



ESTUDO DE INEFICIÊNCIAS NA LOGÍSTICA EXTERNA DE EMPRESA PRODUTORA DE COMPONENTES AUTOMÓVEIS

ANA BEATRIZ MARTINS MACHADO

dezembro de 2019

ESTUDO DE INEFICIÊNCIAS NA LOGÍSTICA EXTERNA DE EMPRESA PRODUTORA DE COMPONENTES AUTOMÓVEIS

Ana Beatriz Martins Machado

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Engenharia Mecânica



ESTUDO DE INEFICIÊNCIAS NA LOGÍSTICA EXTERNA DE EMPRESA PRODUTORA DE COMPONENTES AUTOMÓVEIS

Ana Beatriz Martins Machado
1151534

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva do Instituto Superior de Engenharia do Porto e coorientação da Professora Alcinda Maria Sousa Barreiras, Professora Adjunta do Departamento de Matemática do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Mestre Alcinda Maria Sousa Barreiras

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel

Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

As minhas primeiras palavras de agradecimento têm de ir forçosamente, para a empresa FicoCables, mais em concreto para a coordenadora de logística externa Fernanda Pinto, por auxiliar e acompanhar sempre o trabalho desenvolvido. Um agradecimento também ao Engenheiro Francisco Ferreira (diretor de logística) por toda a disponibilidade e ajuda prestada.

Um agradecimento muito especial ao meu orientador Engenheiro Francisco Silva, por toda a dedicação, compreensão e disponibilidade para atendimento, pelos desafios cada vez mais complexos que foi colocando na realização deste projeto, pelo estímulo e exigência crescente nos conteúdos desenvolvidos.

Um agradecimento à minha coorientadora, professora Alcinda Barreiras, por toda a disponibilidade e ajuda prestada no desenvolvimento do modelo matemático de otimização de paletes.

Um obrigada aos meus pais, sem o amor, carinho e todo o apoio que sempre me deram ao longo deste ano, possivelmente não conseguiria concluir este trabalho da mesma forma.

Às minhas irmãs que apesar de estarem longe, sempre me deram força para continuar e nunca desistir, principalmente nas fases difíceis que foram surgindo. Aos meus sobrinhos, pelos sorrisos e gargalhadas que me fizeram dar, e desta forma me motivaram mais para o término deste trabalho.

Um obrigada à minha querida avó Teresa, que com a sua força transmitida me incentivou a lutar pelos meus objetivos.

Não poderia deixar de agradecer à pessoa que mais me incentivou, motivou e acompanhou neste processo todo, ao Rui Pedro, por todo o apoio, ajuda e horas de trabalho em conjunto.

PALAVRAS CHAVE

Transportes; Otimização; Ferramentas de Qualidade; Aplicação de Gestão de Transportes.

RESUMO

A presente dissertação foi desenvolvida durante um período de estágio, em contexto industrial, na empresa FicoCables, que é produtora de componentes como cablagens metálicas e sistemas de conforto para a indústria automóvel. Este trabalho foi incorporado no departamento de logística externa.

Em termos gerais, a problemática dos transportes urgentes leva às empresas um custo extra e desnecessário de forma a cumprir os seus compromissos comerciais com os seus clientes. Em grande parte dos casos, deve-se ao facto de lacunas no planeamento. Este caso em particular não é exceção, sendo que, este tipo de custos representa cerca de 33% dos custos totais em transportes, revelando ter um grande impacto económico.

Assim sendo, este trabalho surge da necessidade de analisar os transportes a cargo da empresa em estudo, tanto os transportes normais como os transportes urgentes, bem como a melhoria do processo de pedido e gestão de transportes.

A caracterização dos transportes normais revelou-se uma tarefa importante pois a partir dela foi desenvolvido um modelo de otimização com o objetivo de maximizar os envios realizados pela empresa.

O desenvolvimento do protótipo de uma aplicação para a gestão dos transportes tornou-se uma mais valia para a organização pois permitiu ter uma aplicação “*ready-to-code*” facilitando e tornando mais rápida a sua implementação. Em termos mais específicos, esta aplicação permitirá um maior controlo dos pedidos de transportes efetuados, bem como a redução do tempo necessário para preenchimento dos formulários de pedido de cotação, a condensação dos dados e documentos relativos ao transporte numa única plataforma, um maior rigor dos dados e, ainda, uma maior monitorização dos transportes.

Para a análise dos transportes urgentes foram utilizadas algumas das ferramentas de qualidade de forma a determinar as causas-raiz do problema identificado (elevado custo com transportes urgentes). O uso destas ferramentas, nomeadamente, *brainstorming*, diagrama de Ishikawa e Cinco Porquês, permite um maior envolvimento por parte dos colaboradores das diferentes áreas e, desta forma, é possível a partilha de conhecimentos e, por consequência, uma análise mais fiável das possíveis causas-raiz do problema, bem como, a implementação de ações para as combater. Com a aplicação das ações identificadas, conseguiu-se uma redução dos custos de transportes urgentes em cerca de 68%

KEYWORDS

Transports; Optimization; Quality Tools; Transport Management Program.

ABSTRACT

The present dissertation was developed during an internship in an industrial context at Fico Cables, a company responsible for producing components such as bowden cables and comfort systems for the automobile industry. The work developed was integrated in the external logistics department.

In general terms, the problem of urgent transports takes companies an extra and unnecessary cost in order to meet their business commitments to their customers. In most cases, it is due to the existence of planning gaps. This particular case is no exception, representing a cost of 33% of the total transport cost, revealing a major economic impact.

Therefore, there is the need for examining the transport methods carried out by Fico Cables led to the development of this project. Both normal and urgent transports were reviewed, as well as the improvement of the request process and transport management.

The description of normal transportation turned out to be a fundamental task, prompting the development of an optimisation model with the ultimate goal of maximising the shipments made by the company.

The program prototype design for the transport management became a surprising asset, allowing the company to have access to a computer app “ready-to-code”, making its implementation swift and straight forward. More specifically, this application will allow a greater control of the transport requests made, as well as a reduction in the time required to fill out the request quotation forms, a condensation of the transport data documents onto a single platform, a greater accuracy of data and better monitoring of the transports.

The analysis of urgent transports required the application of a few quality tools in order to determine the identified root cause problem (high cost of urgent transport), followed by actions to minimise the cost impact with urgent transport. The use of this tools, namely, brainstorming, Ishikawa diagram and the Five Whys, allows for a greater involvement by employees from different areas and thus, abling knowledge sharing and, as a result, a more reliable analysis of possible root causes of the problem, as well as the actions needed to counteract it. By implementing the identified actions, urgent transport costs were reduced by about 68%.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

CLP	<i>Container Loading Problem</i>
DfM	<i>Design for Manufacturability</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i>
IIPP	<i>Identical Item Packing Problem</i>
MOM	<i>Manufacturing Operations Management</i>
MPL	<i>Manufacturer's pallet loading</i>
PLP	<i>Pallet Loading Problem</i>
PM	<i>Project Manager</i>
POD	<i>Proof of Delivery</i>
SOP	<i>Start of production</i>
TN	Transportes Normais
TPS	Toyota Production System
TU	Transportes Urgentes
WIP	<i>Work in Progress</i>

Lista de Unidades

kg	Quilograma
m	Metros
mm	Milímetros

Lista de Símbolos

€	Euros
%	Porcentagem
=	Igual a
≤	Menor ou igual
≥	Maior ou igual
-	Subtração
+	Adição
×	Multiplicação
/	Divisão
∈	Pertence
∀	Para qualquer
∨	Ou
∑	Somatório

