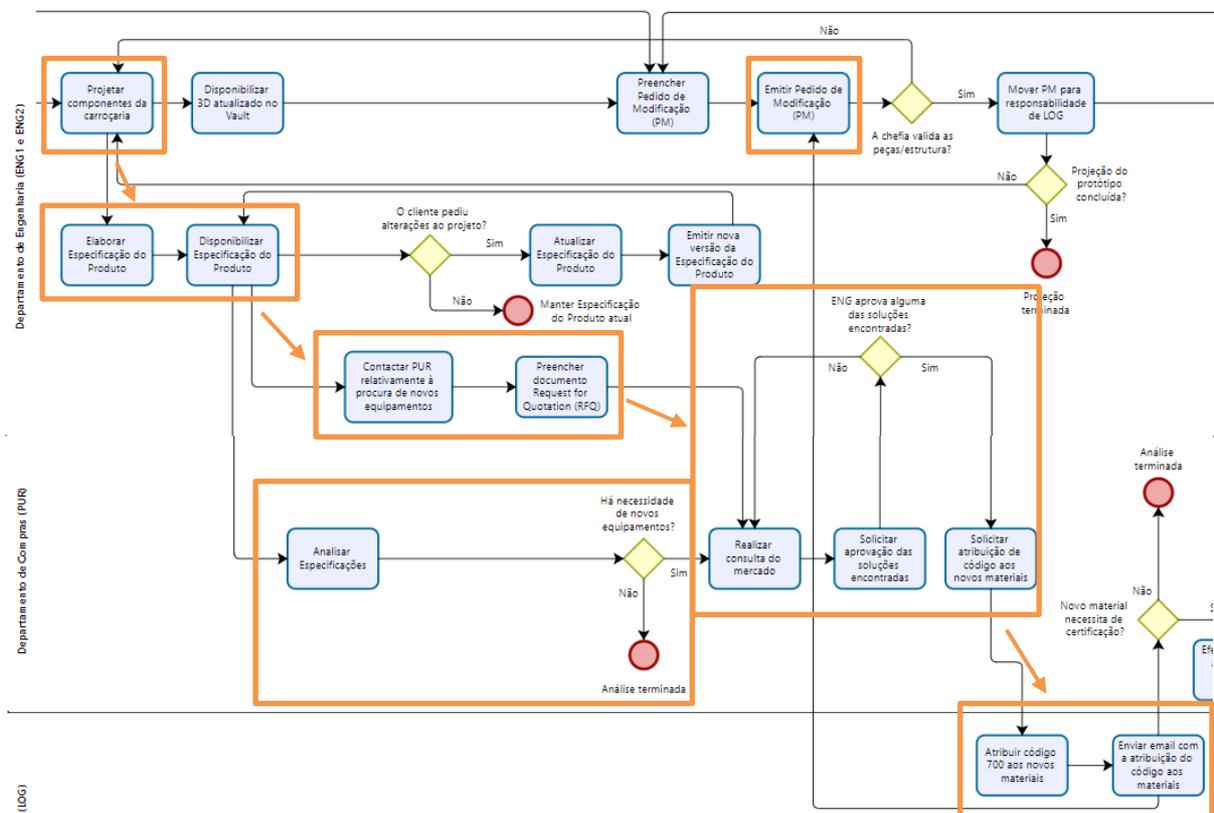


Figura 26 - Procura no mercado por novos materiais

Enquanto os departamentos de ENG vão definindo as peças e tratam PMs, PUR analisa a “Especificação do Produto” com o intuito de identificar a necessidade de fazer pesquisas de mercado por novos equipamentos. Além disso, é frequente os departamentos de Engenharia contactarem diretamente PUR para o efeito (via email) e, através do preenchimento do documento Excel “Request for Quotation” (RFQ), compilam os detalhes dos equipamentos que procuram (Figura 26). Através das informações contidas nesse documento, PUR contacta fornecedores com o intuito de perceber se existe algum que corresponde a todos os requisitos. De notar que é apenas nos casos em que os departamentos de ENG não desenham os equipamentos pretendidos que este processo se desenrola, isto é, quando se procura um “produto acabado” por si só, como por exemplo ar condicionado, monitores, entre outros.

Caso encontre ou não equipamentos que correspondam ao pedido, PUR envia para os departamentos de ENG a proposta, os quais podem recusar ou aceitar, o que, no primeiro caso, obriga PUR a refazer a pesquisa. Caso a solução encontrada seja validada, o RFQ é enviado a LOG para que este lhe possa atribuir código interno, um código 700. Uma vez atribuído o código, LOG insere no ficheiro RFQ – na célula designada para o efeito – o código atribuído, e notifica os departamentos ENG e PUR via email. Posto isto, ENG pode referenciar o equipamento (e respetivo código) nos PMs para que LOG insira em SAP, seguindo depois o procedimento referido no Ponto 1.

Uma vez que os equipamentos definidos segundo este processo são novos, estes podem ser alvo de algum tipo de certificação por parte QDP, pelo que, nos casos em que é necessário devido a homologações, funcionalidade... PUR contacta QDP via email, anexando o documento de pedido de certificação.

QDP fica, portanto, responsável por testar/validar o equipamento, registrando o seu parecer no documento inicialmente anexado no email. Quando termina, QDP envia o documento a PUR, que o regista no Intra (Figura 27).

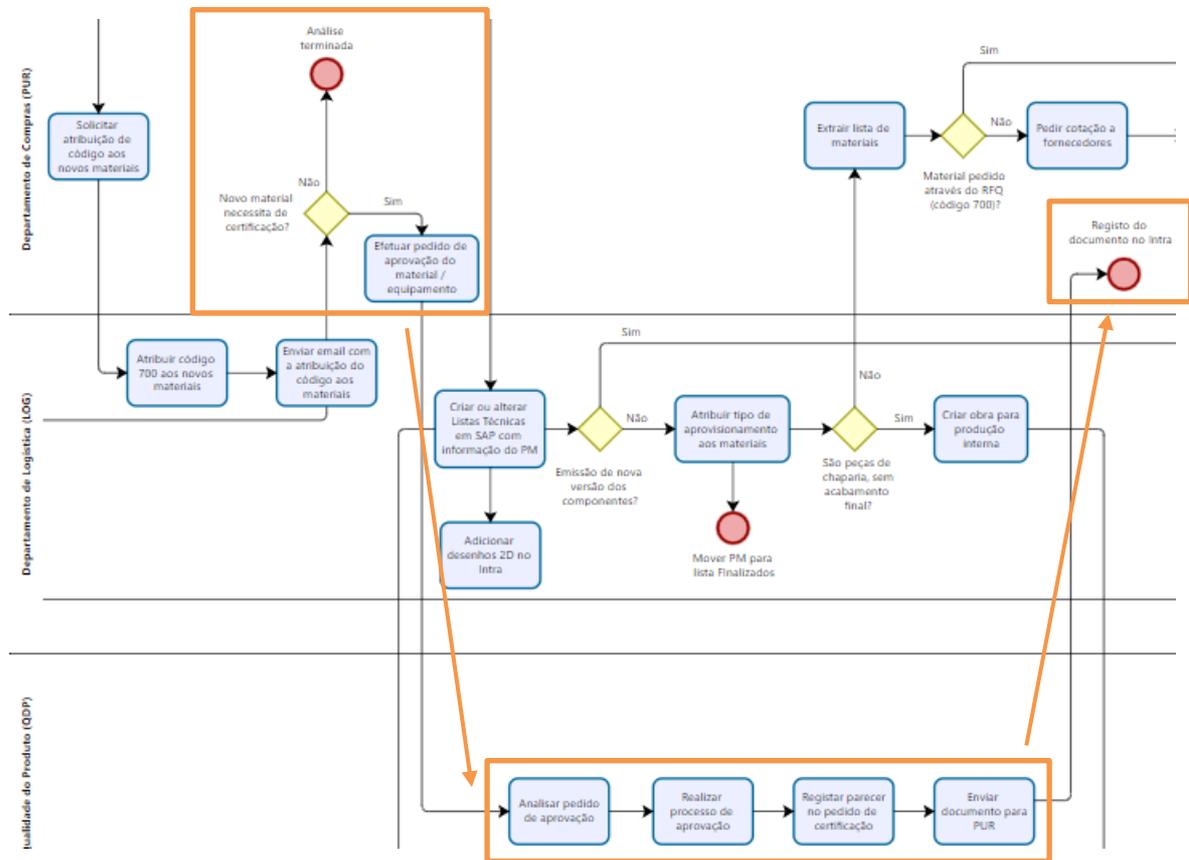


Figura 27 - Certificação de novos materiais

Uma vez atribuído o tipo de aprovisionamento aos componentes, estes seguem por caminhos distintos: Caso os componentes sejam de produção interna, LOG cria obras para a produção desses componentes internamente, o que implica que DEP realize as Listas de Corte dos mesmos (ficheiro Excel com instruções para a fabricação dos componentes, incluindo informações desde o tamanho e tipo de chapa a utilizar para produzir o componente, qual a ferramenta de corte e que tipo de tratamento deve levar), e que os forneça, posteriormente, a PRD (Figura 28).

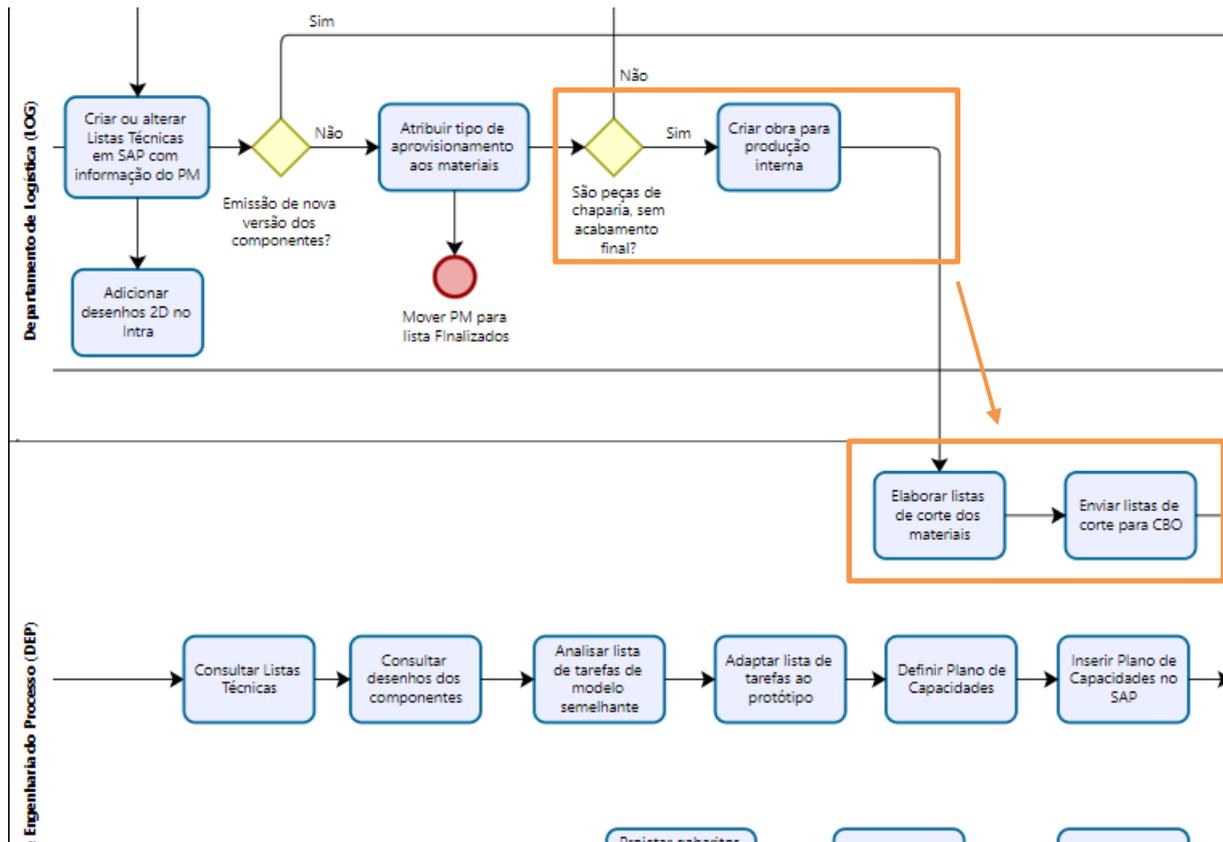


Figura 28 - Criação de obra para produção interna

Caso os componentes sejam de compra, PUR está responsável por lhes atribuir fornecedor. Para o efeito, PUR extrai do SAP a lista com todos os materiais do tipo de abastecimento de compra e distribui-os pelos membros do departamento segundo a sua categoria. Nos casos dos equipamentos de compra que seguem o processo no ponto 2, PUR pode atribuir de imediato fornecedor. No caso dos componentes desenhados pelos departamentos de ENG, uma vez que os mesmos têm desenhos 2D e 3D associados e representam constituintes do autocarro mais “simples”, a pesquisa de mercado e o pedido de cotação aos fornecedores é um processo mais fácil e célere, pois, por norma, são contactados os fornecedores habituais. Uma vez encontrada a melhor proposta para a empresa, PUR atribui o fornecedor ao material. Quando já existe fornecedor atribuído, LOG pode proceder à encomenda dos componentes e equipamentos, tendo em conta o *lead time* dos mesmos e o início da produção do protótipo (Figura 29).

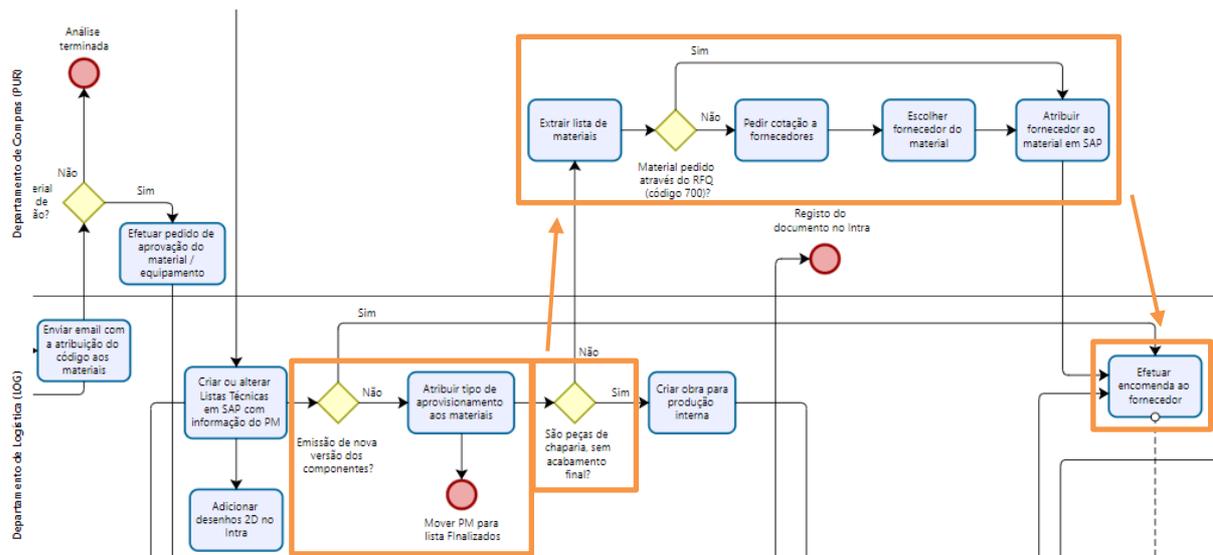


Figura 29 - Atribuição de fornecedor aos componentes

Como referido acima, quando a chefia de ENG atribui o cartão do PM a LOG, atribui também o cartão a outros participantes do projeto para que estes possam acompanhar os seus desenvolvimentos. É por isso que, à medida que LOG vai criando as Listas Técnicas em SAP, DEP as vai consultando – juntamente com os desenhos 2D que disponibilizam no Intra – o que lhes permite conhecer o protótipo a produzir. Desta forma, DEP consegue detetar, de forma gradual, semelhanças e diferenças entre o protótipo e modelos de autocarros já fabricados pela empresa, que é exatamente o pretendido para que consigam analisar e adaptar a lista de tarefas por posto de um modelo semelhante ao protótipo.