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Cinco palavras japonesas, começadas por “S” (<i>Seiri; Seiton; Seiso; Seiketsu; Shitsuke</i>) tendo como objetivo mobilizar, motivar e consciencializar toda a empresa para a Qualidade Total através da organização e da disciplina no local de trabalho.
5W2H	Ferramenta de análise e resolução de problemas, seguindo um conjunto de sete perguntas (<i>What, Why, Where, When, Who, How, How much</i>).
DMAIC	Metodologia <i>standard</i> seguida por projetos <i>six sigma</i> (<i>Define, Measure, Analyze, Improve e Control</i>).
Grupagem	Atividade que é desenvolvida em operações de logística integrada, de um ou vários expedidores, para um ou vários destinatários. O transporte é feito em quantidades de carga inferiores à capacidade útil dos veículos, consolidando vários lotes de carga, procedentes de vários expedidores para vários destinatários, utilizando um único meio de transporte, minimizando o custo do transporte das mercadorias.
Kanban	Trata-se de uma ferramenta que procura puxar a distribuição tendo em conta as encomendas dos clientes, ou seja, o ritmo da distribuição é determinado pelo consumo de produtos, que marca a cadência de circulação de <i>kanbans</i> .
Lean	Estratégia de negócio com vista à eliminação de qualquer desperdício e, por consequência, à promoção das atividades de valor acrescentado.
Milk-Run	Veículo de transporte de materiais (interno ou externo) que faz o abastecimento ponto-a-ponto, de acordo com as necessidades. O meio de transporte faz rotineiramente as suas viagens e pára em vários pontos para fazer o abastecimento ou fornecimento.
PDCA	O PDCA (<i>Plan; Do; Check; Act</i>) é uma ferramenta de melhoria contínua de processos.
Picking	Consiste em extrair do <i>stock</i> de um armazém os artigos que o cliente encomendou, no momento certo e na quantidade necessária.
Projeto	No contexto da empresa em estudo, refere-se a um conjunto de produtos, por norma dedicado a um único cliente.
Suspension Mat	São estruturas flexíveis responsáveis pelo conforto/suporte da zona lombar dos bancos de um veículo automóvel.
Setup	É a mudança de produtos, ferramentas ou ajustes feitos no início de um processo.
Transportes Normais	Dizem respeito aos transportes a cargo da empresa.
Transportes Urgentes	Dizem respeito aos transportes realizados pela empresa quando a carga não é enviada no transporte do cliente, ou então no transporte regular feito pela empresa (transporte normal) e, tal como o nome indica, requer uma certa urgência.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. FASES PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ATRAVÉS DE INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL (MURTHY, 2007)	10
FIGURA 2. O FLUXO DE INFORMAÇÃO NUMA ORGANIZAÇÃO (TEIXEIRA ET AL., 2004)	13
FIGURA 3. SETE FERRAMENTAS BÁSICAS DE QUALIDADE (PFXK ADVISORY&CONSULTING, 2019)	19
FIGURA 4. FLUXOGRAMA DE UM PROCESSO DE UMA NOVA ORDEM DE PRODUÇÃO (ROCHA ET AL., 2018)	20
FIGURA 5. EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE PARETO (NEVES ET AL., 2018)	21
FIGURA 6. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE UM DIAGRAMA DE PARETO (BASU, 2009)	21
FIGURA 7. EXEMPLO DE UM DIAGRAMA DE ISHIKAWA (SILVA ET AL., 2019)	22
FIGURA 8. METODOLOGIA PARA CRIAR UM DIAGRAMA DE ISHIKAWA (BAUER ET AL., 2006)	22
FIGURA 9. METODOLOGIA PARA A REALIZAÇÃO DE UMA SESSÃO DE <i>BRAINSTORMING</i> (ADAPTADO DE (BAUER ET AL., 2006))	23
FIGURA 10. METODOLOGIA DA FERRAMENTA DOS 5 PORQUÊS (PINTO, 2011)	24
FIGURA 11. EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA CINCO PORQUÊS (CHEN ET AL., 2010)	24
FIGURA 12. PRESENÇA GLOBAL DO GRUPO FICOSA (FICOSA, 2019)	29
FIGURA 13. VOLUME DE VENDAS ENTRE 2013 E 2017	30
FIGURA 14. ORGANOGRAMA DA EMPRESA FIOCABLES	31
FIGURA 15. PERCENTAGEM DE CUSTO DE TRANSPORTES NORMAIS POR PAÍS DE DESTINO	32
FIGURA 16. PALETES INCOMPLETAS VS PALETES COMPLETAS	32
FIGURA 17. DIFERENÇA ENTRE O CUSTO REAL E O CUSTO OTIMIZADO POR CLIENTE	33
FIGURA 18. QUANTIDADE EM FALTA NOS ENVIOS	33
FIGURA 19. FREQUÊNCIA DA PERCENTAGEM DE OCUPAÇÃO DAS PALETES ENVIADAS	34
FIGURA 20. FÓRMULA PARA CÁLCULO DA PERCENTAGEM DE OCUPAÇÃO DE PALETE	34
FIGURA 21. CARACTERÍSTICAS DO CAMIÃO UTILIZADO	36
FIGURA 22. REPRESENTAÇÃO DOS PARÂMETROS RELACIONADOS COM AS CAIXAS	37
FIGURA 23. DISTRIBUIÇÃO DAS CAIXAS NA PALETE DE TIPO 1	43
FIGURA 24. CONFIGURAÇÃO 1 DA PALETE DE TIPO 2	43
FIGURA 25. CONFIGURAÇÃO 2 DA PALETE DE TIPO 2	44
FIGURA 26. CONFIGURAÇÃO 3 DA PALETE DE TIPO 2	44
FIGURA 27. PROCESSO DE PEDIDO DE COTAÇÃO	46
FIGURA 28. FASES DE DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO	47
FIGURA 29. FLUXO DE INFORMAÇÃO RELATIVO AO PEDIDO DE ENCOMENDA	49
FIGURA 30. MENU DE <i>LOGIN</i>	50
FIGURA 31. BARRA DE MENU DA APLICAÇÃO	50
FIGURA 32. FORMULÁRIO DE PEDIDO DE TRANSPORTE PARA CLIENTES	51
FIGURA 33. “ <i>SHIPPING DETAILS</i> ” DO FORMULÁRIO DE PEDIDO DE TRANSPORTE PARA FORNECEDORES	52
FIGURA 34. ESTADO DOS PEDIDOS DE TRANSPORTE	52
FIGURA 35. PONTO DO MENU RELATIVO À APROVAÇÃO DE TRANSPORTES	53
FIGURA 36. CONSULTA DE PEDIDOS DE TRANSPORTE	54
FIGURA 37. ARQUIVO DOS PEDIDOS DE TRANSPORTE ADJUDICADOS	55

FIGURA 38. LEGENDA DOS ÍCONES VISUAIS DO PONTO DO MENU “ARQUIVO” DOS PEDIDOS DE TRANSPORTE ADJUDICADOS	55
FIGURA 39. GANHOS COM A APLICAÇÃO	55
FIGURA 40. METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS TRANSPORTES URGENTES	57
FIGURA 41. QUOTA DE TRANSPORTES URGENTES POR PAÍS DE DESTINO	58
FIGURA 42. DIAGRAMA DE PARETO RELATIVO AOS CUSTOS DE TRANSPORTES URGENTES NO ANO DE 2019 POR [PROJETO]	58
FIGURA 43. PERCENTAGEM DE CUSTO DE TU POR PROJETO NO PERÍODO EM ESTUDO	59
FIGURA 44. CUSTO DE TU E CUSTO DE TN ENTRE DEZEMBRO DE 2018 E MAIO DE 2019	60
FIGURA 45. CUSTO DETALHADO TU E TN	61
FIGURA 46. METODOLOGIA PARA DETERMINAÇÃO DAS CAUSAS-RAIZ	62
FIGURA 47. DIAGRAMA DE ISHIKAWA SOBRE AS CAUSAS PARA TRANSPORTES URGENTES NO PROJETO V408	63
FIGURA 48. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CAUSA “ELEVADO NÚMERO DE <i>SETUPS</i> ” NO PROJETO V408	64
FIGURA 49. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CAUSA “PARAGENS DE LINHA” NO PROJETO V408	64
FIGURA 50. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CAUSA “FALTA DE MATERIAIS” NO PROJETO V408	65
FIGURA 51. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CAUSA “FALTA DE MÃO-DE-OBRA” NO PROJETO V408	66
FIGURA 52. DIAGRAMA DE ISHIKAWA SOBRE AS CAUSAS PARA TRANSPORTES URGENTES NO PROJETO C519	66
FIGURA 53. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CAUSA “ACORDO DOS PM COM O CLIENTE” NO PROJETO C519	67
FIGURA 54. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CAUSA “INEXPERIÊNCIA COM MOLDES ESPECÍFICO” NO PROJETO C519	68
FIGURA 55. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CAUSA “FALTA DE MATERIAIS” NO PROJETO C519	68
FIGURA 56. DIAGRAMA DE ISHIKAWA SOBRE AS CAUSAS PARA TRANSPORTES URGENTES NO PROJETO X139	69
FIGURA 57. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA CAUSA “PROBLEMAS NO POSTO DE PUNIONAMENTO E DE TERMOGRAVAÇÃO” NO PROJETO X139	69
FIGURA 58. ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA CAUSA “FALTA DE MATERIAL” NO PROJETO X139	70
FIGURA 59. EVOLUÇÃO DOS CUSTOS DOS TU	71

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. DEFINIÇÕES DE INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL	9
TABELA 2. ESTUDOS DESENVOLVIDOS NA ÁREA DE INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL	11
TABELA 3. TRABALHOS REALIZADOS NA ÁREA DOS FLUXOS DE INFORMAÇÃO	14
TABELA 4. DEFINIÇÕES DE LOGÍSTICA	15
TABELA 5. DEFINIÇÕES DE CADEIA DE ABASTECIMENTO	16
TABELA 6. ESTUDOS DESENVOLVIDOS NA ÁREA DA LOGÍSTICA	17
TABELA 7. APLICAÇÕES DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE	25
TABELA 8. CARACTERÍSTICAS DAS CAIXAS E PALETES	36
TABELA 9. TIPOS DE PALETES E CAIXAS UTILIZADAS NO MODELO MATEMÁTICO	42
TABELA 10. SOLUÇÃO DETERMINADA PELA FERRAMENTA “CLP <i>SPREADSHEET SOLVER</i> ”	42
TABELA 11. VARIÁVEIS DE ENTRADA PARA O FORMULÁRIO DE PEDIDO DE TRANSPORTE	48
TABELA 12. DESCRIÇÃO DOS DOCUMENTOS ENVOLVIDOS NO FLUXO DE INFORMAÇÃO	49
TABELA 13. DESCRIÇÃO DO ESTADO DOS PEDIDOS	53
TABELA 14. DESCRIÇÃO DOS ESTADOS DE ENTREGA	54
TABELA 15. ANÁLISE DE TRANSPORTES URGENTES EM DIFERENTES PERÍODOS	57
TABELA 16. “TOP 5” DE PROJETOS CRÍTICOS	59

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	ENQUADRAMENTO	3
1.2	OBJETIVOS	3
1.3	METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	4
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	5
1.5	EMPRESA DE ACOLHIMENTO	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL	9
2.2	FLUXOS DE INFORMAÇÃO	13
2.3	LOGÍSTICA E CADEIAS DE ABASTECIMENTO	15
2.4	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	18
2.4.1	FLUXOGRAMA	19
2.4.2	DIAGRAMA DE PARETO	20
2.4.3	DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	21
2.4.4	<i>BRAINSTORMING</i>	23
2.4.5	5 PORQUÊS	23
2.4.6	APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE	24
3	DESENVOLVIMENTO	29
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	29
3.1.1	O GRUPO FICOSA INTERNACIONAL	29
3.1.2	A FICOCABLES	30
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS TRANSPORTES NORMAIS	32
3.2.1	ANÁLISE AOS TRANSPORTES NORMAIS	35
3.2.2	MODELO DE OTIMIZAÇÃO	35
3.3	APLICAÇÃO DE TRANSPORTES	45
3.3.1	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	45
3.3.2	IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS	45
3.3.3	LEVANTAMENTO DO ATUAL PROCESSO DE PEDIDO DE COTAÇÃO	45
3.3.4	FASES DE DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO	47

3.3.5	APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO	50
3.3.6	GANHOS COM A APLICAÇÃO	55
3.4	ANÁLISE DOS TRANSPORTES URGENTES	57
3.4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS TRANSPORTES URGENTES	57
3.4.2	IMPACTO DOS TRANSPORTES URGENTES	60
3.4.3	ANÁLISE DAS CAUSAS E AÇÕES DE MELHORIA	62
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	75
4.1	CONCLUSÕES	75
4.2	PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	75
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	79
6	ANEXOS	87
6.1	ANEXO 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA	87
6.2	ANEXO 2 - EXEMPLO DE INSTRUÇÃO DE EMBALAGEM	88
6.3	ANEXO 3 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PEDIDO DE TRANSPORTE	89
6.4	ANEXO 4 - FORMULÁRIO DE APROVAÇÃO DE TRANSPORTES URGENTES	90
6.5	ANEXO 5 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE UM FORMULÁRIO DE PEDIDO APROVAÇÃO	91
6.6	ANEXO 6 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIO DE PEDIDO DE TRANSPORTE IMPLEMENTANDO A APLICAÇÃO DE GESTÃO DE TRANSPORTES	92

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

1.2 OBJETIVOS

1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1.5 EMPRESA DE ACOLHIMENTO

1 INTRODUÇÃO

Nesta primeira parte do trabalho é realizado um enquadramento teórico, bem como uma abordagem aos objetivos e à metodologia de investigação utilizada na execução da dissertação. Posteriormente, é apresentada a estrutura do relatório e ainda se dá a conhecer a empresa de acolhimento.

1.1 ENQUADRAMENTO

O transporte normalmente representa o elemento mais importante em termos de custos logísticos. Desta forma, é fundamental focar a eficiência da operação, com objetivo na satisfação do cliente e, assim, procurando estabelecer um sistema de transportes eficaz.

Por outro lado, a automatização de processos está a tornar-se cada vez mais comum no mercado, principalmente pela sua contribuição comprovada para a redução de despesas de produção e eficácia. Neste caso em particular, automatizar o processo de pedidos de transporte permitirá uma redução do tempo de execução da tarefa, bem como outras vantagens.

Assim sendo, o presente projeto foi desenvolvido em ambiente industrial após surgir a necessidade de realizar um estudo dos transportes, e ainda a criação de uma aplicação de gestão de transportes.

1.2 OBJETIVOS

Pretende-se com este trabalho melhorar a área dos transportes da empresa de acolhimento. De uma forma mais específica, seguem-se os objetivos a cumprir:

- Caracterizar os transportes normais realizados entre as semanas 22 a 39 de 2018:
 - Determinar a ocupação das paletes enviadas;
 - Otimizar os envios futuros.
- Desenvolver um protótipo de aplicação de gestão de transportes:
 - Automatizar os formulários de pedido de transporte;
 - Gerir ofertas (cotações de transporte);
 - Armazenamento de documentos relativos ao transporte.
- Analisar os transportes urgentes efetuados entre o período de janeiro de 2018 a maio de 2019:
 - Determinar os projetos mais críticos em termos de custos e transportes urgentes;
 - Determinar as causas-raiz dos projetos mais críticos;
 - Minimizar o custo dos transportes urgentes.

1.3 METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A realização do presente trabalho encontra-se dividida em três temas, nomeadamente, a caracterização dos transportes normais e a otimização das paletes enviadas, seguida do desenvolvimento de um protótipo para a aplicação de gestão de transportes, e por fim, a análise e identificação das causas-raiz dos transportes urgentes.

De acordo com as metodologias de investigação existentes, este trabalho regeu-se pela metodologia conhecida como *Action-Research* (Investigação-Ação). Nesta metodologia as pessoas envolvidas no problema estudado participam de forma ativa na busca da sua solução, juntamente com o apoio do investigador (Saunders *et al.*, 2009).

Desta forma, a metodologia utilizada é decomposta em três partes, sendo que o primeiro passo diz respeito à pesquisa bibliográfica dos temas abordados na parte de desenvolvimento.

Assim sendo, a primeira parte seguiu os passos seguintes:

- Recolha dos dados dos transportes normais;
- Organização dos dados obtidos;
- Adição de informações relativas aos clientes e às instruções de embalagem;
- Estudo dos transportes normais;
- Desenvolvimento de um modelo matemático para a otimização das paletes enviadas.

Relativamente ao desenvolvimento do protótipo de aplicação, seguiu-se a metodologia seguinte:

- Levantamento do atual processo para pedido de transporte;
- Identificação dos requisitos e funcionalidades para a aplicação;
- Prototipagem do modelo para a aplicação;
- Levantamento das vantagens na implementação desta aplicação.

Por fim, a análise dos transportes urgentes é realizada sob os seguintes passos:

- Levantamento dos dados relativos aos transportes urgentes;
- Análise dos dados obtidos;
- Identificação dos projetos mais críticos;
- Análise das causas potenciais para os transportes urgentes;
- Identificação das causas-raiz dos projetos mais críticos;
- Definição de ações para colmatar as causas-raiz identificadas;
- Discussão das melhorias obtidas.

O final desta metodologia termina com a escrita da presente dissertação.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente relatório encontra-se estruturado em seis partes, sendo que, na parte I é feito o enquadramento temático, são definidos os objetivos a atingir, é descrita a metodologia de abordagem adotada e exposta a presente estrutura. Na parte II é apresentada toda a revisão bibliográfica necessária à fundamentação do trabalho desenvolvido. Na parte III apresenta-se estruturadamente toda a componente prática efetuada, nomeadamente, a caracterização dos transportes normais, o desenvolvimento do protótipo para a aplicação de gestão de transportes e ainda o estudo efetuado aos transportes urgentes. Na parte IV tecem-se as conclusões a retirar do trabalho realizado e citam-se as perspetivas de trabalho futuro. Na parte V mencionam-se as fontes de informação, e, por fim, na parte VI exibem-se os anexos.

1.5 EMPRESA DE ACOLHIMENTO

O trabalho apresentado na presente dissertação foi desenvolvido na empresa FicoCables - Fábrica de acessórios e equipamentos industriais, no departamento de logística externa. Decorreu entre novembro de 2018 e julho de 2019 sob orientação da coordenadora de logística externa Fernanda Pinto.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

2.2 FLUXOS DE INFORMAÇÃO

2.3 LOGÍSTICA E CADEIAS DE ABASTECIMENTO

2.4 FERRAMENTAS DE QUALIDADE

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta segunda parte será abordada toda a teoria necessária para o desenvolvimento desta dissertação e que serviu de base para os estudos efetuados.

2.1 INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL

A investigação operacional pode ser considerada, de uma forma generalizada, como a ciência da tomada de decisões. Abrange muitas disciplinas como matemática, estatística, ciências da computação, física, engenharia, economia e ciências sociais, e tem sido bem-sucedida ao fornecer uma abordagem sistemática para decisões complexas em operações de manufatura, militares, financeiras e de serviços (Murthy, 2007).

No entanto, na comunidade científica surgem várias definições e cada uma pode explicar uma ou outra característica da investigação operacional, mas nenhuma delas explica ou dá uma imagem completa do assunto. Na Tabela 1 apresentam-se algumas das definições conhecidas por diferentes autores.

Tabela 1. Definições de investigação operacional

Referências Bibliográficas	Definição
(Morse <i>et al.</i> , 1951)	É um método científico capaz de fornecer aos departamentos executivos as bases quantitativas para a tomada de decisões sobre as operações que controlam.
(Harvey, 1979)	Pode ser descrita como o estudo de vários métodos para tomada de decisões em situações onde as informações relevantes podem ser quantificadas.
(Ecker <i>et al.</i> , 1988)	É uma ciência experimental, aplicada, dirigida para a observação, compreensão e precisão do comportamento de sistemas homem-máquina.
(Blumenfeld, 2009)	Esta engloba variadas disciplinas científicas, como a matemática, estatística, ciência dos computadores, física, engenharia, economia e ciências sociais e tem sido bem-sucedida em fornecer uma abordagem sistemática para decisões complexas em operações de manufatura, militares, financeiras e de serviços.
(Rardin, 2017)	É o estudo de como formar modelos matemáticos a partir de problemas complexos de engenharia e gestão e como analisá-los para obter compreensão sobre possíveis soluções.

Assim, analisando as visões destes diversos autores pode-se dizer que a investigação operacional está interligada com a resolução da tomada de decisões através modelos matemáticos.

Para a resolução de um problema através da investigação operacional é necessário seguir várias etapas. Essas fases apresentam-se descritas na Figura 1.

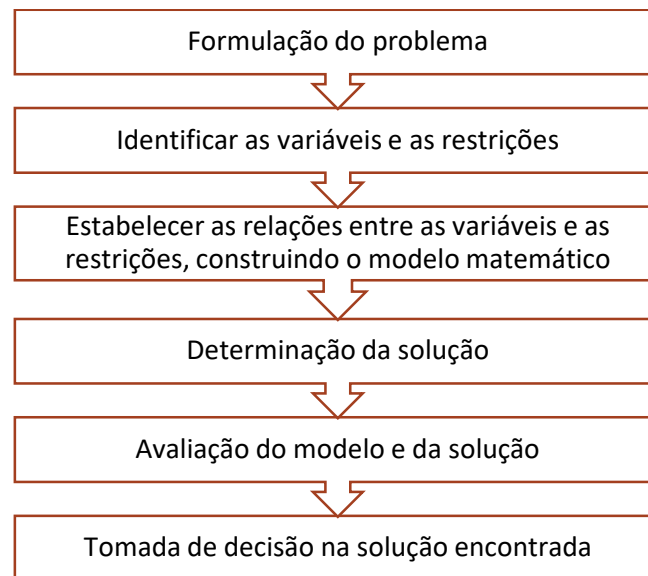


Figura 1. Fases para resolução de problemas através de investigação operacional (Murthy, 2007)

Na investigação operacional, são vários os tipos de problemas que surgem com o objetivo de determinar uma solução ótima. Uma vez que o estudo desenvolvido no capítulo 3.2.2 diz respeito a um problema de otimização, será abordado de uma forma um pouco mais detalhada este tipo de problemas.

De uma forma mais específica, os modelos de otimização inserem-se no universo dos modelos de programação matemática, que por sua vez permitem determinar em que condições se pode maximizar ou minimizar um dado objetivo, dada a existência de um conjunto de limitações.

O caso em estudo diz respeito a um problema de programação linear, sendo que este tipo de problemas são os mais simples e constituem a base fundamental da investigação operacional, sendo ainda os mais largamente aplicados em matérias de gestão (Ramalhete *et al.*, 1995).

Deste modo, podemos afirmar que, se a programação linear é tão comumente aplicada, a sua utilidade prende-se com duas razões opostas. Por um lado, exige a representação «adaptada» da realidade, em modelos lineares e determinísticos, por outro, permite a obtenção de resultados que podem ser realisticamente implementados, desde que complementados com informações qualitativas e avaliações subjetivas que os possam enriquecer ou complementar. A larga aplicação da programação linear deve-se ao seu cariz prático (Hill *et al.*, 2015).