Uma vez adaptada a lista de tarefas por posto, ou seja, depois de se eliminar e acrescentar tarefas para que correspondam à construção do protótipo, DEP necessita de definir o Plano de Capacidades para produzir o protótipo. De seguida, DEP deve refletir esta informação no SAP, e alocar em roteiro os materiais para realizar as tarefas nos postos em que as mesmas devem ser realizadas, ou seja, de acordo com a lista de tarefas por posto.

A lista de tarefas por posto é um ficheiro Excel que contém não só a descrição das tarefas, tempo de execução e posto de realização das mesmas, mas também a referência dos documentos elaborados por DEP (GOs e ITs) com instruções de como desempenhar as tarefas. Visto que a lista de tarefas por posto do protótipo é uma adaptação de uma lista de tarefas por posto de um modelo semelhante, as GOs e ITs realizadas para esse modelo semelhante, caso sejam aplicáveis, podem ser disponibilizadas à PRD para a construção do protótipo. Tendo isto em conta, DEP está responsável por fazer o levantamento e impressão desses documentos, assim como dos desenhos de montagem e esquemas elétricos

elaborados por ENG e entregá-los à PRD previamente para que esta possa tomar conhecimento e preparar-se para as tarefas que terá de desempenhar (Figura 30).

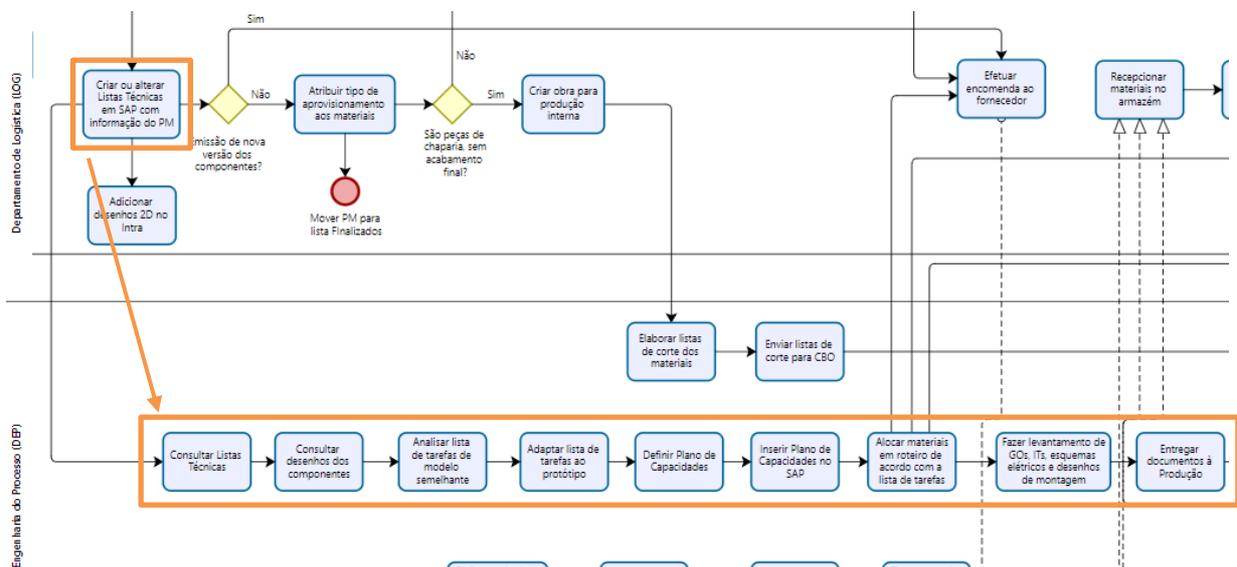


Figura 30 - Preparação do processo produtivo

Ainda sobre o trabalho da responsabilidade de DEP, quando ENG2 termina a projeção da estrutura do autocarro e a submete no Vault, o DEP pode começar a projetar os gabaritos utilizados para a construção das partes de forma individual. Estes gabaritos apresentam-se sobre a forma de estruturas com aberturas para a colocação das travessas e reforços, onde o seu posicionamento é “travado” por grampos e limitadores, de forma que fiquem na posição pretendida.

Depois de projetados os gabaritos individuais, é projetado o módulo para junção das partes. Este módulo, que é utilizado até ao acoplamento da gaiola ao chassis, equipara-se a uma plataforma que serve como suporte ao estrado, assim como travamento dos painéis laterais e traseira relativamente a ele. Representando uma estrutura mais simples que os gabaritos individuais, os módulos são desenvolvidos para que haja capacidade de os adaptar a diferentes modelos de autocarros apenas movendo, subindo ou descendo algumas travessas.

Tendo isto em conta, os gabaritos individuais são, por fim, produzidos e disponibilizados para o início da produção do protótipo, e o módulo para junção das partes é alvo de um *setup*, por outras palavras, o módulo é adaptado ao modelo de autocarro a produzir através da deslocação de travessas (Figura 31).

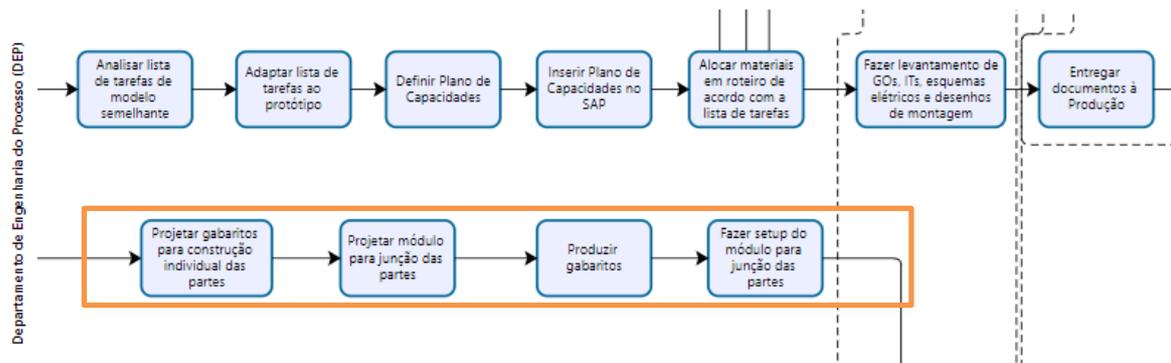


Figura 31 - Projeção de gabaritos e módulo

2ª fase: Produção do protótipo, testes e validações

Quando a data de início de produção do protótipo se aproxima, os componentes e equipamentos encomendados vão chegando ao armazém. Nesta altura, é da responsabilidade de LOG verificar o material rececionado, isto é, se o material fornecido vem de acordo com a nota de encomenda. Caso não venha, o fornecedor deve corrigir a nota de encomenda e entregar o material de acordo.

Do material rececionado, há componentes que precisam de ser segregados para verificação por parte de QDP – inspeção de receção – sendo estes componentes pedidos especificamente pelo cliente, componentes que interferem diretamente com o utilizador, materiais homologados e peças em fibra. Nestes casos, os materiais são verificados tanto a nível de acabamento (procura por riscos, mossas, defeitos...) como a nível dimensional (se cumpre as cotas definidas), e se não estiverem conforme QDP faz uma não conformidade ao fornecedor, que recolhe o material e volta a fornecer. Quando estão conformes, QDP dá indicação a LOG para que sejam arrumados no armazém até à data de necessidade.

Relativamente ao material não passível de verificação por parte de QDP, LOG pode-o arrumar no armazém logo após a verificação da nota de encomenda (Figura 32).

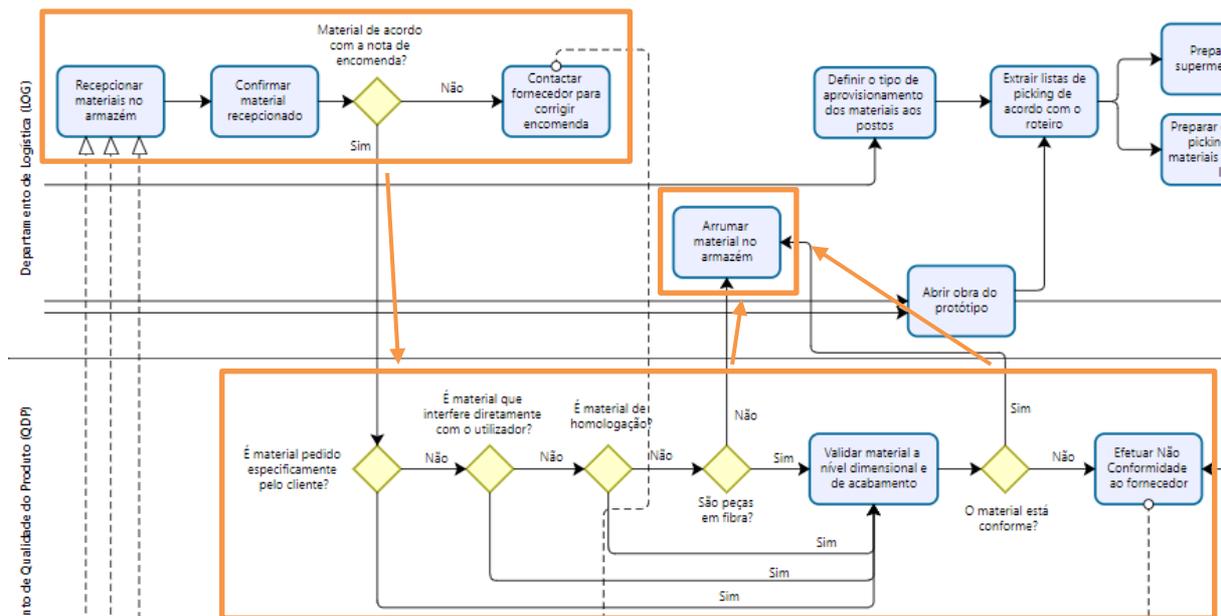


Figura 32 - Receção e verificação dos componentes

Após a alocação dos materiais em roteiro e antes da abertura de obra para o início da produção do protótipo, LOG tem de definir de que forma vai fornecer cada material chamado nas Listas Técnicas à linha de produção. Nesta definição, LOG tem de ter em conta certas variáveis como: se os materiais a fornecer são consumíveis (parafusos, anilhas, rebites...), se são frágeis (perfis de iluminação), se são de grandes dimensões... características estas que determinam, de imediato, o seu tipo de fornecimento.

Uma semana antes do início da produção, LOG abre em SAP a obra do protótipo, o que lhes possibilita extrair as listas de *picking* por posto – listas constituídas pela listagem de todos os materiais a fornecer (código e descrição), assim como a quantidade e qual o tipo de fornecimento. De acordo com a informação presente nas mesmas, LOG prepara os supermercados do bordo de linha com o material consumível necessário para a realização das tarefas, assim como os carrinhos de *picking*, transportando, estes últimos, até ao bordo de linha na data de necessidade (Figura 33).

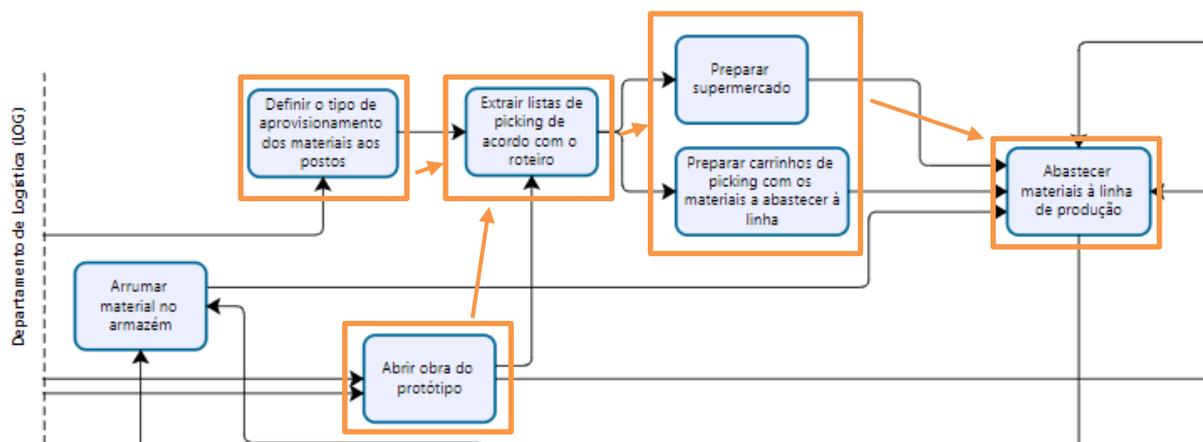


Figura 33 - Aproveitamento dos materiais aos postos de trabalho

- Ponto 3: Acompanhamento do processo produtivo:

O DEP acompanha a produção do protótipo desde a sua data de início, com a finalidade de preparar, o melhor possível, o processo produtivo das séries. Com esse objetivo em vista, o DEP acompanha, analisa e regista fotograficamente todas as tarefas desempenhadas pela PRD, verifica se as tarefas que estão a ser executadas coincidem com as tarefas da lista de tarefas por posto e, se não, elimina ou acrescenta as tarefas que forem necessárias. Da mesma forma, elabora GOs/ITs relativas às tarefas desempenhadas que ainda não se encontram documentadas.

Além disso, o departamento está também responsável por identificar e registar oportunidades de melhoria, ao mesmo tempo que auxilia na identificação e resolução de problemas (Figura 34).

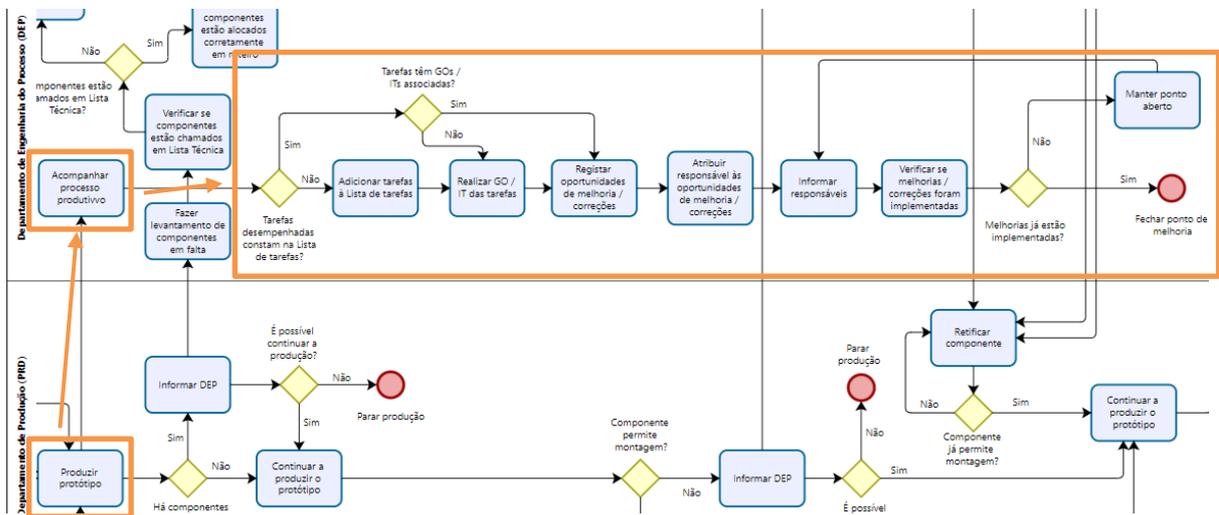


Figura 34 - Acompanhamento do processo produtivo do protótipo como preparação do processo produtivo das séries

De facto, sempre que há algum contratempo capaz de empatar o processo produtivo, DEP é o departamento que faz a ligação das partes para que o problema seja solucionado o mais rapidamente possível:

Caso algum componente esteja em falta, PRD avisa DEP, que analisa o problema existente (Figura 35): em primeiro lugar faz o levantamento do material que está em falta, e de seguida verifica se está chamado em Lista Técnica. Se não estiver, informa ENG da situação, a qual procede a adicionar o componente em falta na Lista Técnica através da emissão de um PM. Por outro lado, se o componente estiver chamado em Lista Técnica, verifica-se se houve um erro na alocação em roteiro. Se houver, DEP tem de alterar o roteiro e informar LOG da alteração, para que estes últimos possam refletir na obra aberta. Depois, LOG verifica se há stock do material em falta, e, se a resposta

for positiva, é abastecido à linha assim que possível. Se não, LOG tem de fazer uma encomenda do mesmo e fornecer à linha assim que possível.

Se não houver erro na alocação em roteiro, o material está com atraso ou houve um erro no abastecimento, pelo que DEP informa LOG da falta de material, o qual informa a data prevista de entrega e o fornece quando estiver disponível.

Evidentemente, a falta de material pode ter o potencial de parar a produção do protótipo, no entanto, e uma vez que um autocarro é um produto complexo, com vários componentes, a probabilidade de tal acontecer é baixa, pelo que, normalmente, o processo produtivo se desenrola sem grandes contratempos neste aspeto.

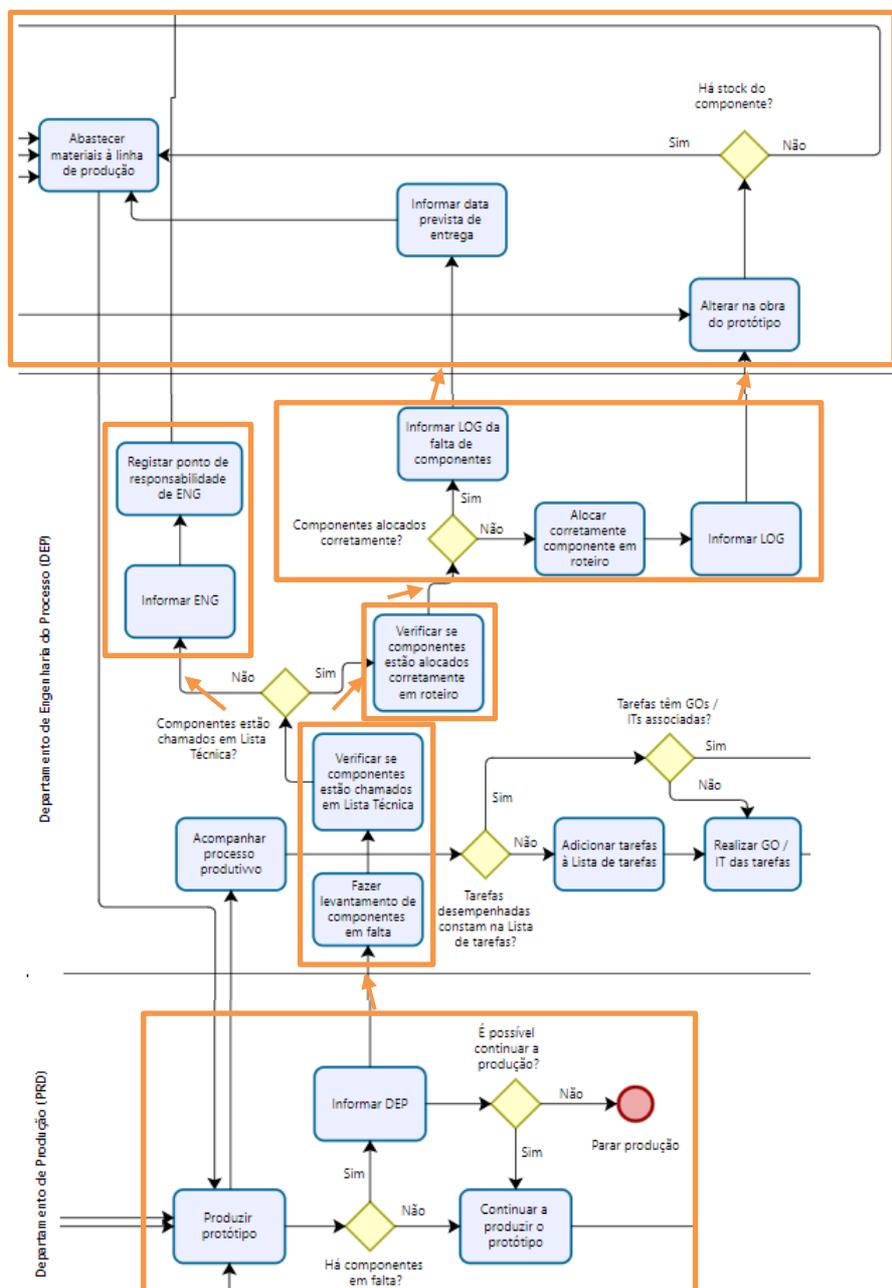


Figura 35 - Acompanhamento do processo produtivo - falta de componentes

Caso não esteja a ser possível montar algum componente, PRD avisa igualmente DEP (Figura 36), que o examina para perceber qual a origem do problema. Se o componente não estiver de acordo com o desenho do mesmo, DEP segrega o problema para QDP. Nesta situação, QDP verifica também o componente e decide sobre 2 opções: realizar uma não conformidade ao fornecedor – que tem de recolher o componente e voltar a fornecer um componente conforme – ou retificar o componente para permitir montagem. Normalmente, e quando é possível, a 2ª opção é preferível à 1ª, pois é de resolução mais rápida.

Por outro lado, se o componente estiver de acordo com o desenho, DEP segrega a questão para ENG. Neste cenário, ENG analisa o componente “físico”, mas também o componente em 3D e o seu posicionamento relativamente aos restantes componentes. Se em 3D não existir uma colisão do componente com a estrutura ou outros componentes, isto significa que existem desvios estruturais, pelo que se deve retificar componente de forma a permitir montagem.

Se em 3D existir uma colisão do componente que não permite montagem com qualquer estrutura ou outro componente, ENG fica responsável por alterar em desenho o material e emitir PM com a alteração (processo do ponto 1). Ainda assim, se for possível alterar o componente para permitir montagem no protótipo, PRD altera o componente, ficando a ressalva de que, para as unidades de série, o componente já estará de acordo com a nova versão lançada por ENG, pelo que PRD não precisará de repetir as retificações. Na situação em que não é possível retificar o componente, PRD deve esperar que chegue a nova versão do componente físico.

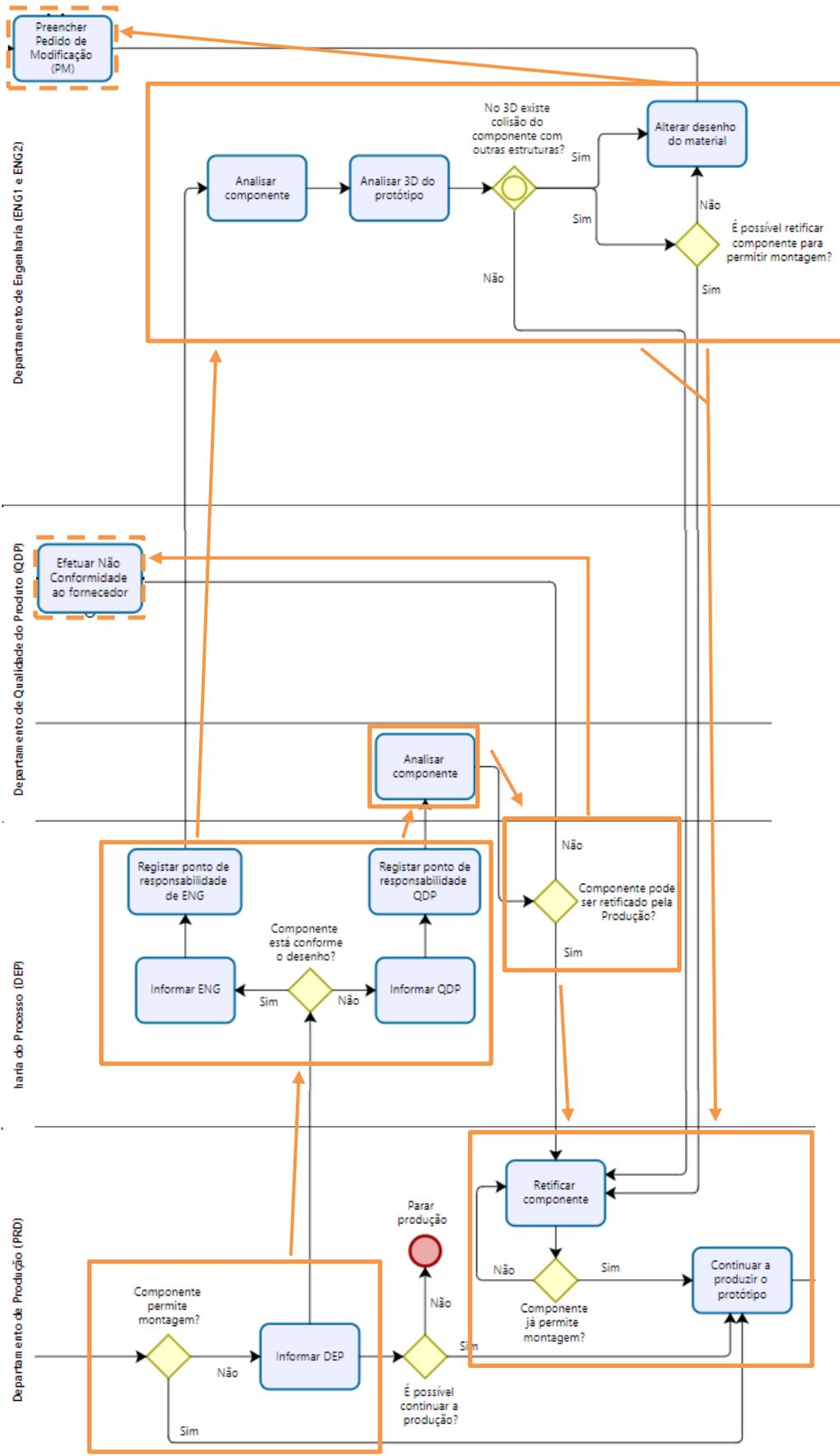


Figura 36 - Acompanhamento do processo produtivo - componente não permite montagem

Uma vez terminados os trabalhos do posto de trabalho, o protótipo avança pela linha de produção para o posto de trabalho seguinte. Além disso, durante o seu processo produtivo, o protótipo passa por várias “Portas da Qualidade”, as quais representam “paragens na produção” para QDP validar o protótipo – com base nas listas de inspeção anteriormente realizadas – ao longo das diferentes fases do processo. Como resultado, QDP entrega à PRD o relatório de inspeção com os pontos que são necessários corrigir, e só após a sua correção é que o protótipo pode avançar para o posto seguinte.

Quando PRD tiver terminado todos os seus trabalhos, ENG1 pode fazer o *upload* da programação para o protótipo e realizar os testes de funcionalidade, como o teste de abertura/fecho das portas de serviço.

Se o protótipo não passar nos testes, ENG1 deve analisar a razão por que tal acontece. Se for devido a erros na programação, ENG1 deve-os corrigir, voltar a fazer o *upload* da programação e verificar se o protótipo já passa nos testes. Se o problema não tiver origem na programação, PRD deve corrigir o problema levantado, para depois se voltar a testar.

Assim que o protótipo passar nos testes de funcionalidade, QDP realiza os testes finais e validações, como por exemplo o teste de chuveiro (teste para verificar se há entradas de água). Caso o protótipo não passe nos testes, PRD deve corrigir os problemas levantados. Por outro lado, caso passe, o protótipo está pronto para a entrega ao cliente (Figura 37).

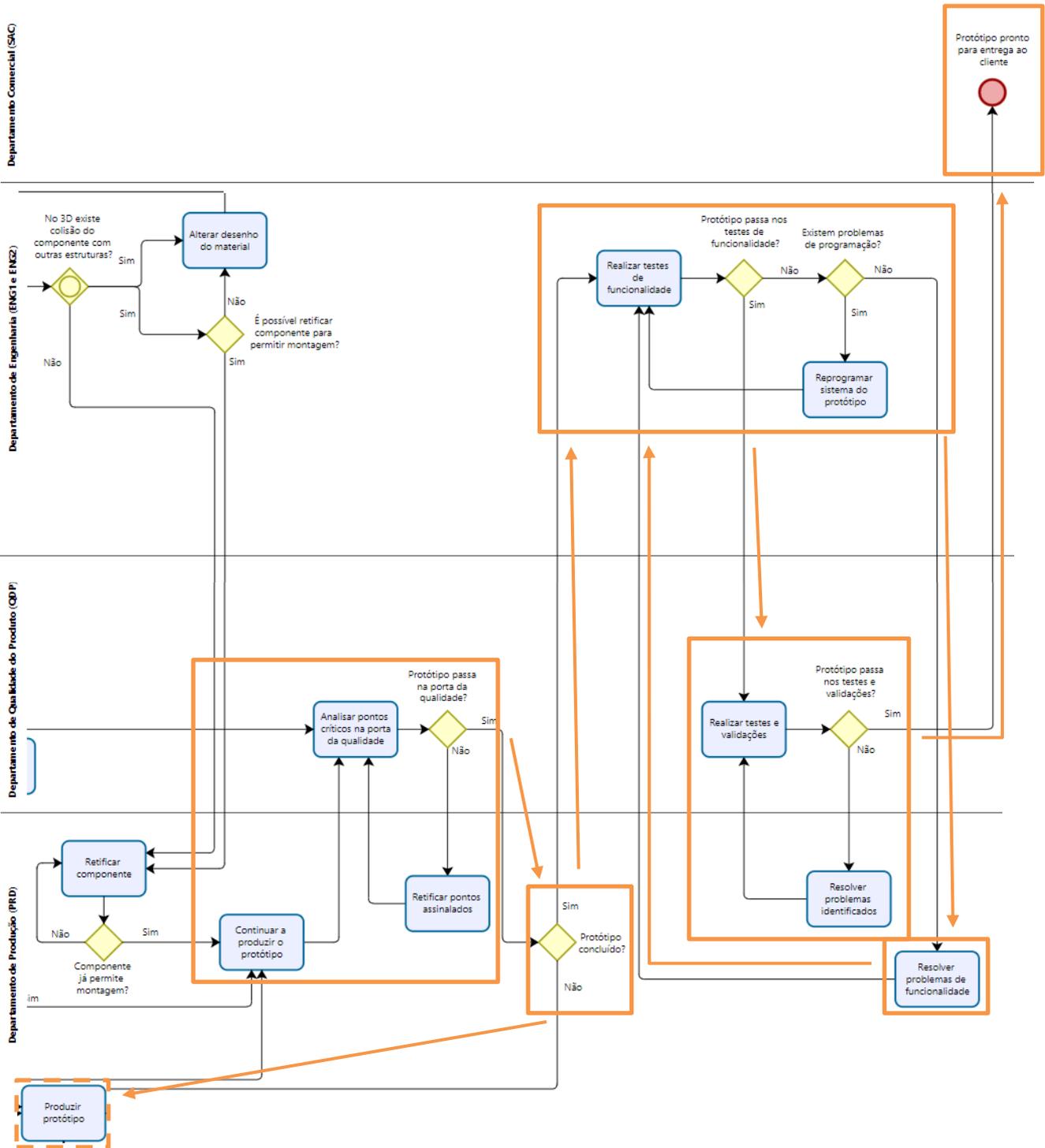


Figura 37 - Processo produtivo - testes e validações

Uma vez mapeado todo o processo de desenvolvimento de protótipos verificou-se que o *lead time* do processo era de cerca de 1056 horas, isto é, 63360 minutos.