Em termos de aplicação e casos de estudo, na Tabela 2 pode-se verificar algumas aplicações da investigação operacional, nomeadamente, problemas de otimização de paletes.

Tabela 2. Estudos desenvolvidos na área de investigação operacional

Autores	Descrição dos trabalhos
(Beasley, 1985)	Neste trabalho foi efetuado um estudo heurístico sobre o corte exacto em duas dimensões através do método de " <i>Tree search procedure</i> ", não limitado ao corte por guilhotina. Este estudo resultou da necessidade de reduzir o desperdício de material ao efetuar o corte de matéria-prima para medidas exatas. O autor conclui que o seu modelo de otimização era capaz de resolver problemas medianos para corte não guilhotinados, onde em alguns testes numéricos reduziu o desperdício em 100%, sendo que a média de todos os testes se encontra nos 60%.
(Tsai <i>et al.</i> , 1993)	Este artigo apresentou um procedimento de transformação para converter o problema tridimensional de carregamento de paletes num modelo de programação inteiro misto exato. O modelo desenvolvido permite a alocação de caixas de diferentes tamanhos na mesma paleta. No entanto, não trata da questão da estabilidade da carga. São definidas restrições que evitam a sobreposição de caixas, que limitam o posicionamento e que satisfazem a procura de cada caixa.
(Morabito <i>et al.</i> , 1998)	Neste trabalho, foi apresentada uma heurística simples e eficaz para resolver o problema de empacotar o número máximo de caixas numa paleta, sem sobreposição. Este problema é conhecido como MPL (<i>Manufacturer's Pallet Loading</i>), uma vez que se trata do carregamento de caixas com tamanhos idênticos. O procedimento descrito no presente artigo pode ser visto como um refinamento da heurística de Bischoff e Dowsland. Utilizando recursos computacionais moderados, o procedimento foi capaz de encontrar a solução ótima a 99,9% de mais de 20 mil exemplos analisados
(Letchford <i>et al.</i> , 2001)	Este documento trata dos limites superiores para o conhecido problema de carregamento de paletes (PLP- <i>Pallet Loading Problem</i>). Foi realizada uma análise detalhada para determinar quais limites dominam sobre os

	<p>outros. O resultado é uma classificação dos limites numa ordem parcial. Acontece que dois dos limites dominam todos os outros: um limite devido a Nelissen e um limite obtido a partir da relaxação de programação linear de uma formulação de empacotamento. Experiências mostram que o último é quase sempre ideal e pode ser calculado rapidamente.</p>
(Wäscher <i>et al.</i> , 2007)	<p>Segundo o autor, existem vários tipos de problemas de investigação operacional, sendo que o que tem mais foco no desenvolvimento deste trabalho é o <i>IIPP (Identical Item Packing Problem)</i>, que consiste em otimizar ao máximo o número de itens pequenos num número limitado de itens maiores. Por outras palavras, podemos dizer, por exemplo, que seria um problema de paletização, em como colocar o máximo de número de caixas embaladas com determinado produto (sempre de dimensões iguais) numa palete, de modo a minimizar o número de transportes necessários, reduzindo os custos de transporte, e com isto obter um nível máximo de eficácia.</p>
(Martins <i>et al.</i> , 2008)	<p>Este artigo apresenta novos limites, heurísticas e um algoritmo exato para o Problema de Carregamento de Paletes (PLP). PLP maximiza o número de caixas colocadas numa palete retangular. Neste caso, todas as caixas têm dimensões retangulares idênticas e, quando colocado, deve estar localizado completamente dentro do palete.</p>
(Morabito <i>et al.</i> , 2000)	<p>Neste trabalho, foi analisado o carregamento de produtos paletizados em camiões. Por meio de experiências aleatórias e dois estudos de caso, ilustrou-se como uma abordagem relativamente simples pode ser útil para apoiar decisões. Neste caso em particular, estudou-se o desempenho da palete padrão brasileira ($P_1 \rightarrow 1200 \times 1000 \text{ mm}^2$). Os resultados obtidos indicam que a palete P_1 tem um desempenho muito bom em comparação com outras paletes padrão. Por exemplo, com base nos dados dos dois estudos de caso, os índices de utilização da palete P_1 foram de 3% a 9% melhores que os índices do palete ISO série 1 ($P_2 \rightarrow 1100 \times 1100 \text{ mm}^2$).</p>

Para o desenvolvimento do modelo de otimização, os modelos que mais se adequam são os propostos por Beasley (1985) e por Tsai *et al.* (1993).

2.2 FLUXOS DE INFORMAÇÃO

Segundo (Teixeira *et al.*, 2004), a informação é crítica para o funcionamento das organizações, em especial considerando o seu processamento, comunicação e armazenamento, nas seguintes atividades:

- Operações: processamento de transações como encomendas, *stocks*, vendas e compras, movimentações entre postos de trabalho, acompanhamento do WIP (*Work in Progress*), fluxo de matérias-primas, entre outras.
- Gestão: análise e tomada de decisão para o planeamento, calendarização, controlo, avaliação e supervisão.

No que respeita ao fluxo de informações, entende-se como o movimento de informações entre pessoas e sistemas. Por exemplo, numa empresa, as interações com o exterior (clientes, fornecedores, etc.) geram dados, informação e conhecimento, que é adicionado ao produzido no seu interior. Assim sendo, o resultado é um fluxo que é necessário organizar, de modo a ser utilizado para o benefício da empresa, e não como uma fonte de entropia. É de notar que fluxos de informação eficientes e seguros são um fator central no desempenho da tomada de decisões, processos e comunicações (Bremer *et al.*, 2004).

Perante a necessidade de garantir que a informação esteja acessível a quem dela necessite, é crucial considerar um fluxo de informação, onde dados e informação são armazenados, processados e comunicados, com base em diferentes prioridades. De acordo com essas prioridades e para assegurar o seu fornecimento aos decisores, é possível efetuar uma divisão do fluxo por níveis de responsabilidade, como está representado na Figura 2 (Teixeira *et al.*, 2004).

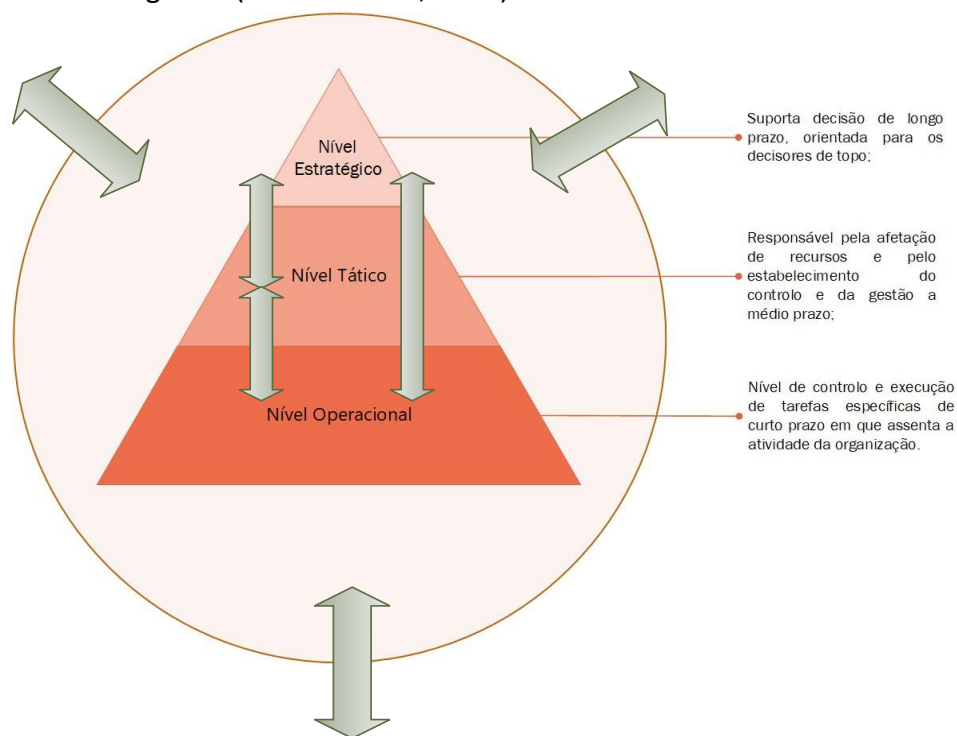


Figura 2. O fluxo de informação numa organização (Teixeira *et al.*, 2004)

Uma forma de tratar estas informações passa por usar um diagrama de fluxo de informações, sendo que pode ser usado para modelar o fluxo de informações em toda a organização. Este é capaz de mostrar a relação entre fluxos de informações internas, dentro de uma organização, e fluxos de informações externas, entre organizações. Também mostra a relação entre os departamentos internos e os subsistemas (Bremer and Cohnitz, 2004).

Na cadeia de abastecimento, é um componente cada vez mais importante, sendo que é possível obter uma grande vantagem competitiva através da sua melhoria. Entre os elementos necessários para descrever o fluxo de informações, destacam-se os seguintes (Ayers, 2006):

- Um gráfico de fluxo de informações que mostra onde os dados de vendas são gerados;
- Pontos de decisão ao longo da cadeia, incluindo as pessoas responsáveis pelas decisões;
- Um inventário de ferramentas de sistemas de informação utilizados para planejar e controlar o processo;
- Uma lista de contratos formais entre os participantes da cadeia de abastecimento.

Alguns trabalhos foram desenvolvimentos no âmbito deste tema, e por isso serão abordados na Tabela 3, de forma a perceber a sua aplicação.

Tabela 3. Trabalhos realizados na área dos fluxos de informação

Autores	Descrição dos Trabalhos
(Forza <i>et al.</i> , 2001)	Neste trabalho, foi desenvolvida uma estrutura para analisar o sistema de comunicação de uma empresa de manufatura. Em particular, esta ferramenta foi utilizada para identificar os fluxos de informação específicos que suportam práticas de fabricação de alto desempenho em três processos operacionais fundamentais.
(Durugbo <i>et al.</i> , 2013)	O objetivo deste trabalho passou por fazer uma revisão literária para modelar de forma esquemática e matemática o fluxo de informações para organizações e identificar os problemas enfrentados pela pesquisa de modelação de fluxo de informações. O artigo conclui que a modelação do fluxo de informações nas organizações, é benéfica por cinco razões principais: melhoria contínua do processo, adaptabilidade dos negócios, colaboração organizacional, partilha melhorada de informações e criação de redes competitivas de organizações.