5. ANÁLISE DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS

Neste capítulo é feita uma análise ao processo retratado no capítulo anterior, onde se descrevem não só alguns dos problemas e desperdícios encontrados, mas também as propostas de melhoria pensadas para os reduzir e eliminar.

5.1 Identificação de Desperdícios

A partir do mapeamento apresentado foi possível ver o processo de desenvolvimento de protótipos com clareza, pois a representação visual permite ver mais fácil e rapidamente onde é que o processo se desenrola de forma mais complexa, e em que etapas do processo existe a participação de vários intervenientes para o alcance de um mesmo fim.

Além disso, devido à natureza do papel da investigadora, no decorrer do projeto foram percecionados outros desafios e ineficiências inerentes ao processo de desenvolvimento de protótipos, os quais não teriam sido identificados caso não houvesse uma total imersão da investigadora neste processo.

Tendo isto em conta e a complexidade do processo, selecionaram-se 3 etapas do mesmo como foco para a identificação de oportunidades de melhoria – as etapas numeradas no Mapeamento do Processo presente no Apêndice 2.

5.1.1 Ponto 1 – Projeção de peças e lançamento de PMs:

- a) Independentemente do modelo de autocarro a desenvolver, existem peças que são sempre utilizadas, isto é, que são comuns a todos os autocarros. As verguinhas – para acondicionamento das instalações – e os reforços – para fixar de modo firme as peças na estrutura – são exemplos de componentes que estão presentes em todos os autocarros. Obviamente, estes componentes podem ter dimensões distintas, mas o que se notou é que, de cada vez que se está a projetar um autocarro, e, por consequência, quando são aplicados reforços e verguinhas, estes são projetados especialmente para aqueles autocarros, ainda que possam já existir (já possam ter sido desenhados e codificados) os reforços e verguinhas com as características projetadas. Naturalmente, isto representa um grande desperdício no que diz respeito à projeção dos autocarros visto que, de cada vez que se pretende projetar um componente destes existe um consumo de tempo para o efeito, para além de se estarem a criar diferentes códigos para um mesmo componente.

Considerando que, em média, um autocarro contém 8 tipos de verguinhas diferentes, e considerando o tempo para projetar cada uma (3D e 2D) cerca de 12 minutos, isto resulta num gasto de 96 minutos na projeção de componentes que já possam existir, por modelo de autocarro.

Relativamente aos reforços, considerando que, em média, um autocarro é constituído por 6 tipos de reforços distintos, e assumindo o tempo para projetar cada um (3D e 2D) cerca de 7 minutos, isto significa um gasto de 42 minutos por modelo de autocarro.

No total, são despendidos cerca de 138 minutos (2 horas e 18 minutos), por modelo de autocarro, na projeção de componentes como verguinhas e reforços, que já poderão existir na base de dados.

- b) É vulgar não constar nas Listas Técnicas material imprescindível para a construção do autocarro, como é o exemplo de alguns consumíveis. Nestes casos, é apenas durante o processo produtivo do protótipo que se nota a falta dos mesmos, pois a PRD não tem como continuar a montagem dos componentes sem os consumíveis para os fixar. Para além de impactar o trabalho da PRD, afeta também o trabalho de LOG, pois enquanto ENG não chama em Lista Técnica os consumíveis em falta e, conseqüentemente, DEP não aloca em roteiro ao posto de necessidade, LOG fornece os consumíveis que a PRD pede para que o processo produtivo não pare. Ora, o facto de não estar inserida no SAP a necessidade daqueles consumíveis para a construção do autocarro faz com que haja um desequilíbrio na monitorização dos *kanbans* e do *stock* dos consumíveis em armazém, isto é, os valores reais diferem dos valores em sistema, pois enquanto no plano real existe consumo desses consumíveis, no sistema esse consumo não existe.

Além disso, nestas situações acaba por ser a PRD a definir os consumíveis a utilizar na montagem dos componentes, passando apenas a informação a ENG dos consumíveis utilizados para que estes os possam inserir nas listas técnicas.

- c) Como referido anteriormente, os departamentos de ENG emitem PMs com os componentes desenvolvidos para o autocarro, e LOG fica responsável por inserir em SAP essas informações. No PM, sempre que existe o lançamento de um componente novo, consta também para que

localização o mesmo deve ser enviado, isto é, dentro de que “pasta”/grupo construtivo em SAP é que LOG deve adicionar o componente.

Existem vários grupos construtivos em qualquer lista técnica criada, normalmente organizados tendo em conta a zona de aplicação dos componentes no autocarro e/ou a sua tipologia (como por exemplo, um grupo construtivo só para os vidros e respetivo material de colagem). Devido à complexidade dos autocarros, esses mesmos grupos construtivos contêm subdivisões de forma a organizar melhor os componentes, contudo, muitos componentes e materiais encontram-se “perdidos” dentro do grupo construtivo, muitas vezes por não se enquadrarem nas subdivisões criadas. Além disso, é habitual existir em cada grupo construtivo uma pasta “MONT PARTES” onde, como o nome pode sugerir, se insere material diverso. Ora, o facto dos componentes não se encontrarem distribuídos de forma organizada – juntamente com o exposto na alínea b) – cria dificuldades numa fase posterior do processo de desenvolvimento de protótipos, mais concretamente nas etapas de responsabilidade de DEP de alocação de materiais aos postos de produção. Repetidas vezes, material é mal alocado em roteiro devido à desorganização dos componentes nas listas técnicas, pois facilmente se pode assumir que determinado material está associado a uma determinada tarefa e, portanto, a um determinado posto, quando, na verdade, o material deve ser utilizado para outra tarefa, que se executa num outro momento do processo produtivo. Uma vez alocado incorretamente, quando LOG prepara os carrinhos de *picking* e supermercado dos postos de trabalho, o material em questão é fornecido aos postos de trabalho em que não são necessários, não sendo, portanto, fornecido nos postos em que, efetivamente, deveriam, o que resulta em entropias na linha de produção.

5.1.2 Ponto 2 – Procura no mercado por novos materiais:

- a) No decurso do registo e desenho do mapeamento do processo de desenvolvimento de protótipos verificou-se que todas as interações no âmbito da procura no mercado por novos materiais se materializavam via email. Isto significa que toda a informação resultante das conversações e negociações ficam registadas apenas nos emails pessoais até que ENG lance o PM a informar da inclusão dos materiais em lista técnica.

Por o email ser uma ferramenta que facilita bastante a comunicação e o trabalho dos colaboradores, esta é constantemente usada. De facto, chega até a ser excessivamente utilizada, havendo alturas em que os colaboradores não conseguem verificar/dar resposta a todos os emails recebidos num dia. Por isso mesmo, o tempo de resposta/tratamento dos assuntos

abordados por email – neste caso, os pedidos de procura de novos materiais – pode variar bastante consoante o fluxo de emails recebido pelos membros de PUR (para iniciar a procura no mercado), pelos membros de ENG (para validar os materiais encontrados), pelos membros de LOG (para atribuir código 700), e novamente pelos membros de ENG (para visualizar a resposta de LOG e inserir num novo PM a informação para que os materiais sejam adicionados às Listas Técnicas). No pior dos casos, o email pode ficar esquecido na caixa de entrada e não se dar seguimento ao mesmo.

5.1.3 Ponto 3 – Acompanhamento do processo produtivo:

- a) Como foi referido anteriormente, o DEP encontra-se bastante envolvido na fase da produção do protótipo. O seu grande objetivo consiste em preparar, o melhor possível, a produção das séries, através da realização de GOs e ITs, assim como através da identificação de problemas e oportunidades de melhoria no processo produtivo do protótipo.

Relativamente a este último, o DEP utiliza um ficheiro Excel (Acompanhamento do “Modelo” – onde o “Modelo” é substituído pela designação do autocarro) onde regista todas as ocorrências que afetam negativamente a produção, assim como as oportunidades de melhoria (vulgarmente apeladas de “pontos”). Neste documento o DEP descreve sucintamente, mas claramente, o sucedido, identificando as peças envolvidas (código e descrição) e, dependendo da natureza do ponto levantado, atribui o mesmo ao pivô do departamento responsável por o resolver.

Nas reuniões diárias de acompanhamento de produção do protótipo, o DEP partilha os pontos levantados no dia e pede uma data prevista de fecho dos mesmos, isto é, a data prevista de resolução dos problemas levantados. Evidentemente, se os pontos levantados forem graves, ou seja, se impedirem o avanço da produção, os departamentos são logo contactados para que a sua resolução seja imediata. Ainda assim, estes pontos são também registados.

À medida que os departamentos vão dando resposta aos pontos levantados, o DEP acrescenta-as no ficheiro Excel, na coluna “Observações”, e verifica as respostas e ações tomadas de forma a apurar se, efetivamente, o ponto fica resolvido com as mesmas. Se sim, o estado do ponto é alterado de “aberto” (célula do “estado” vazia e em branco) para “fechado por confirmar” (célula do “estado” com um “x” e laranja); se não, responde ao departamento informando o porquê de as ações tomadas não resolverem o ponto.

Para além dos 2 estados dos pontos mencionados (“aberto” e “fechado por confirmar”) existe também o estado “fechado confirmado”, o qual se atribui apenas quando as ações para resolver o ponto foram tomadas e se verifica a não ocorrência do ponto na produção das séries.

À medida que os pontos vão sendo levantados, para além de se registarem no documento Excel como foi descrito, estes são também registados na Base de Dados – local onde, para além de se inserir toda a informação anteriormente inserida no documento Excel, se inserem imagens para auxiliar no entendimento dos pontos, e onde os restantes departamentos os podem consultar – isto é, os mesmos pontos são registados 2 vezes, em 2 locais distintos. Evidentemente, isto representa um desperdício, pois os mesmos dados estão a ser tratados mais do que uma vez. Ainda mais, ocasionalmente existem complicações na Base de Dados quando se carrega no botão “guardar” para guardar o ponto – é mostrada uma mensagem a indicar que o ponto foi guardado com sucesso, mas se, posteriormente, se procurar pelo mesmo, este não aparece, o que significa que, afinal, o ponto não foi guardado, o que obriga a que o seu registo seja de novo realizado.

Tendo em conta que o membro do departamento demora 4 minutos a registar o ponto no documento Excel e, posteriormente, mais 5 minutos a registar o mesmo ponto na Base de Dados, há um gasto de cerca de 9 minutos por registo de ponto. Ora, tendo em conta que na fase de produção do protótipo são registados, em média, 200 pontos (dependendo do grau de inovação do protótipo), são gastos 1800 minutos no ato de registo de pontos, o que equivale a 30 horas.

- b) Semanalmente é enviado um email aos pivôs dos departamentos envolvidos com um resumo geral do estado dos pontos: este email contém um gráfico de barras com os pontos organizados por departamentos e por estado de fecho.

Embora a Base de Dados consiga organizar graficamente os pontos por modelo, o DEP utiliza um outro documento Excel com 3 folhas (Resumo do acompanhamento do “Modelo”, onde o “Modelo” é substituído pela designação do autocarro) para gerar o gráfico de barras que é anexado no email. Primeiramente extrai a lista de pontos da base de dados, copia toda a informação extraída para uma folha do ficheiro Excel de Resumo, de seguida copia e cola o código dos pontos numa coluna específica de outra folha do ficheiro Excel de Resumo e o gráfico de barras, que se encontra numa outra folha do ficheiro, é atualizado.

Devido às complicações na Base de Dados no momento de guardar os pontos, é comum os membros do departamento se aperceberem de uma diferença no número de pontos registados no ficheiro Excel de Acompanhamento comparativamente com o número de pontos que são extraídos da Base de Dados e inseridos no documento Excel de Resumo. Quando isto acontece, os membros procuram encontrar quais os pontos que estão em falta na Base de Dados – comparando os dois ficheiros Excel – e, quando descobrem, registam-nos, tendo de repetir o processo de extração dos pontos da Base de Dados para originar o gráfico a anexar no email.

Além disso, é comum os membros do DEP alterarem o estado dos pontos no ficheiro Excel de Acompanhamento e esquecerem-se de os alterar também na Base de Dados. Então, quando os pontos são extraídos da Base de Dados e organizados no documento Excel de Resumo, o número de pontos em cada “estado” não coincidem, o que obriga, mais uma vez, os membros do departamento a comparar os documentos para corrigir os pontos desatualizados na Base de Dados.

Evidentemente, o tempo despendido na preparação do gráfico de barras enviado no email semanal varia consoante as discrepâncias encontradas entre documentos. Contudo, verificou-se que, caso não houvesse diferenças entre os documentos, o membro despendia cerca de 2 minutos no processo que origina a atualização do gráfico.

Por outro lado, caso houvesse discrepâncias (considerou-se para efeitos de análise que existiam discrepâncias em 2 pontos) o tempo gasto pelo membro no processo de atualização do gráfico de barras rondava os 6 minutos.

5.2 Propostas de melhoria

Uma vez analisado o processo de desenvolvimento de protótipos e identificados os seus desperdícios e oportunidades de melhoria, é necessário pensar e pôr em marcha ações com o objetivo de melhorar o estado atual. No fundo, isto significa atuar no sentido da redução do número de passos do processo, do seu *lead time* e da melhoria da sua eficiência, o que, por sua vez, resulta num processo *lean* e na melhoria da competitividade da empresa.

5.2.1 Ponto 1 – Projeção de peças e lançamento de PMs

Visto que os componentes como as verguinhas e os reforços são partilhados por todos os modelos de autocarro, pensou-se numa solução que eliminasse, por completo, o desperdício de excesso de produção

apresentado no capítulo anterior, alínea a). Neste sentido, pensou-se em implementar, por fases, a solução encontrada:

1. Fazer o levantamento de todos os reforços e verguinhas projetados;
2. Compilar todos os componentes encontrados num ficheiro Excel, onde se insere o código, designação e tipo de material de cada componente (Figuras 38 e 39);
3. Eliminar da lista criada as entradas com o mesmo código;
4. Padronizar a designação de todos os componentes – para as verguinhas utilizar a designação “VERG. Dimensões em milímetros (comprimento x largura x espessura)” ; para os reforços utilizar a designação “REFOR. Dimensões em milímetros (comprimento x largura x espessura)” (Figuras 38 e 39);



CaetanoBus

LISTA DE VERGUINHAS PROJETADAS

Código	Designação	Material
123456789	VERG. 100 x 10 x 5	AÇO
987654321	VERG. 300 x 12 x 6	ALUMÍNIO
234567891	VERG. 500 x 10 x 7	ALUMÍNIO
345678912	VERG. 800 x 12 x 8	AÇO

Figura 38 - Designação padrão das verguinhas e estrutura da lista (exemplo)



CaetanoBus

LISTA DE REFORÇOS PROJETADOS

Código	Designação	Material
980760540	REFOR. 100 x 40 x 1,5	ALUMÍNIO
760540320	REFOR. 100 x 50 x 2	ALUMÍNIO
230450670	REFOR. 150 x 50 x 2	AÇO
120340560	REFOR. 200 x 60 x 1,2	AÇO
560780910	REFOR. 200 x 70 x 2	AÇO

Figura 39 - Designação padrão dos reforços e estrutura da lista (exemplo)

5. Eliminar da lista criada os componentes em duplicado, dando preferência aos componentes projetados mais recentemente;

6. Substituir, nas listas técnicas em que estavam chamados os componentes eliminados no passo anterior, os componentes eliminados pelos seus duplicados/homólogos;
7. Elaborar uma instrução de trabalho para a consulta e adição de componentes à listagem (Apêndice 3).

Através desta listagem, quando os membros de ENG2 precisarem de chamar em Lista Técnica uma verguinha ou reforço, começam por procurar no ficheiro o componente com as características desejadas. Caso exista, os membros têm apenas de o inserir num PM para proceder à sua inclusão nas listas técnicas. Se não existir, o componente pretendido deve ser projetado, e, de seguida, registado na listagem.

Eventualmente, chegará uma altura em que não haverá necessidade de projetar qualquer um destes componentes, sendo que aí se terá eliminado totalmente o desperdício de excesso de produção. Tendo isto em conta, deve-se considerar o tempo para procura da verguinha/reforço desejado nas listas, para o qual se estimaram 2 minutos por procura. Ora, considerando que em cada pesquisa se procura apenas uma verguinha ou um reforço, e existem cerca de 8 e 6 tipos de verguinhas e reforços diferentes, respetivamente, estima-se que sejam despendidos cerca de 28 minutos na procura componentes. Isto significa que há um ganho de 110 minutos (1 hora e 50 minutos) na projeção de verguinhas/reforços por modelo de autocarro.

No que diz respeito ao desperdício exposto na alínea b), percebeu-se que havia uma discordância em relação ao departamento que detinha a responsabilidade de definir os consumíveis necessários para a construção do autocarro: os departamentos de ENG defendiam que DEP lhes devia passar a informação de quais eram os consumíveis a utilizar para a montagem dos componentes, e respetiva quantidade, e que por isso só após DEP lhes dar essa informação é que os poderiam inserir em lista técnica, enquanto DEP defendia que não era responsável pela definição de material, apenas pela definição do processo de montagem. Para a extinção deste problema pediu-se a intervenção da gestão de topo, a qual, após conhecer todas as vertentes e consequências do facto dos consumíveis não estarem chamados em lista técnica, determinou que os departamentos de ENG ficariam responsáveis por definir e chamar em lista técnica todos os consumíveis necessários para a construção do autocarro, na quantidade certa, da mesma forma que definem e chamam os restantes componentes.

Não obstante a decisão tomada pela gestão de topo, compreendeu-se que o problema inicial ainda não estava resolvido, pois inerente à relutância de definir os consumíveis estava a insegurança e o desconhecimento relativamente aos consumíveis certos a ser utilizados para a fixação dos componentes,

tendo em conta todas as suas particularidades e características. Assim sendo, sugeriu-se solicitar às chefias a promoção de formações e workshops sobre fixações e sistemas de colagem para os membros dos departamentos de ENG, DEP e QDP, para que estes pudessem, respetivamente, definir corretamente e de forma segura os consumíveis a utilizar nas diferentes situações, definir e sugerir melhorias aos processos de montagem com confiança, e verificar a qualidade dos processos seguidos.

Por fim, relativamente ao desperdício descrito na alínea c), percebeu-se que a organização das listas técnicas tem melhorado muito ao longo dos anos, havendo atualmente uma maior preocupação em dividir os materiais consoante a zona do autocarro onde são aplicados e a sua tipologia. Contudo, é sempre possível melhorar, pelo que se propôs a seguinte abordagem:

1. Num primeiro passo, eliminar todas as pastas “MONT PARTES” e organizar os componentes nelas contidas pelas restantes pastas;
2. Depois, para os casos em que tanto os componentes como os consumíveis necessários para os montar estão chamados em lista técnica, agrupá-los através da criação de uma pasta específica para cada um deles, isto é, uma pasta para o componente X + consumíveis para a sua montagem, outra pasta para o componente Y + consumíveis para a sua montagem, e assim sucessivamente.

Através da implementação gradual do passo 2., a resolução do problema exposto na alínea b) será mais estruturada, na medida em que será mais fácil e rápido identificar para que tarefas, isto é, componentes, ainda não se definiram os consumíveis para a sua fixação, e defini-los.

5.2.2 Ponto 2 – Procura no mercado por novos materiais

A medida encontrada para melhorar o processo de procura no mercado por novos materiais de forma a trazer mais transparência e reduzir os tempos de resposta, isto é, o desperdício de esperas, foi inspirada e motivada pelo bom funcionamento do sistema de PMs para criação das listas técnicas.

Por outras palavras, pensou-se em criar um novo *planner*, especificamente para este processo, utilizando o mesmo pressuposto do *planner* de PMs. Assim sendo, o novo *planner* “Prospecção de mercado” funcionaria do seguinte modo:

1. Os departamentos de ENG geram o documento RFQ (documento Excel) com o número sequencial automaticamente, e preenchem os campos com as características do componente pretendidas;

2. ENG guarda o documento numa pasta de arquivo e, de seguida, vai inseri-lo na ferramenta Microsoft Planner, no *planner* “Prospecção de mercado”;
3. No *planner* “Prospecção de mercado”, o colaborador cria um cartão com os dados do RFQ (número sequencial e nome do projeto) na lista “Pedido ENG”, define o produto a que se destina, a prioridade do mesmo, adiciona em anexo o ficheiro Excel RFQ (Figura 40) e atribui o cartão ao seu chefe de equipa para ser validado, movendo-o para a lista “Validação”;

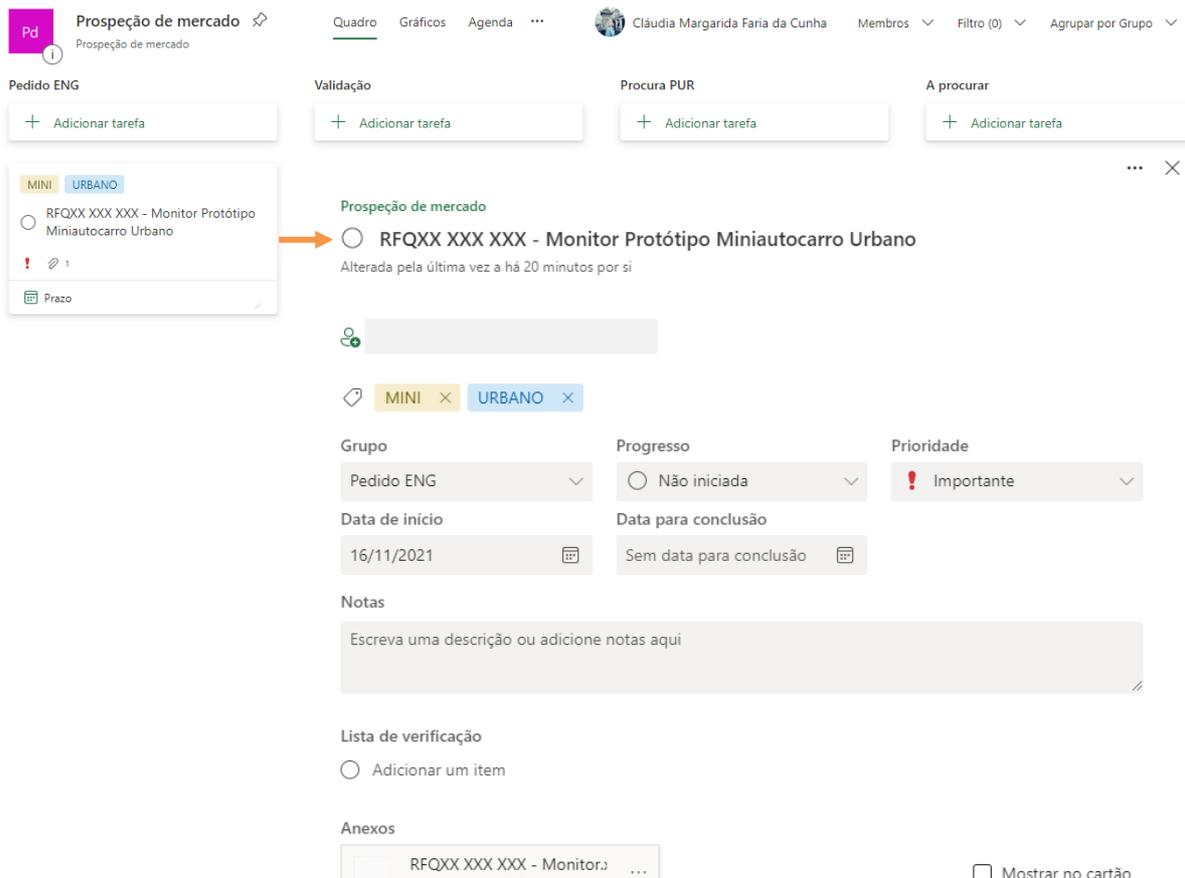


Figura 40 - Criação de RFQ no Planner

4. Depois de validado pela chefia de ENG, esta move o cartão para a lista “Procura PUR”, atribuindo-o também ao membro de PUR responsável e à sua chefia. Por fim, muda o *status* do cartão para “em curso”;
5. Quando o responsável de PUR inicia a procura no mercado move o cartão para a lista “A procurar” ou “A procurar URGENTE”, dependendo da prioridade do pedido;
6. Uma vez contactados os fornecedores, e tendo uma resposta por parte dos mesmos com as características dos componentes que estes vendem, PUR adiciona a informação ao cartão e move-o para a lista “Validação ENG”;

7. ENG verifica se as características dos componentes encontrados satisfazem os requisitos definidos, e seleciona o componente a utilizar. Uma vez selecionado, move o cartão para a lista “Codificar LOG”, atribuindo-o também ao responsável de LOG e à sua chefia, e informa PUR para avançar com a compra. (Se nenhum componente for admissível, ENG move o cartão para a lista “Procura PUR”, devendo PUR repetir os passos anteriores);
8. Quando o responsável de LOG inicia a atribuição de código ao componente move o cartão para a lista “A codificar”;
9. Uma vez codificado, LOG move o cartão para a lista “Pronto a chamar em LT” e notifica o responsável de ENG;
10. Quando o responsável de ENG inserir o componente num PM, move o cartão para a lista “Finalizado”, e muda o *status* do cartão para “concluído”.

Além da melhoria em termos do tempo de resposta e uma melhor organização, espera-se que a transição deste processo do email para o *planner* “Prospecção de mercado” traga outros benefícios, nomeadamente às chefias dos departamentos envolvidos. Mais concretamente, espera-se que as chefias consigam gerir de forma mais fácil e clara os seus membros, e respetivo trabalho departamental, pois a visualização gráfica do sistema de cartões do *planner* possibilita ter uma visão global do estado dos pedidos e da produtividade dos seus colaboradores.

É também importante salientar que este sistema de cartões potencia a identificação e eliminação de ineficiências no processo, pois facilmente se consegue visualizar a disparidade do número de cartões de umas listas para as outras, isto é, a existência de gargalos no processo, e atuar mais rapidamente no sentido de os eliminar.

5.2.3 Ponto 3 – Acompanhamento do processo produtivo

Com vista a eliminar os desperdícios de excesso de produção e processamento excessivo apontados no capítulo anterior relativamente ao registo dos pontos de melhoria/correção surgiram duas soluções:

1. Utilizar apenas o Excel para o registo dos pontos de melhoria/correção;
2. Utilizar apenas a Base de Dados para o registo de pontos de melhoria/correção.

Quer para uma solução, quer para outra, seria necessário fazer alterações e melhorias para que processo de registo de pontos fosse mais eficiente e imediato. Contudo, verificou-se que uma das soluções seria, de longe, a mais vantajosa a nível monetário, o que se revela um fator crucial na tomada de decisão.

Todos os anos, a empresa renova as licenças da conta Office para que os colaboradores possam realizar o seu trabalho, o que engloba o acesso ao email Outlook, ao *chat* Microsoft Teams, ao PowerPoint e Word para elaboração de GOs, entre outros. Da mesma forma, a Base de Dados – uma ferramenta paga e personalizada para atender, o melhor possível, os objetivos de DEP, isto é, o arquivo e organização dos pontos de melhoria/correção levantados durante o processo produtivo dos protótipos e séries – é paga anualmente pelo DEP, servindo apenas o propósito de arquivo de dados.

Uma vez que os produtos Office são necessários para a realização da maioria das tarefas, o custo anual de renovação das licenças mantém-se quer os pontos de melhoria/correção sejam registados no Excel ou na Base de Dados. Por outro lado, a Base de Dados é apenas utilizada para o registo dos pontos, pelo que é possível eliminar este custo das despesas do departamento se o registo passar a ser feito apenas com recurso ao Excel. Tendo isto em conta, embora ambas as soluções fossem admissíveis, considerou-se a 1. para a melhoria do processo de registo de pontos. Nas Figuras 41 e 42 encontram-se os ficheiros Excel utilizados atualmente.