(Friedemann <i>et al.</i> , 2016)	Este artigo apresenta a estrutura subjacente, que formaliza a estrutura do sistema SmARPro (nome do projeto desenvolvido pelos autores) e fornece a base da manufatura orientada por informações. Este trabalho propõe uma estrutura que liga as fontes de dados existentes (soluções de <i>software</i> específicas de equipamentos e de domínios) para gerar informações significativas.
(Baldan <i>et al.</i> , 2018)	Apresentam uma nova abordagem para as políticas de fluxo de informações “muitos-para-muitos” que permite especificar padrões de coordenação entre vários níveis de segurança. Acreditam que a abordagem pode-se tornar útil em vários cenários, incluindo protocolos secretos de intercâmbio, arquiteturas de segurança e sistemas com formas controladas de acesso à informação tendo em conta a sua classificação.

2.3 LOGÍSTICA E CADEIAS DE ABASTECIMENTO

Existem diversas definições apontadas para o conceito de logística, já que são numerosos os autores que escrevem e estudam esta área específica.

Para (Ballou, 2006), a cadeia de abastecimento é um conjunto de atividades funcionais (transportes, controlo de *stocks*, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor.

Contudo, na Tabela 4 pode-se analisar outras definições escritas por outros autores, que acrescentam conceitos diferentes.

Tabela 4. Definições de logística

Referências Bibliográficas	Definição
(Magee, 1977)	É a arte de administrar o fluxo de materiais e produtos, desde a fonte ao consumidor. O sistema logístico inclui o fluxo total de materiais, desde a aquisição da matéria-prima até à entrega dos produtos acabados aos consumidores finais, apesar de, tradicionalmente, as empresas isoladas controlarem, diretamente, somente uma parte do sistema total de distribuição física do seu produto.

(Ayers, 2006)	Logística, ou gestão logística, como parte da cadeia de abastecimento é responsável por planejar, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso, assim como as operações de armazenagem de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo, de forma a ir ao encontro dos requisitos/necessidades dos clientes.
(Rushton <i>et al.</i> , 2006)	Logística é o posicionamento do recurso no momento certo, no lugar certo, ao custo certo e na qualidade certa.
(Stevenson, 2009)	Logística é a parte de uma cadeia de abastecimento envolvida no fluxo de bens, serviços, dinheiro e informação, tanto para montante como a jusante.

Relativamente à cadeia de abastecimento, existem também inúmeras definições do conceito na literatura, no entanto, os variados autores são consensuais quando referem que se trata do conjunto de todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, no cumprimento de um pedido do cliente. A cadeia inclui não só os fabricantes e fornecedores, mas também os transitários, os armazéns, os revendedores e os próprios clientes (Chopra *et al.*, 2012).

Pode-se observar na Tabela 5 outras descrições dadas ao conceito de cadeia de abastecimento.

Tabela 5. Definições de Cadeia de Abastecimento

Referências Bibliográficas	Definição
(Londe <i>et al.</i> , 1994)	Os autores propuseram que cadeia de abastecimento é um conjunto de empresas que passam material para a frente.
(Lambert <i>et al.</i> , 1998)	Definem cadeia de abastecimento como o alinhamento de empresas que levam produtos ou serviços ao mercado. É de notar que esses conceitos da cadeia de abastecimento incluem o consumidor final como parte da cadeia de abastecimento.
(Mentzer <i>et al.</i> , 2001)	Definem cadeia de abastecimento como um conjunto de três ou mais entidades (organizações ou indivíduos), diretamente envolvidos a montante e a jusante do fluxo dos produtos, serviços, finanças, e/ou informação desde a fonte até ao cliente.

(Stadtler <i>et al.</i> , 2008)	A cadeia de abastecimento consiste em duas ou mais organizações separadas legalmente, mas conectadas pelo material, pela informação e pelos fluxos financeiros. Essas organizações podem ser empresas de produção de peças, de componentes e produtos finais, prestadores de serviços logísticos e até mesmo o próprio consumidor (final).
(Bozart <i>et al.</i> , 2015)	Uma rede de fabricantes e prestadores de serviços que trabalham em conjunto para converter e mover mercadorias do estado de matérias-primas até ao consumidor final.

Em suma, comparando as duas definições, pode-se dizer que a logística refere-se, geralmente, a atividades que ocorrem dentro dos limites de uma única organização, enquanto que cadeia de abastecimento diz respeito a redes de empresas que trabalham juntas e coordenam as suas ações para entregar um produto ao mercado (Hugos, 2003).

Por outro lado, enquanto que a logística se concentra nas operações da própria empresa, a cadeia de abastecimento olha desde o início até aos elos finais da corrente de fornecedores e clientes (Machline, 2011).

Uma vez que se trata de uma área abrangente, múltiplos trabalhos foram desenvolvidos nesta área. Estes podem variar desde armazenagem, transportes, abastecimento, entre outras abordagens. Na Tabela 6 estão representados alguns desses estudos.

Tabela 6. Estudos desenvolvidos na área da logística

Autores	Descrição dos trabalhos
(Freitas <i>et al.</i> , 2019)	O projeto teve como objetivo melhorar a eficiência do armazém híbrido (armazenagem e preparação), a fim de redefinir os espaços e fluxos logísticos internos. Aplicando várias ferramentas <i>Lean</i> , conseguiu-se: uma diminuição do tempo do processo de seleção e <i>picking</i> , diminuição dos tempos de movimento dos funcionários e um ganho de espaço na área de receção de matérias-primas.
(Tellini <i>et al.</i> , 2019)	O estudo desenvolvido identificou e analisou as restrições existentes e propôs melhorias para aumentar o desempenho do sistema de entrada <i>Milk-Run</i> existente. Com a análise das rotas, tendo em conta os pedidos dos clientes, foram redefinidas novas rotas. Com estas alterações, obteve-se uma

	redução de 15% do tempo de volta no <i>Milk-Run</i> , uma diminuição do número de voltas efetuadas e, ainda, a eliminação de paragens indesejadas.
(Garza-Reyes <i>et al.</i> , 2017)	Este artigo aborda o estudo das operações de transporte rodoviário de um fabricante de soluções de embalagens em papel, utilizando conceitos e ferramentas <i>Lean</i> , nomeadamente, a análise VSM (<i>Value Stream Mapping</i>) dos transportes onde foram identificados seis desperdícios e ainda a utilização do indicador OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>), que determinou uma eficiência de 54% .
(Caridade <i>et al.</i> , 2017)	Este estudo consistiu em desenvolver uma proposta para reestruturar e otimizar o armazém de matérias-primas da empresa, melhorando a eficiência das funções do armazém, reduzindo as quantidades de <i>stock</i> e ainda aumentando a capacidade de atender a procura do cliente.

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O controlo e a melhoria da qualidade requerem trabalho em equipa e envolvimento de toda a organização. Além disso, o recurso a alguns tipos de ferramentas de qualidade no quotidiano empresarial, ajuda na análise e identificação de problemas encontrados. As organizações utilizam-nas para identificar, analisar e avaliar dados quantitativos recolhidos nos seus processos.

Há uma série de ferramentas que uma organização pode usar para resolver problemas e efetuar melhoria de processos. As ferramentas da qualidade são essenciais na recolha, análise e visualização de dados, criando uma base sólida para a tomada de decisão baseada em dados existentes (Sokovic *et al.*, 2009).

As primeiras sete ferramentas são muitas vezes referidas como as sete ferramentas básicas da qualidade (McQuater *et al.*, 1995). A Figura 3 fornece uma visão geral rápida das mesmas.

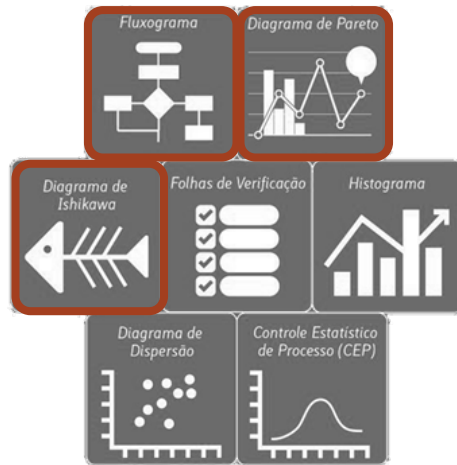


Figura 3. Sete ferramentas básicas de qualidade (PFxk Advisory&Consulting, 2019)

Devido à sua maior relevância para este estudo, apenas serão abordadas em mais detalhe o fluxograma, o diagrama de Ishikawa e ainda o diagrama de Pareto. No entanto, como ferramentas de qualidade serão abordadas ainda a técnica do *brainstorming* e ainda a ferramenta dos cinco porquês.

2.4.1 FLUXOGRAMA

O fluxograma é uma das primeiras ferramentas quando se pretende estudar um processo. Este exibe a ordem das atividades. É o diagrama que tende a representar de uma forma simples, fácil e ordenada as várias fases do processo de fabricação ou de qualquer procedimento, funcionamento de equipas e sistemas (Maiczuk *et al.*, 2013).

Os diagramas são constituídos por etapas sequenciadas de decisão e ação, onde cada um deles possui uma simbologia. As formas diamantadas no fluxograma, representam pontos de decisão no processo e as formas retangulares representam procedimentos/atividades. As setas mostram a direção do "fluxo" das etapas do processo (Stevenson, 2009).

Os fluxogramas podem ser usados para (Bauer *et al.*, 2006):

- Identificar e comunicar as etapas num processo de trabalho;
- Identificar áreas que podem ser a fonte de um problema ou determinar oportunidades de melhoria.

De acordo com Tague (2005) a elaboração de um fluxograma segue os seguintes passos:

- Definir o processo a ser traçado com a decisão, de onde este começa e acaba, e ainda o nível de detalhe utilizado no diagrama;
- Realizar uma tempestade de ideias sobre as atividades que existem no processo;
- Ordenar as atividades de uma forma sequencial e fazer a ligação entre elas;
- Rever o fluxograma com todos os envolvidos no processo (operários, supervisores, fornecedores, clientes), de forma a confirmar a veracidade do processo assinalado.