Data Pont	Tarefas Pendentes	Descrição	Código	Pont	RESPONSÁVEL		Conclusão ✓		PSV - PLAN	Observações
					SETOR	COLABORADOR	DATA PREV.2	DELI		
15/fev	1			5XXX	ENG2		24/mar			
15/fev	2			5XXX	ENG2		24/mar			
15/fev	3			5XXX	DEP		24/mar			
15/fev	4			5XXX	GDP		24/mar			
15/fev	5			5XXX	ENG2		24/mar			
17/fev	6			5XXX	CBO		31/mar			
17/fev	7			5XXX	LOG		20/fev			
18/fev	8			5XXX	ENG2		24/mar			
18/fev	9			5XXX	ENG1		24/mar			
18/fev	10			5XXX	ENG2		24/mar			

Figura 41 - Ficheiro Excel "Acompanhamento do Miniautocarro Urbano"

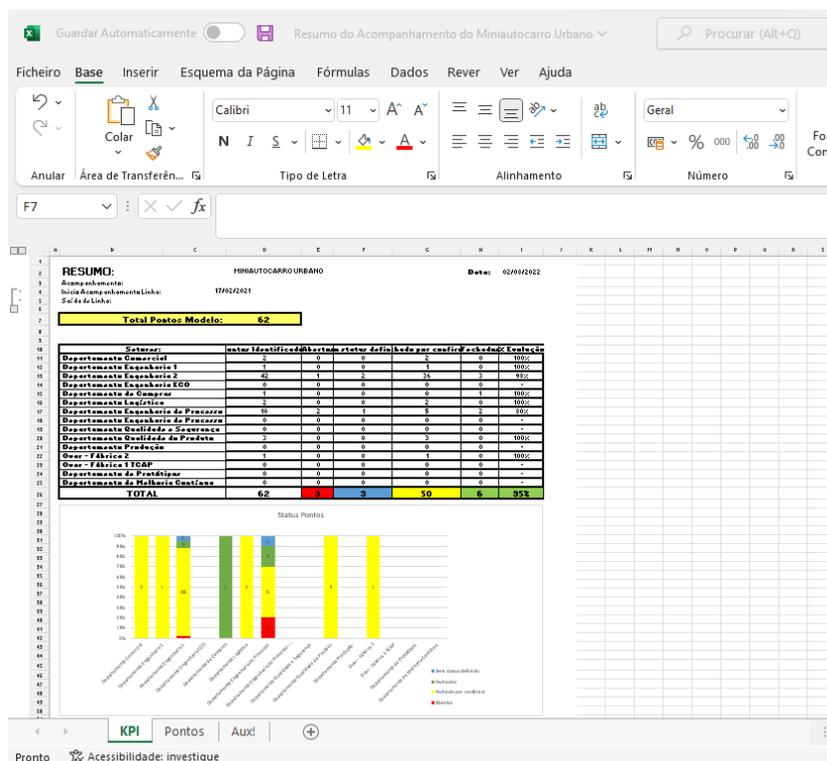


Figura 42 - Ficheiro Excel "Resumo do Acompanhamento do Miniutocarro Urbano"

Como foi referido acima, seria necessário fazer alterações e melhorias aos ficheiros Excel para que o processo de registo de pontos pudesse ser efetuado apenas com recurso ao mesmo. Assim sendo, numa primeira fase decidiu-se levantar e organizar numa tabela as características diferenciadoras de cada uma das duas ferramentas, de forma que fosse possível compreender as qualidades e vantagens da Base de Dados, e considerá-las na transformação dos ficheiros Excel (Tabela 7).

Tabela 7 - Comparação entre ficheiro Excel vs. Base de Dados no processo de registo de pontos de melhoria/correção

	Ficheiro Excel	Base de Dados
Acesso à ferramenta para registo	Sem autenticação	Com autenticação (nome de utilizador e palavra-passe)
Processo de registo de pontos	Mais rápido, sem limite de caracteres Sem campo para registo do ganho de tempo com implementação do ponto Sem campo para registo do responsável inicial do ponto	Campos restringidos, com limite de caracteres Com campo para registo do ganho de tempo com implementação do ponto Com campo para registo do responsável inicial do ponto
Anexar imagens	Sem anexo de imagens no ficheiro	Possibilita o anexo de 3 imagens
Guardar o registo de pontos	Sem complicações no registo	Complicações no registo, por vezes é necessário voltar a registar

Identificação do ponto	Sem identificação inequívoca, apenas numeração sequencial dos pontos (por ordem de registo, por modelo)	Identificação inequívoca do ponto – é gerado um código único por ponto
Custo da ferramenta	Baixo custo para o seu propósito e utilização	Alto custo para o seu propósito e utilização
Consulta	Departamentos não podem consultar (exceto quando anexado no email semanal)	Departamentos podem consultar, mas não editar

No que diz respeito às categorias “Acesso à ferramenta para registo”, “Guardar o registo de pontos” e “Custo da ferramenta”, considerou-se que as características dos ficheiros Excel utilizados atualmente superavam as características da Base de Dados, pelo que estas se mantiveram. Por outro lado, relativamente às restantes categorias decidiu-se melhorar os ficheiros Excel de forma que estes incluíssem as características relevantes da Base de Dados. Neste sentido, no que diz respeito à categoria “Processo de registo de pontos”, adicionaram-se várias colunas ao ficheiro de Acompanhamento: 1 coluna para o registo do posto onde o ponto foi identificado, duas para o registo do departamento responsável inicialmente pelo ponto, e sete para o registo do tipo de ganho potencial conseguido com a implementação da melhoria/correção, assim como quantificação do ganho potencial (quando aplicável). Muitos dos pontos de melhoria registados são a nível da qualidade final do produto, de ergonomia, desperdício de peças ou processo, não só a nível de tempo, pelo que não faria sentido restringir apenas a esse tipo de ganho.

Relativamente à categoria “Anexar imagens”, por questões de organização e tamanho do ficheiro Excel – o qual tem influência na rapidez de abertura do ficheiro e respetivo funcionamento – concluiu-se que a melhor abordagem passaria pela criação de uma pasta para cada ponto, dentro da pasta de Acompanhamento do Modelo, na qual se inseriam as imagens de auxílio ao entendimento do mesmo. Na verdade, este é o procedimento atual, isto é, todas as imagens que são anexadas aos pontos na Base de Dados são guardadas em pastas individuais, onde o nome da pasta é o código (único) identificativo do ponto gerado pela Base de Dados aquando do registo, o que nos conduz à categoria “Identificação do ponto”.

Embora na Base de Dados o código identificativo dos pontos seja gerado automaticamente quando se inicia o seu registo e não haja 2 pontos com o mesmo código, percebeu-se que esta não era uma característica determinante para a identificação dos pontos. Assim sendo, os pontos serão registados no ficheiro Excel e o seu código será o número sequencial atribuído por ordem de registo. Da mesma forma, este será o número da pasta que conterá as imagens de auxílio à compreensão do ponto.

Por fim, no que se refere à consulta do ficheiro de Acompanhamento por parte dos departamentos envolvidos no projeto, pensou-se numa solução já utilizada na empresa: permissões. É possível filtrar os departamentos/entidades para que estes possam aceder a certas pastas e ficheiros dentro da organização, o que inclui permissões para visualizar e editar, ou apenas permissões para visualizar. Contactando o departamento de suporte IT, este pode tornar possível, a todos os membros da organização, entrar na pasta e apenas visualizar o ficheiro de Acompanhamento.

Com esta proposta de melhoria pensa-se conseguir um ganho de tempo na ordem dos 5 minutos por ponto, e tendo em conta que são registados, em média, 200 pontos durante a fase de produção do protótipo, estamos perante um ganho potencial de 1000 minutos, ou seja, 16 horas e 40 minutos.

Relativamente ao desperdício associado à preparação do gráfico de barras a enviar no email semanal, uma vez que apenas serão utilizados os documentos Excel para registo dos pontos, os desperdícios relacionados com as discrepâncias entre documentos deixarão de existir. Além disso, os documentos Excel de Acompanhamento e de Resumo foram fundidos num só, isto é, no Ficheiro Excel “Acompanhamento - Processo produtivo de protótipos” de forma que todo o conteúdo apresentado na folha “Resumo KPIs” (anterior folha “Resumo”) fosse atualizado de forma automática à medida que se iam adicionando os pontos. Desta forma, prevê-se que seja apenas necessário copiar e colar o conteúdo da folha para o email.

Tendo isto em conta, no Apêndice 4 encontra-se anexado o ficheiro Excel desenvolvido para dar resposta aos desperdícios relativos ao acompanhamento do processo produtivo por parte de DEP – Ficheiro Excel “Acompanhamento - Processo produtivo de protótipos”, com duas folhas, nomeadamente “Acompanhamento” e “Resumo KPIs”. Para além de se terem feito as alterações mencionadas acima, na folha “Resumo KPIs” foram também acrescentadas uma tabela e gráfico para representar de forma mais intuitiva os tipos de ganho com a implementação dos pontos.

6. CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO

Este capítulo é dedicado à sumarização das principais conclusões do trabalho desenvolvido, bem como à apresentação de sugestões de trabalho futuro.

6.1 Considerações finais

Esta dissertação de mestrado assumiu como objetivo compreender de que forma seria possível reduzir o *lead time* do processo de desenvolvimento de protótipos de uma empresa do ramo automóvel e, efetivamente, reduzi-lo.

Para a concretização desse objetivo principiou-se o trabalho pela realização de entrevistas semiestruturadas aos departamentos envolvidos. Estas entrevistas tiveram como propósito explorar a realidade do trabalho departamental de cada setor, e, uma vez que se assemelharam a conversas informais, foi possível obter respostas mais francas e naturais por parte dos entrevistados. Evidentemente, estas entrevistas serviram de mote para a investigação, como um todo, do relacionamento dos departamentos no que diz respeito ao processo de desenvolvimento de protótipos e ao estudo do processo em si. Neste seguimento, foi criado um ambiente propício à partilha de conhecimento, informação, dificuldades e sugestões – *focus group* – com a participação de todos os intervenientes no processo, isto é, uma equipa multidisciplinar, onde se construiu o Mapeamento do Processo de desenvolvimento de protótipos. Através deste exercício foi possível visualizar, de forma gráfica e intuitiva, todo o processo, o que, por sua vez, permitiu identificar, de forma natural e espontânea, as áreas que requeriam mais intervenções, os desperdícios no processo e as oportunidades de melhoria.

Devido à extensão e complexidade do processo de desenvolvimento de protótipos, selecionaram-se unicamente 3 etapas do processo para prosseguir para a fase de *brainstorming* e desenvolvimento de propostas de melhoria, sendo elas as seguintes: Projeção de peças e lançamento de PMs, Procura no mercado por novos materiais e Acompanhamento do processo produtivo.

Para estas etapas foram sugeridas e desenvolvidas soluções para reduzir e eliminar os desperdícios identificados nas mesmas, as quais apesar de não terem sido implementadas tendo em conta a duração temporal limitada deste projeto, se traduzem nos seguintes ganhos potenciais:

- Eliminação do desperdício de excesso de produção associado ao desenho e projeção de verguinhas e reforços através do desenvolvimento de listas padronizadas de verguinhas e

reforços. Com esta medida prevê-se um ganho de 1 hora e 50 minutos, o que corresponde a uma melhoria na projeção/procura de verguinhas ou reforços, por modelo de autocarro, de 79,71%;

- Redução dos erros de alocação de componentes aos postos de trabalho através da melhoria da organização das Listas Técnicas e formação dos colaboradores;
- Melhoria dos tempos de resposta, tratamento e organização dos pedidos de procura por novos materiais através da passagem da realização deste processo do email para o *planner* “Prospecção de mercado”;
- Redução dos desperdícios de excesso de produção e processamento excessivo associados ao registo de pontos de melhoria/correção potenciada pela realização do tratamento de dados apenas num ficheiro Excel, o que se traduz num ganho de 16 horas e 40 minutos, isto é, uma redução no processo de registo de pontos/melhoria, por modelo de autocarro, na ordem dos 55,56%;
- Eliminação das discrepâncias entre documentos por meio da eliminação de uma das ferramentas de arquivo/tratamento de dados e melhoria/automatização da ferramenta em vigor;
- Em suma, estas melhorias podem-se traduzir numa redução do *lead time* na ordem dos 1,75%.

Embora o objetivo deste projeto não tenha sido atingido, isto é, não houve uma redução de cerca de 8% no *lead time*, conclui-se, ainda assim, que todas as propostas de melhoria apresentadas contribuem para a redução do *lead time* do processo de desenvolvimento de protótipos da empresa.

Por fim, relativamente às conclusões retiradas, importa salientar que o trabalho em equipa necessário para mapear o processo de desenvolvimento de protótipos fomentou a compreensão e criação de laços de confiança entre os intervenientes, para além de ter ajudado a formar um consenso acerca da existência de desperdícios ao longo do processo, sem culpabilizar departamentos específicos.

Além disso, através deste *focus group* foi ainda possível asseverar que cada departamento envolvido no processo conhecia bem as suas responsabilidades, assim como o encadeamento das suas tarefas, mas não as dos restantes intervenientes, em especial a sucessão das tarefas dos departamentos com os quais não interagem diretamente, e, no fundo, o Mapeamento do processo de desenvolvimento de protótipos veio trazer mais clareza ao processo, bem como a todas as partes envolvidas.

6.2 Sugestões de trabalho futuro

Como referido anteriormente, não foi possível implementar as propostas de melhoria mencionadas durante o horizonte temporal em que o estágio curricular decorreu. Por esta razão, como sugestão de trabalho futuro propõe-se a implementação das propostas apresentadas, bem como a sua monitorização e eventual melhoria.

Além disso, sugere-se a continuação do trabalho de identificação de oportunidades de melhoria com recurso ao mapeamento do processo de desenvolvimento de protótipos como complemento à identificação das oportunidades de melhoria apresentadas neste trabalho, e consequente implementação e monitorização.