Na Figura 4 está representado, a título de exemplo, um fluxograma de tratamento de uma ordem de produção, desenvolvido no caso de estudo efetuado por (Rocha *et al.*, 2018).

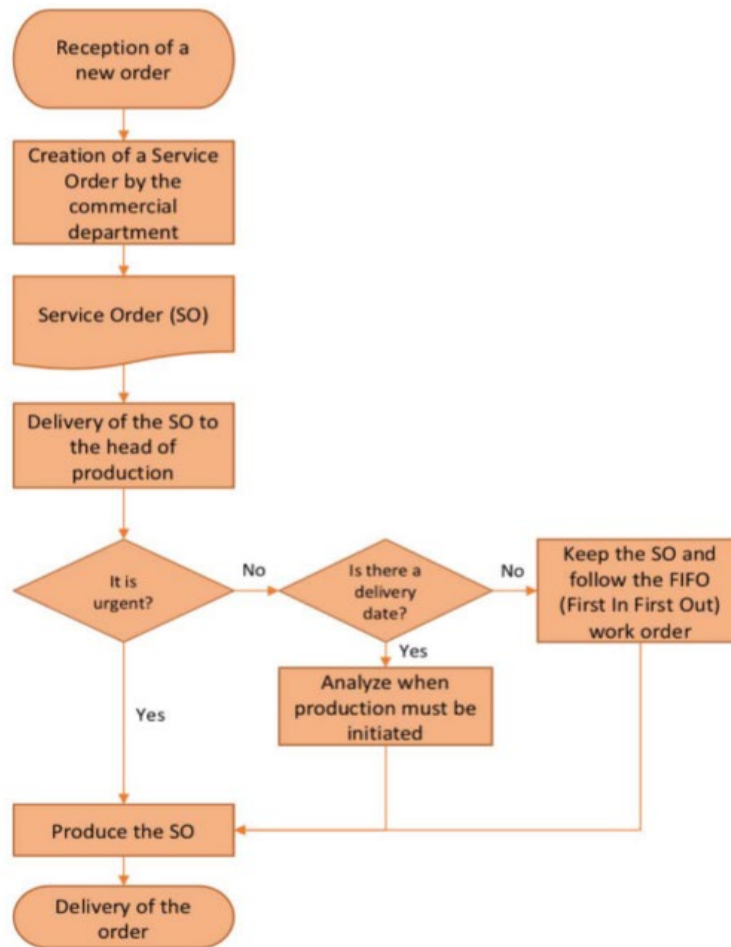


Figura 4. Fluxograma de um processo de uma nova ordem de produção (Rocha *et al.*, 2018)

2.4.2 DIAGRAMA DE PARETO

Em qualquer processo de melhoria, vale a pena distinguir o que é importante e o que é acessório. O objetivo do diagrama de Pareto passa por distinguir entre questões “poucos vitais” e “muitos triviais” (Slack *et al.*, 2014).

Os gráficos de Pareto são gráficos de barras, priorizados em ordem decrescente, da esquerda para a direita. Mostram onde colocar o esforço inicial para obter o maior ganho (Bauer *et al.*, 2006). A ferramenta tem o nome de Vilfredo Pareto, um sociólogo e economista italiano, que constatou que 80 por cento da riqueza em Itália era mantida por 20 por cento das pessoas. Mais tarde, Joseph Juran, um dos maiores especialistas de qualidade, notou que esta regra também poderia ser aplicada às causas dos defeitos: 80 por cento dos defeitos são devidos a apenas 20 por cento das causas. Consequentemente, minimizando 20 por cento das causas, pode-se eliminar 80 por cento dos problemas (Stevenson, 2009).

A Figura 5 ilustra um pequeno exemplo de um diagrama de Pareto, desenvolvido por (Neves *et al.*, 2018), aplicado numa indústria têxtil com o objetivo de quantificar as não conformidades com origem no processo da tecelagem.

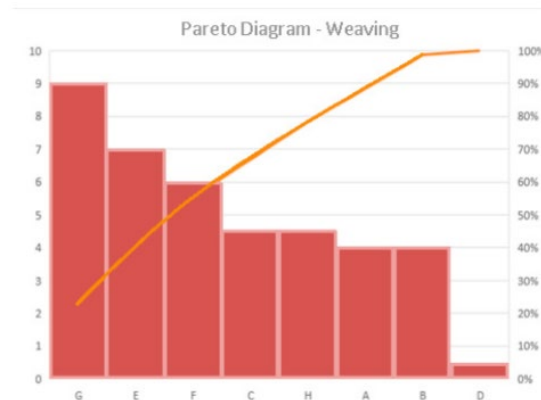


Figura 5. Exemplo de um diagrama de Pareto (Neves *et al.*, 2018)

Segundo (Bauer *et al.*, 2006), um gráfico de Pareto pode ajudar as organizações a:

- Separar os poucos problemas principais dos muitos problemas possíveis, a fim de concentrar os esforços de melhoria;
- Organizar dados de acordo com a prioridade ou importância;
- Determinar quais são os problemas mais importantes, usando dados, em vez de percepção.

As etapas básicas envolvidas na construção de um gráfico de Pareto apresentam-se de forma pormenorizada na Figura 6.

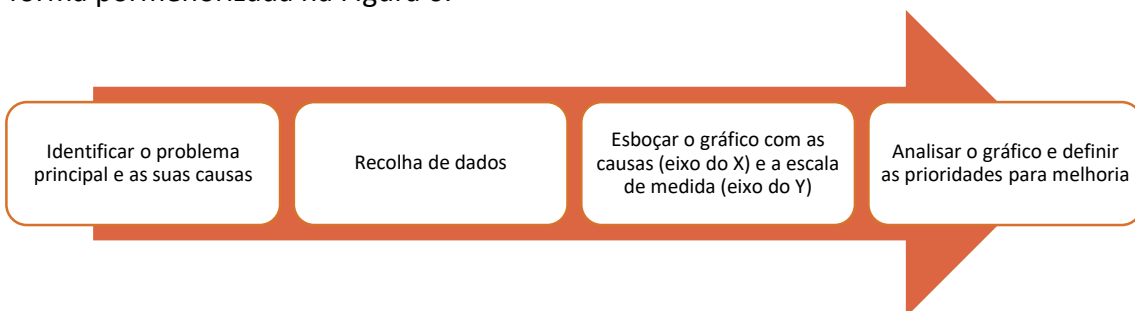


Figura 6. Metodologia de elaboração de um diagrama de Pareto (Basu, 2009)

2.4.3 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O diagrama de causa e efeito é também conhecido como diagrama de Ishikawa por ter sido desenvolvido pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa, ou como diagrama “espinha-de-peixe”, pelo seu formato gráfico (Bauer *et al.*, 2006).

Esta ferramenta oferece uma abordagem estruturada para a busca da causa ou causas possíveis de um problema. O diagrama permite, a partir dos grupos básicos de possíveis causas, desdobrar tais causas até aos níveis de detalhe adequados à solução do problema. É frequentemente usada após sessões de *brainstorming* de forma a organizar as ideias geradas (Stevenson, 2009).

Os grupos básicos podem ser definidos em função do tipo de problema que está a ser analisado. Usualmente, para problemas de natureza operacional, sugere-se a adoção dos 6 M's (máquina, mão-de-obra, método, materiais, meio ambiente e medidas) (Kenett, 2008).

A Figura 7 mostra o diagrama de causa-efeito concluído, resultante do esforço inicial de uma equipa para identificar possíveis causas de uma linha de produção não balanceada e *layout* ineficiente, num estudo desenvolvido por (Silva *et al.*, 2019). No entanto, neste caso em particular apenas são desenvolvidas 5 categorias (5M's), uma vez que os autores não consideraram relevante para o estudo a categoria relativa às medidas.

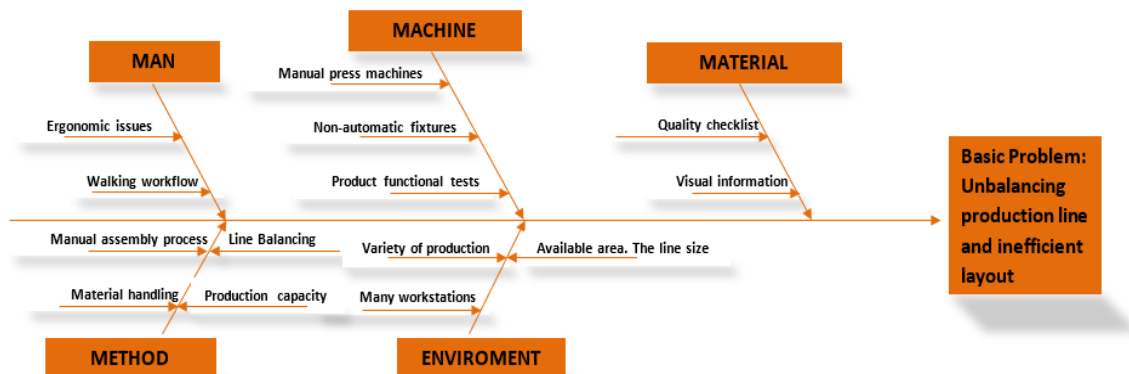


Figura 7. Exemplo de um diagrama de Ishikawa (Silva *et al.*, 2019)

Os passos básicos envolvidos na criação do diagrama de Ishikawa estão identificados na Figura 8.