Por fim propõe-se ainda transpor todo o trabalho desenvolvido neste projeto para o processo de produção das séries.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allway, M., & Corbett, S. (2002). Shifting to lean service: Stealing a page from manufacturers' playbooks. *Journal of Organizational Excellence*, 21(2), 45–54. <https://doi.org/10.1002/NPR.10019>
- Bernegger, P. M., & Webster, S. (2014). Fixed-Cycle Smoothed Production Improves Lean Performance for Make-to-Stock Manufacturing. *Interfaces*, 44(4), 411–427. <https://doi.org/10.1287/inte.2014.0750>
- Black, J. T. (2000). Lean Manufacturing Implementation. In P. M. Swamidass (Ed.), *Innovations in Competitive Manufacturing* (pp. 177–186). Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1705-4_16
- Bonaccorsi, A., Carmignani, G., & Zammori, F. (2011). Service Value Stream Management (SVSM): Developing Lean Thinking in the Service Industry. *Journal of Service Science and Management*, 04(04), 428–439. <https://doi.org/10.4236/JSSM.2011.44048>
- CaetanoBus. (2017). Aliança estratégica entre a Mitsui & Co., Ltd. e a CaetanoBus. Retrieved March 6, 2021, from <https://caetanobus.pt/pt/alianca-estrategica-entre-a-mitsui-e-a-caetanobus/>
- CaetanoBus. (2021a). A Nossa História | Caetanobus. Retrieved March 6, 2021, from <https://caetanobus.pt/pt/company/our-history/>
- CaetanoBus. (2021b). Apresentação | CaetanoBus. Retrieved January 23, 2021, from <https://caetanobus.pt/pt/company/who-we-are/>
- CaetanoBus. (2021c). Autocarros | CaetanoBus. Retrieved January 24, 2021, from <https://caetanobus.pt/pt/buses/>
- CaetanoBus. (2021d). Autocarros zero emissões da CaetanoBus têm agora a marca Toyota. Retrieved September 4, 2021, from <https://caetanobus.pt/pt/autocarros-zero-emissoes-da-caetanobus-tem-agora-a-marca-toyota/>
- CaetanoBus. (2021e). Missão, visão e valores | CaetanoBus. Retrieved March 6, 2021, from <https://caetanobus.pt/pt/company/mission-vision-and-values/>
- Carvalho, J. D., Ferrete, L., Sousa, R., Medeiros, H., Magalhães, A., & Ferreira, J. (2015). Process mapping improvement: Extending value stream maps with waste identification diagrams. *FME Transaction*, 43(4), 287–294. <https://doi.org/10.5937/fmet1504287D>
- Dicionário Online Priberam de Português. (n.d.). Protótipo. Retrieved July 2, 2021, from <https://dicionario.priberam.org/prototipo>
- Dolcemasclo, D. (2005). Lean for Administrative Processes: The Seven Wastes. Retrieved December 31, 2021, from EMS CONSULTING GROUP INC. website: <https://www.emsstrategies.com/dd090105article1.html>
- Feng, P., & Ballard, G. (2008). Standard Work From a Lean Theory Perspective. *16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 703–712. Manchester: The International Group for Lean Construction (IGLC). Retrieved from <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-e8d371ca-086e-492f-b71e-c65779b169c4.pdf>
- Halseth, K. (2018). Process modelling and mapping: The basics. *David Thompson Health Region*, p. 11. David Thompson Health Region. Retrieved from http://c.ymcdn.com/sites/www.bfma.org/resource/resmgr/articles/08_64.pdf
- 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>
- Heher, Y. K., & Chen, Y. (2017). Process mapping: A cornerstone of quality improvement. *Cancer Cytopathology*, 125(12), 887–890. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cncy.21946>

- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2004). To Pull or Not to Pull: What Is the Question? *Manufacturing & Service Operations Management*, 6(2), 133–148. <https://doi.org/10.1287/msom.1030.0028>
- Jaca, C., Viles, E., Paipa, L., Santos, J., & Mateo, R. (2014). Learning 5S principles from Japanese best practitioners: Case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 52(15), 4574–4586. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.878481>
- Jasti, N. V. K., & Sharma, A. (2015). Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool: A case study from auto components industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(1), 89–116. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2012-0002>
- Jordão, M. (2019). *A indústria automóvel em Portugal*. Retrieved from <https://www.dgae.gov.pt/servicos/politica-empresarial/setores-industriais/industria-automovel.aspx>
- Knol, W. H., Slomp, J., Schouteten, R. L. J., & Lauche, K. (2018). Implementing lean practices in manufacturing SMEs: testing “critical success factors” using Necessary Condition Analysis. *International Journal of Production Research*, 56(11), 3955–3973. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1419583>
- Lareau, W. (2003). *Office Kaizen: Transforming Office Operations into a Strategic Competitive Advantage*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. In *McGraw-Hill*. Nova Iorque: McGraw-Hill.
- Lu, J.-C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Mahlaha, K., Sukdeo, N., & Mofokeng, V. (2020). A Lean 7S methodology framework to improve efficiency and organizational performance: A review study in an SME organization. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 962–970. Dubai: IEOM Society International. Retrieved from <http://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/34.pdf>
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization – One of the Tools of Continuous Improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329–332. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- Monteiro, M. F. J. R., Pacheco, C. C. L., Dinis-Carvalho, J., & Paiva, F. C. (2015). Implementing lean office: A successful case in public sector. *FME Transactions*, 43(4), 303–310. <https://doi.org/10.5937/FMET1504303M>
- Narke, M. M., & Jayadeva, C. T. (2020). Value Stream Mapping: Effective Lean Tool for SMEs. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1263–1272. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.441>
- Nunes, M. L., & Paisana, A. (2003). Rosamar : a estratégia de produto nos mercados industriais : redução do time-to-market como fonte de vantagem competitiva. *ENGENHARIA'2003 - Inovação e Desenvolvimento*. Universidade da Beira Interior (UBI). Retrieved from <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/17679>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Peiris, P. A. N., Hui, F. K. P., Ngo, T., Duffield, C., & Garcia, M. G. (2021). A Case Study on Early Stage Adoption of Lean Practices in Prefabricated Construction Industry. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 94, 589–600. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7222-7_48
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3),

- 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Rüttimann, B. G., Fischer, U. P., & Stöckli, M. T. (2014). Leveraging Lean in the Office: Lean Office Needs a Novel and Differentiated Approach. *Journal of Service Science and Management*, 07(05), 352–360. <https://doi.org/10.4236/JSSM.2014.75032>
- Salvador Caetano. (2021a). A nossa história - Salvador Caetano. Retrieved March 6, 2021, from <https://salvadorcaetano.pt/quem-somos/a-nossa-historia/>
- Salvador Caetano. (2021b). Onde estamos - Salvador Caetano. Retrieved March 6, 2021, from <https://salvadorcaetano.pt/quem-somos/onde-estamos/>
- Salvador Caetano. (2021c). Quem somos | Centro de Formação Salvador Caetano. Retrieved March 6, 2021, from <https://formacao.gruposalvadorcaetano.pt/quem-somos/>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). Research methods for business students. In *Pearson Education, UK*. (4th ed.). Prentice Hall.
- Shingo, S. (1989a). Mechanics of the Toyota Production System: Improving Operations. In *A Study of the Toyota Production System* (pp. 143–145). Cambridge: Productivity Press.
- Shingo, S. (1989b). The Principles of Toyota Production System. In *A Study of the Toyota Production System* (pp. 67–95). Cambridge: Productivity Press.
- Siza Vieira, P., Silva Couto, J. M., & Silva Rosa, A. J. L. (2019). *Pacto Setorial para a Competitividade e Internacionalização - Setor Automóvel* (p. 4). p. 4. Leiria: MOBINOV. Retrieved from <https://www.iapmei.pt/PRODUTOS-E-SERVICOS/Empreendedorismo-Inovacao/Eficiencia-Coletiva-e-Clusters/DOCS/Protocolo-MOBINOV.aspx>
- Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. <https://doi.org/10.1080/00207547708943149>
- Sukdeo, N. (2017). The Application of 6S Methodology as a Lean Improvement Tool in an Ink Manufacturing Company. In *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 1666–1671). Singapore: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290176>
- Sutharsan, S. M., Mohan Prasad, M., & Vijay, S. (2020). Productivity enhancement and waste management through lean philosophy in Indian manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 2981–2985. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.976>
- Symon, G., & Cassell, C. (1998). Qualitative methods and analysis in organizational research: A practical guide. In *Qualitative methods and analysis in organizational research: A practical guide*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Ltd.
- Tapping, D., & Shuker, T. (2003). *Value stream management for the lean office: 8 steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas*. Productivity Press.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(6), 766–799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Ungan, M. C. (2006). Standardization through process documentation. *Business Process Management Journal*, 12(2), 135–148. <https://doi.org/10.1108/14637150610657495>
- Womack, J., & Jones, D. (1996). Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. In *Journal of the Operational Research Society* (Vol. 48). London: Simon & Schuster. <https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Yin, R. K. (2003). Case Study Research: Design and Methods. In *Applied social research methods series* (3rd ed., Vol. 5). Sage Publications. <https://doi.org/10.1017/dsd.2020.28>

APÊNDICE 1 – GUIÃO DAS ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

1. Como é que descreveria o dia-a-dia do seu trabalho departamental?
2. De que forma está dividido o departamento? Qual a responsabilidade de cada setor?
3. Quais as tarefas desempenhadas pelo departamento no processo de desenvolvimento de protótipos?
4. Na sua opinião, existe algum processo departamental que deva ser melhorado? Se sim, qual e porquê?

APÊNDICE 2 – MAPEAMENTO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS

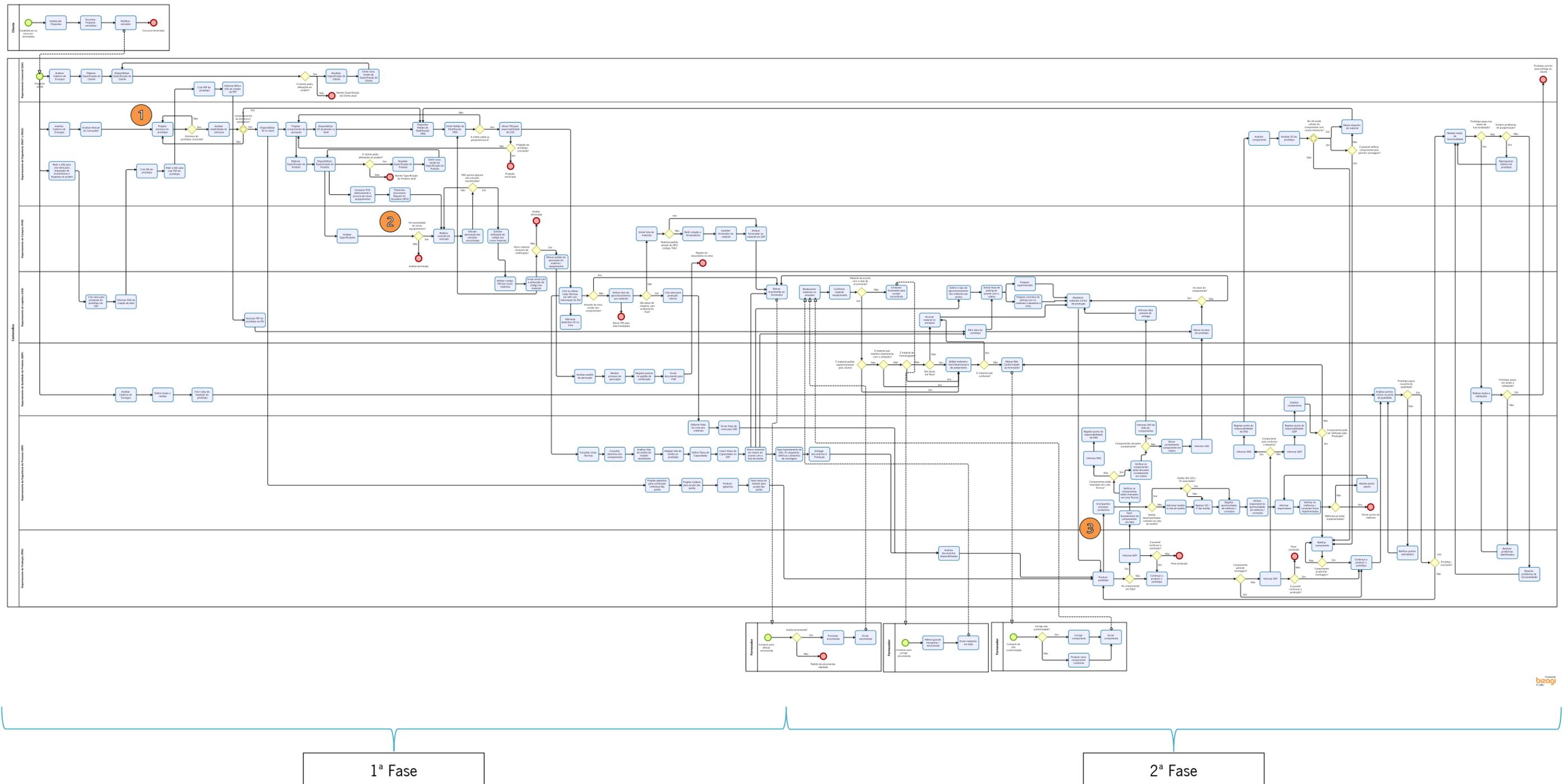


Figura 43 - Mapeamento do Processo de Desenvolvimento de Protótipos

APÊNDICE 3 – IT PARA ADICIONAR COMPONENTES ÀS LISTAS DE VERGUINHAS E REFORÇOS

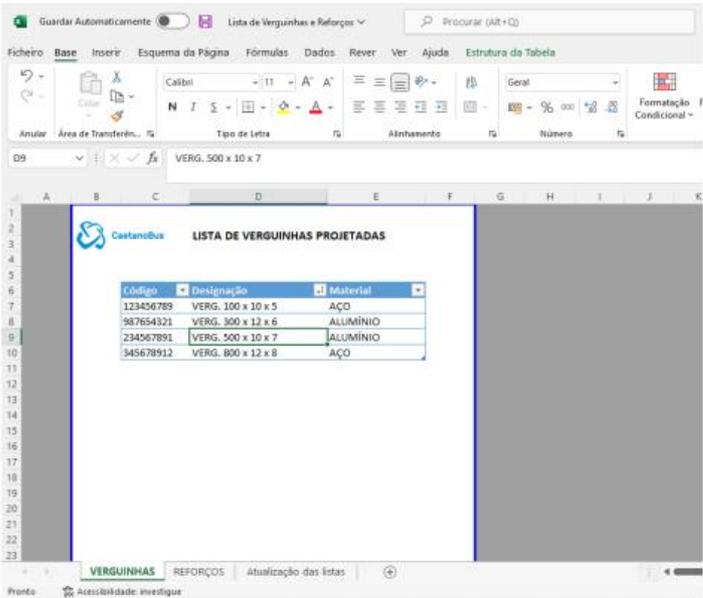
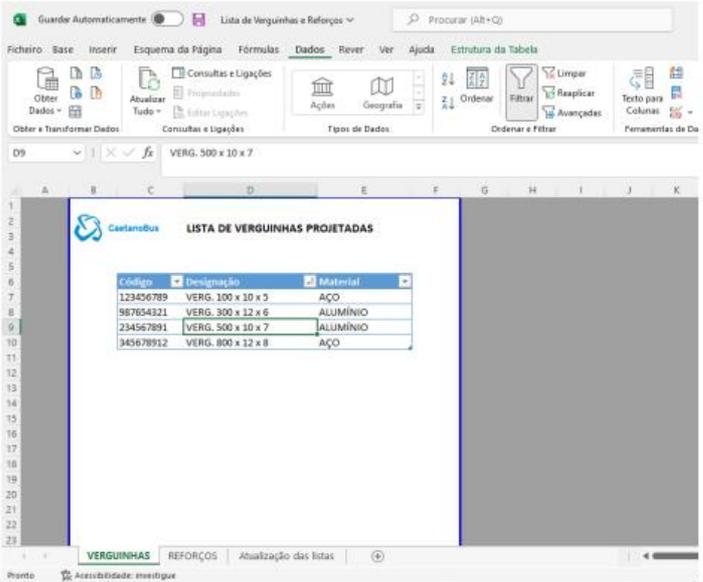
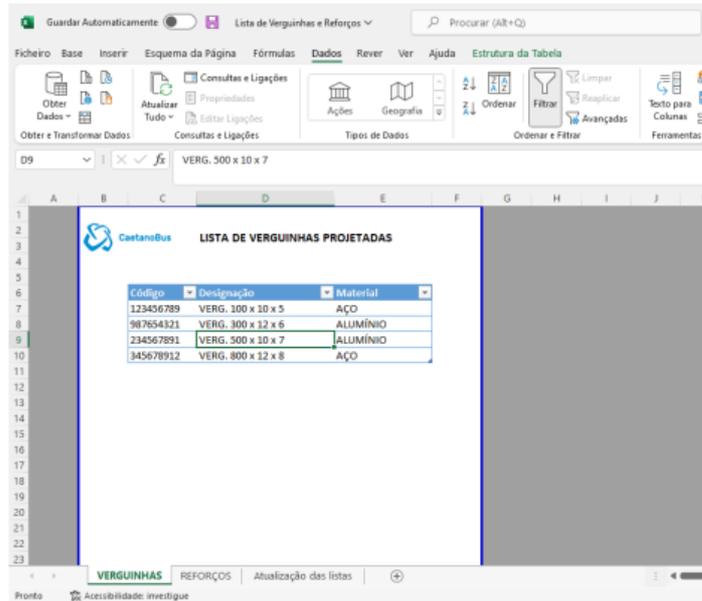
	INSTRUÇÕES PARA ADICIONAR COMPONENTES ÀS LISTAS DE VERGUINHAS E REFORÇOS	IT 000 – 000 – 00000															
<p>1. Remover todos os filtros da tabela</p> <p>1.1. Selecionar uma célula da tabela com o botão esquerdo do rato</p>  <p>1.2. Selecionar com o botão esquerdo do rato o separador "Dados" do Friso</p>  <table border="1" data-bbox="510 828 821 918"><thead><tr><th>Código</th><th>Designação</th><th>Material</th></tr></thead><tbody><tr><td>123456789</td><td>VERG. 100 x 10 x 5</td><td>AÇO</td></tr><tr><td>987654321</td><td>VERG. 300 x 12 x 6</td><td>ALUMÍNIO</td></tr><tr><td>234567891</td><td>VERG. 500 x 10 x 7</td><td>ALUMÍNIO</td></tr><tr><td>345678912</td><td>VERG. 800 x 12 x 8</td><td>AÇO</td></tr></tbody></table>			Código	Designação	Material	123456789	VERG. 100 x 10 x 5	AÇO	987654321	VERG. 300 x 12 x 6	ALUMÍNIO	234567891	VERG. 500 x 10 x 7	ALUMÍNIO	345678912	VERG. 800 x 12 x 8	AÇO
Código	Designação	Material															
123456789	VERG. 100 x 10 x 5	AÇO															
987654321	VERG. 300 x 12 x 6	ALUMÍNIO															
234567891	VERG. 500 x 10 x 7	ALUMÍNIO															
345678912	VERG. 800 x 12 x 8	AÇO															
Atualizado por: Cláudia Cunha	Página 1 de 4	Data de atualização: 26/05/2022															