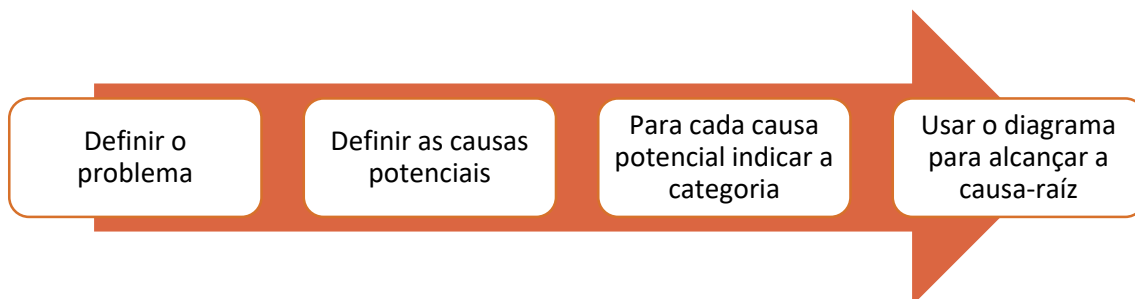


Figura 8. Metodologia para criar um diagrama de Ishikawa (Bauer *et al.*, 2006)

Para Pinto (2011) devem-se seguir as recomendações seguintes na utilização do diagrama de causa-efeito:

- Quando identificar as potenciais causas, é importante não esquecer que são estas que importam, não os sintomas;
- Após identificar todas as causas potenciais, é importante agrupá-las, criando categorias e procurar quantificar o peso de cada causa na criação do efeito;
- Avaliar cada categoria e eliminar duplicações;
- Quando cada “espinha individual” (categoria da causa) e os “ossos” (causas individuais) estiverem no seu lugar, analisar cada causa e garantir que se trata de um evento único e discreto (caso contrário será necessário continuar a subdivisão das causas em sub-causas).

2.4.4 BRAINSTORMING

O *brainstorming* caracteriza-se como uma reunião de grupo onde se procuram novas ideias e, portanto, a livre expressão dos participantes deve ser assegurada. O objetivo passa por maximizar o fluxo de ideias, a criatividade e a capacidade analítica do grupo (Stevenson, 2009).

De acordo com o modelo de Osborn, esta técnica deve ter as seguintes características (Rawlinson, 2017):

- Quantidade: quanto mais ideias direcionadas especificamente ao mesmo problema, melhor;
- Flexibilidade: como a busca é por novas abordagens na solução de um problema, a fuga do tradicional é bem-vinda;
- Liberdade: ideias não devem ser alvo de críticas durante uma sessão de *brainstorming*;
- Interatividade: as ideias apresentadas podem ser aperfeiçoadas ou mesmo combinadas entre elas, dando origem a novas soluções;
- Tangibilidade: as ideias sugeridas precisam ter a capacidade de sair do papel e transformar-se em ações concretas.

A técnica descrita segue determinados passos descritos na Figura 9.

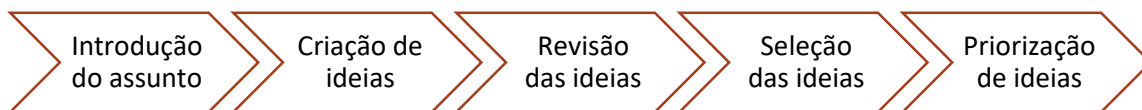


Figura 9. Metodologia para a realização de uma sessão de *brainstorming* (Adaptado de (Bauer et al., 2006))

2.4.5 5 PORQUÊS

A análise dos cinco porquês é uma ferramenta usada para descobrir a causa-raiz de um problema. Mais do que nunca, as pessoas resolvem os problemas lidando com as questões que são imediatamente aparentes. Enquanto isso, pode resultar numa rápida resolução (*quick fix solution*) do problema, a probabilidade de recorrência do problema é enorme, porque apenas os efeitos foram tratados. Resolver problemas esmiuçando as suas verdadeiras causas, é o que líderes e gestores devem fazer (Pinto, 2011).

No sistema de produção da Toyota (TPS- *Toyota Production System*), acredita-se que perguntando cinco vezes “porquê” a natureza do problema, bem como a sua solução, tornam-se claras. Na verdade, o número de vezes que se questiona depende da dimensão do problema (Liker et al., 2005). A realização desta técnica segue a metodologia representada no fluxograma da Figura 10.

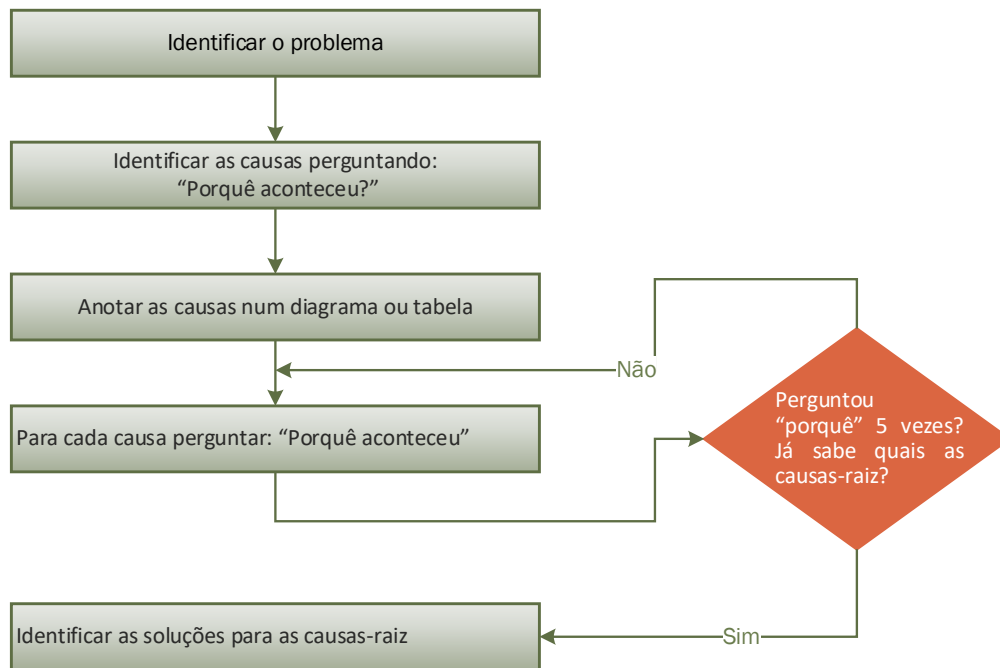


Figura 10. Metodologia da ferramenta dos 5 porquês (Pinto, 2011)

A técnica dos cinco porquês é uma ferramenta simples e eficaz para resolução de problemas. Tem como vantagem ser razoavelmente fácil de aprender. Dessa forma, não há conceitos extremamente complexos que precisam ser ensinados. Os cinco porquês também podem ser incorporados noutras metodologias. Na Figura 11 segue um exemplo da aplicação desta ferramenta, no caso da existência de tempo de espera no setor de produção de uma fábrica.

Problema: Existe tempo de espera no setor da produção

Porque é que existe tempo de espera?

Os tempos de ciclo são diferentes: 140,5 min no fabrico, 250 min na soldadura e 128 min no acabamento. O processo de fabrico é o *bottleneck*.

Porque é que o processo de fabrico é o *bottleneck*?

O tempo de ciclo do cortador de plasma é de 42 minutos, criando atraso na produção.

Porque é que o tempo de ciclo do cortador de plasma é de 42 min?

O cortador de plasma provoca defeitos que precisam de ser retrabalhados. Por causa disto, é adicionado tempo para a inspeção.

Porque é que o cortador de plasma cria defeitos?

O cortador de plasma não está a funcionar com os parâmetros ótimos.

Porque é que o cortador de plasma não está a funcionar com os parâmetros ótimos?

Os parâmetros ótimos de funcionamento não estão disponíveis pois não foi efetuado nenhum DOE (*Design of Experiment*)

Figura 11. Exemplo de utilização da técnica cinco porquês (Chen *et al.*, 2010)

2.4.6 APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE

Analisando a Tabela 7, verifica-se que vários autores desenvolveram estudos onde, para atingir determinadas metas, utilizaram as ferramentas de qualidade descritas anteriormente.

Tabela 7. Aplicações de ferramentas de qualidade

Autores	Estudos desenvolvidos
(Taylor, 2010)	A equipa cirúrgica do hospital Bolton General usou uma análise de causa efeito e uma outra análise de causa-raiz usando o método dos cinco porquês para identificar as barreiras à implementação do seu caminho redesenhado para a dor abdominal e o como estas barreiras podem ser superadas.
(Srinivasan <i>et al.</i> , 2014)	Neste estudo, foi utilizada a metodologia DMAIC numa empresa de fabricação de fornos. Na fase de definir, foi usado o diagrama de Pareto com o objetivo de observar o impacto dos indicadores de desempenho do permutador de calor e a fase de medição foi usado com objetivo de identificar o impacto dos parâmetros que influenciam o desempenho do permutador de calor. Por fim, utilizou-se na fase de análise um diagrama de Ishikawa, de forma a obter os fatores que tornam o processo menos eficaz. No final, obteve-se uma melhoria de nível de sigma e uma poupança anual de aproximadamente 4500€.
(Choomlucksana <i>et al.</i> , 2015)	Este trabalho teve como estudo de caso a melhoria do processo de estampagem de chapa metálica. Com auxílio de um <i>brainstorming</i> foi desenvolvido um diagrama de Ishikawa, onde foram identificados os problemas associados ao excesso de movimentos no processo de rebarbar. No final, aplicando diversas ferramentas <i>Lean</i> , o número de desperdícios de movimento reduziu em cerca de 66.53%.
(Costa <i>et al.</i> , 2017)	O diagrama de Ishikawa é utilizado na fase de análise do ciclo de PDCA, de forma a traçar as causas para a ocorrência das não conformidades existentes no processo de extrusão de borracha. Concomitantemente com o diagrama de Pareto, permitiu priorizar essas mesmas causas.
(Lenort <i>et al.</i> , 2017)	Este trabalho teve como objetivo encontrar novas soluções verdes/ecológicas e inovadoras, no que respeita às operações de transporte, de um importante produtor mundial de automóveis. Numa primeira instância, foi utilizado o diagrama de