Figura 44 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 1

1.3. No grupo "Ordenar e Filtrar" selecionar com o botão esquerdo do rato a opção "Limpar"



2. Ir ao final da tabela
3. Na linha seguinte à última entrada da tabela adicionar o novo componente: código, designação e material. Como a lista está formatada como "Tabela", sempre que se adiciona um novo componente, este é incluído automaticamente na tabela

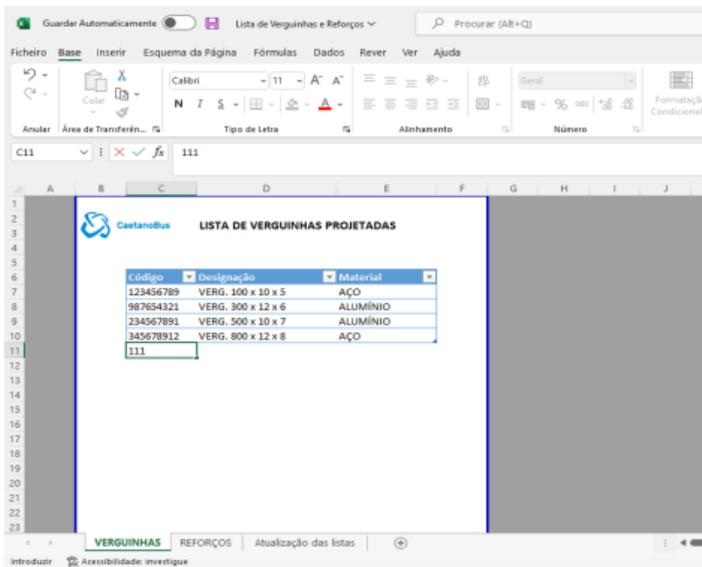


Figura 45 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 2

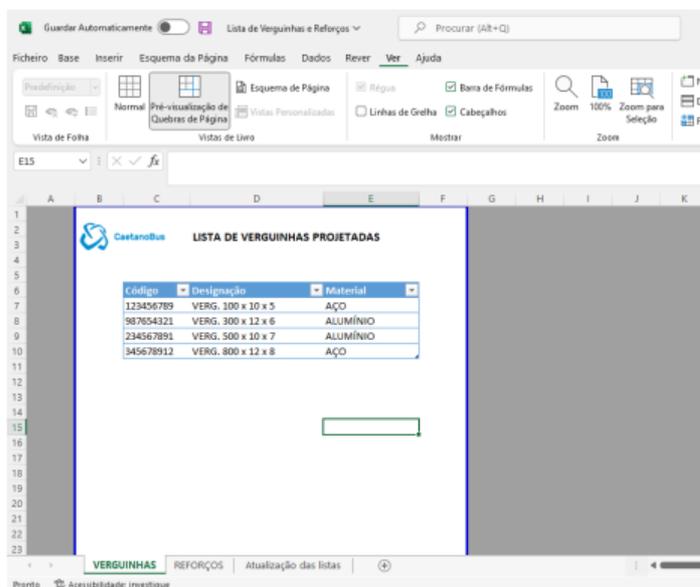
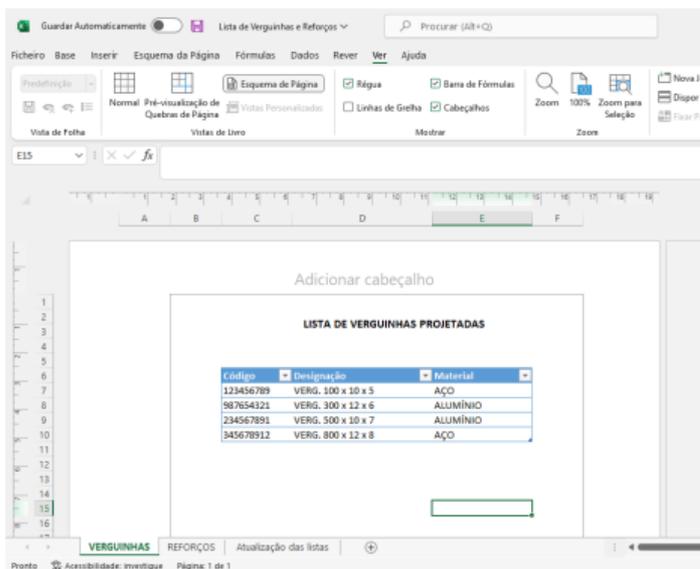
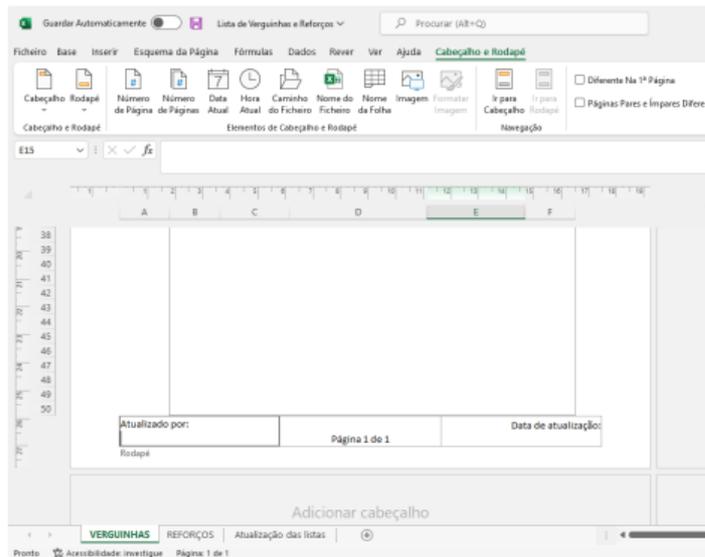
4. Selecionar com o botão esquerdo do rato o separador "Ver" do Friso

5. No grupo "Vistas de Livro" selecionar com o botão esquerdo do rato a opção "Esquema de Página"


Figura 46 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 3

6. Deslizar até ao final da 1ª página e alterar rodapé:
 - 6.1. Inserir o nome de quem atualizou a lista e respetiva data de atualização



7. Selecionar novamente, com o botão esquerdo do rato, o separador "Ver" do Friso
8. No grupo "Vistas de Livro" selecionar com o botão esquerdo do rato a opção "Pré-visualização de Quebras de Página"
9. Guardar alterações

Atualizado por:
Cláudia Cunha

Página 4 de 4

Data de atualização:
26/05/2022

Figura 47 - Instrução de Trabalho para adicionar componentes às listas de verguinhas e reforços 4

APÊNDICE 4 – FICHEIRO EXCEL DESENVOLVIDO PARA O ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DO PROTÓTIPO

MODELO
PROTÓTIPO:

MINIAUTOCARRO URBANO

DATA DETEÇÃO	CÓDIGO DO PONTO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE MELHORIA / CORREÇÃO	CÓDIGO (DO MATERIAL)	POSTO DO PONTO	MELHORIAS / GANHOS POTENCIAIS						PRIORIDADE	RESPONSÁVEL INICIAL		RESPONSÁVEL ATUAL		CONCLUSÃO		OBSERVAÇÕES / SOLUÇÃO	PEP IMPLEMENTAÇÃO
					TEMPO	QUANTIDADE FINAL	ERGONOMIA	DESPERDÍCIO DE PEÇAS	PROCESSO	VALOR DO GANHO (se aplicável)		UNIDADES (se aplicável)	SETOR	COLABORADOR	SETOR2	COLABORADOR2	DATA PREV.		
01/01/2022	1	Exemplo funcionamento 1				X			X	7	€	B	ENG2		ENG2				
	2	Exemplo funcionamento 2			X				X	50	MIN.	A	ENG1		ENG1			○	
	3	Exemplo funcionamento 3							X			B	DEP		DEP			×	
	4	Exemplo funcionamento 4							X			A	LOG		LOG			×	
	5	Exemplo funcionamento 5				X		X		16	€	B	DEP		DEP				
	6	Exemplo funcionamento 6						X	x			C	ENG2		ENG2			s/ação	
	7	Exemplo funcionamento 7			x				X	24	MIN.	B	ENG2		ENG2			×	
	8	Exemplo funcionamento 8							X			A	DEP		DEP			○	
	9	Exemplo funcionamento 9			X					15	MIN.	B	LOG		LOG			○	
	10	Exemplo funcionamento 10				x			x			A	SAC		SAC			×	

Legenda Status:

	Aberto
s/ação	S/ação
×	Fechado por confirmar
○	Fechado confirmado

Legenda Ganhos:

€	Dinheiro
MIN.	Minutos

Legenda Prioridade:

A	Ponto de resolução urgente
B	Ponto de melhoria com ganhos substanciais
C	Ponto de melhoria com ganhos menores

Figura 48 - Ficheiro Excel de acompanhamento do processo produtivo do protótipo 1

RESUMO:

MINIAUTOCARRO URBANO

Data: 02/08/2022

Acompanhamento:

Início Acompanhamento Linha:

17/02/2021

Saída de Linha:

Número total de pontos: 10

Setores:		Pontos Identificados	STATUS				% Evolução
			Abertos	Sem ação	Fechados por confirmar	Fechados confirmados	
Departamento Comercial	SAC	1	0	0	1	0	100%
Departamento Engenharia 1	ENG1	1	0	0	0	1	100%
Departamento Engenharia 2	ENG2	3	1	1	1	0	67%
Departamento de Compras	PUR	0	0	0	0	0	-
Departamento Logística	LOG	2	0	0	1	1	100%
Departamento Engenharia de Processo	DEP	3	1	0	1	1	67%
Departamento Qualidade e Segurança	QES	0	0	0	0	0	-
Departamento Qualidade do Produto	QDP	0	0	0	0	0	-
Departamento Produção	PRD	0	0	0	0	0	-
Ovar - Fábrica 2	CBO	0	0	0	0	0	-
Ovar - Fábrica 1 TCAP	TCAP	0	0	0	0	0	-
Departamento de Protótipos	TEC	0	0	0	0	0	-
Departamento de Melhoria Contínua	CIP	0	0	0	0	0	-
TOTAL		10	2	1	4	3	78%

MELHORIAS / GANHOS	
Tipo de melhoria:	Pontos identificados
Tempo	3
Qualidade final	3
Ergonomia	1
Desperdício de peças	1
Processo	8
Ganho (€) 23,00 €	
Ganho (hh:mm:ss) 01:29:00	

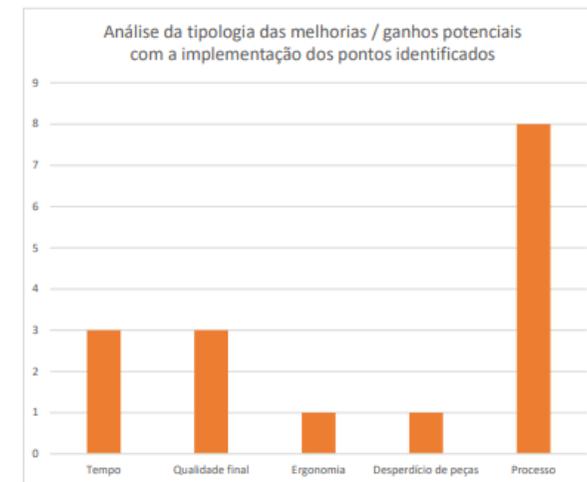
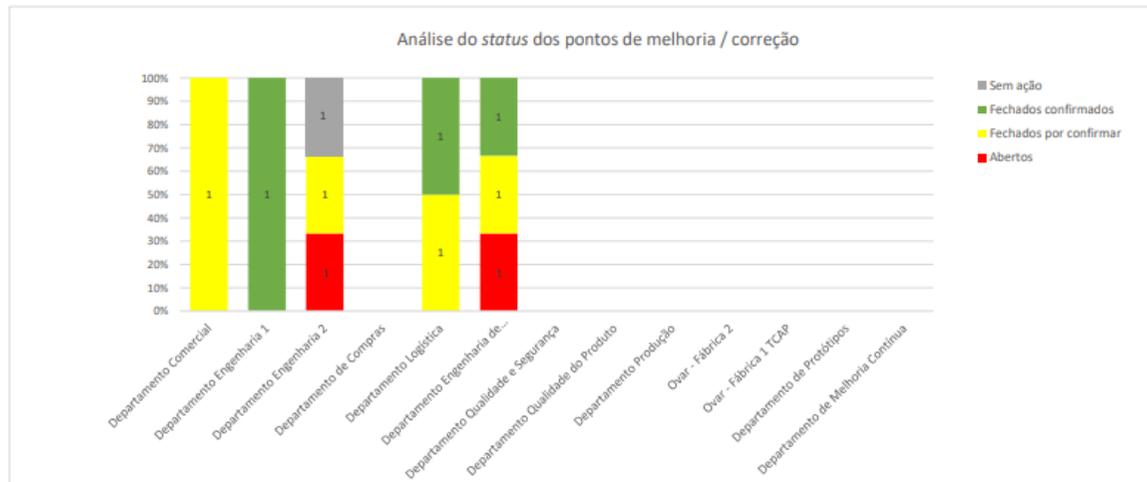


Figura 49 - Ficheiro Excel de acompanhamento do processo produtivo do protótipo 2