	<p>Ishikawa para traçar as causas para a emissão de CO₂ e, por conseguinte, foram traçadas medidas para eliminar/atenuar essas causas.</p>
<p>(Barbosa <i>et al.</i>, 2017)</p>	<p>O estudo realizado pretendeu melhorar o processo de produção de cunhas e da sua aplicação no núcleo (produção de talões de pneus para automóvel). Para tal, foi utilizada a metodologia DMAIC, sendo que na fase de definir se construiu um diagrama de Pareto das não-conformidades nos talões. Posteriormente, na fase de análise, recorreu-se ao diagrama causa-efeito para determinar a causa (ou causas) que originam talões não conformes. No final, obteve-se uma melhoria na taxa de qualidade na produção de talões de 41%.</p>
<p>(Silva <i>et al.</i>, 2018)</p>	<p>O principal objetivo deste trabalho, passa por estabelecer as principais diretrizes a serem usadas em fundição injetada a alta pressão em peças estéticas, evitando ou diminuindo as operações de acabamento, reduzindo tarefas e reduzindo os seus custos finais. Assim sendo, foi utilizado o diagrama de Ishikawa com o objetivo de enumerar todos os fatores possíveis que influenciam a falta da qualidade na superfície de uma “peça estética” de liga de Zamak.</p>
<p>(Santos <i>et al.</i>, 2018)</p>	<p>No estudo de melhoria dos indicadores de custo de qualidade, desenvolvido numa empresa de fabricação de autocarros, foi utilizado na fase de planeamento do ciclo PDCA o diagrama causa-efeito que permitiu a identificação de potenciais atividades geradoras de custos por fraca qualidade.</p>
<p>(Neves <i>et al.</i>, 2018)</p>	<p>Num estudo realizado para melhoria de um processo de tecelagem, foram combinadas algumas ferramentas de qualidade, como diagramas de Ishikawa e de Pareto, conjugados com o uso do ciclo PDCA, ferramentas dos 5S e 5W2H. Através do uso combinado destas ferramentas, obteve-se um grande impacto na otimização do processo, nomeadamente, ganhos de 10% no tempo útil disponível por operador.</p>

DESENVOLVIMENTO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRANSPORTES NORMAIS

3.3 APLICAÇÃO DE TRANSPORTES

3.4 ANÁLISE DOS TRANSPORTES URGENTES

3 DESENVOLVIMENTO

Nesta terceira parte será apresentado, numa primeira fase a caracterização da empresa em estudo. Segue-se o estudo efetuado dos transportes normais, o desenvolvimento do protótipo da aplicação para a gestão de transportes e, por fim, a análise dos transportes urgentes.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

3.1.1 O GRUPO FICOSA INTERNACIONAL

O grupo Ficosa Internacional nasceu há mais de cinquenta anos, fruto da vocação das famílias Pujol y Tarragó. Este tem demonstrado um grande crescimento, possuindo várias fábricas espalhadas pela Europa, Ásia, América do Norte e Sul, todas elas produzindo componentes para a indústria automóvel (ver a Figura 12).



Figura 12. Presença global do grupo Ficosa (FICOSA, 2019)

A Ficosa Internacional é líder na conceção e fabricação de muitos componentes de automóvel, criando e desenvolvendo tecnologias próprias com patentes e registo de muitos sistemas e peças, que tanto na atualidade como no futuro incorporam as mais prestigiadas marcas do mundo automóvel.

Em junho de 2015, o grupo Ficosa, criou uma aliança de capital e de negócios com a Panasonic, garantindo um lugar no novo mercado da tecnologia e ainda mais força para liderar a transformação da indústria automóvel (FICOSA, 2015).

Em 2017, a Panasonic adquiriu mais 20% das ações emitidas pelo grupo Ficosa, passando a deter 69%. A família Pujol mantém a sua participação de 31% na empresa. Desta forma, o grupo Ficosa torna-se então uma subsidiária consolidada da Panasonic (FICOSA, 2017).

3.1.2 A FICOCABLES

A FicoCables é uma empresa portuguesa subsidiária do grupo Ficosa Internacional dedicada à investigação, desenvolvimento, produção e comercialização de sistemas e componentes para a indústria automóvel. Foi fundada em 1971 com o nome original de “Teledinâmica”. Em 1972 a empresa integrou a “Pujol e Tarragó”, ficando líder do grupo Ficosa Internacional, S.A., com sede em Barcelona. Em 1993 mudou o nome para FicoCables, Lda. Atualmente, conta com a colaboração de mais de mil profissionais.

Atualmente, a empresa tem duas áreas de negócio, nomeadamente, os sistemas de conforto e sistemas de porta e assentos. Especificamente, produz cabos utilizados na transmissão de movimento e sistemas de conforto que se incorporam nos assentos dos veículos permitindo a sua regulação. Estes produtos são projetados para serem adaptados em diferentes soluções, tais como: sistema de elevadores de janela, travão de mão, abertura de porta, regulação lombar do assento, sistemas de inclinação do banco, entre outros.

A produção destes diversos produtos é confinada a diferentes módulos de produção, nomeadamente:

- Módulo F1 - Fabrico de espiral, revestimento de cabo e arame;
- Módulo F2 - Módulo de pequenas séries e injeção de plástico (cabos);
- Módulo F3 - Módulo de grandes séries;
- Módulo F4 - Sobreinjeção de plástico/conforto, corte e conformação de arame, linhas automáticas de *Suspension Mat*;
- Módulo F5 - Módulo de pequenas séries (cabos, *Suspension Mat*, protótipos);
- Módulo F6 - Conformação de arame/ plataforma de transição.

A FicoCables, Lda., tem um Capital Social de 1,75 milhões de euros e o seu volume de vendas tem vindo a crescer ao longo dos últimos anos, como se pode comprovar no gráfico representado na Figura 13.

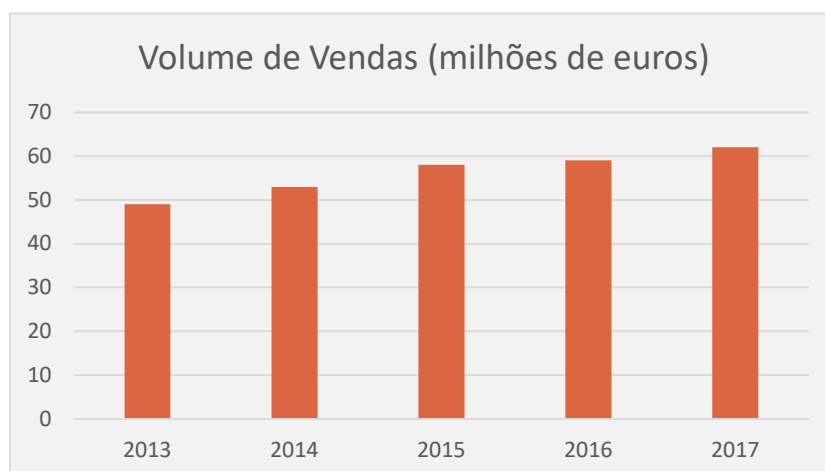


Figura 13. Volume de vendas entre 2013 e 2017

Em termos de organização da empresa destacam-se os departamentos representados no organograma da Figura 14. Este caso de estudo enquadra-se no departamento de logística, mais especificamente na logística externa.

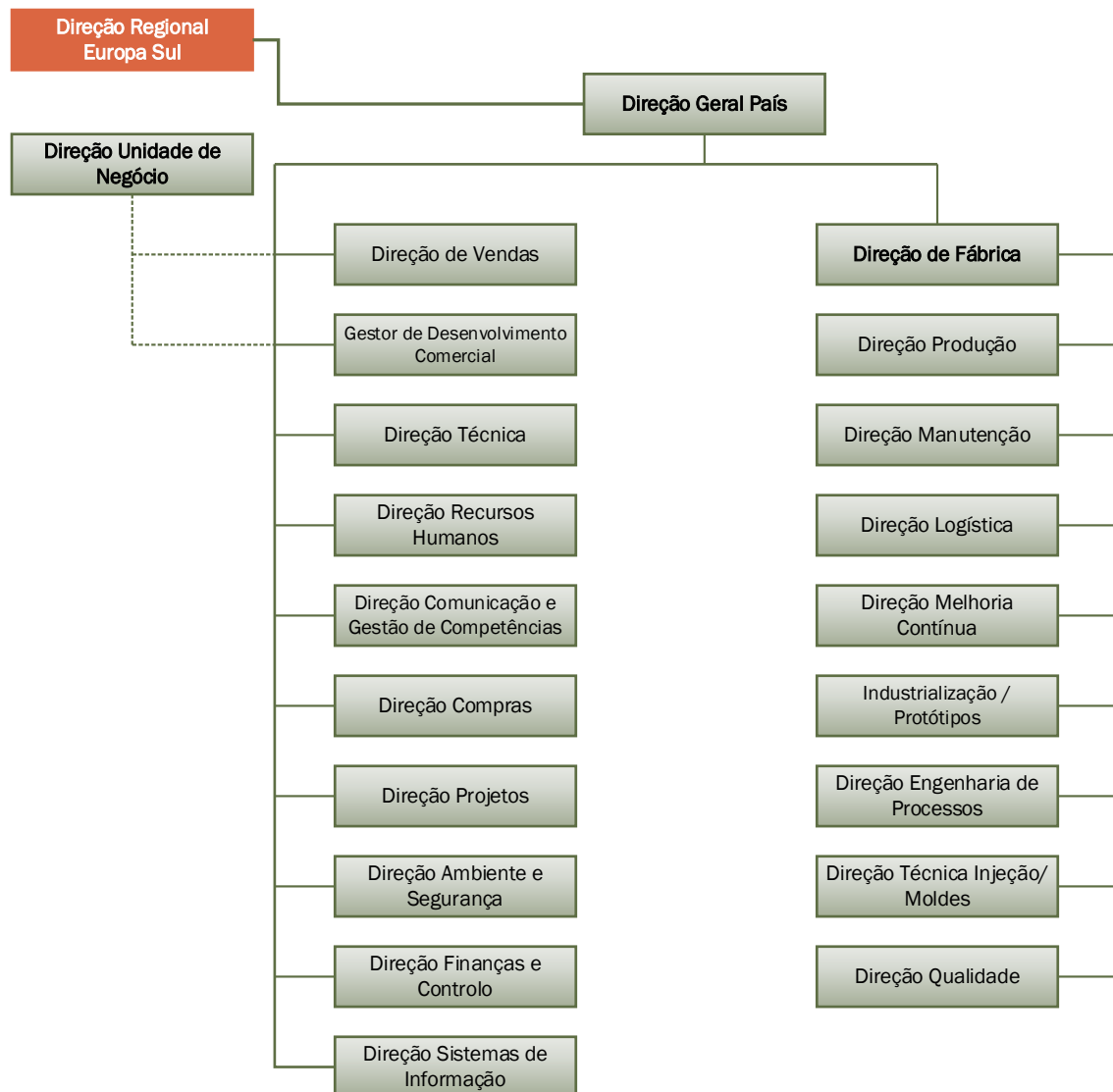


Figura 14. Organograma da empresa FicoCables

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRANSPORTES NORMAIS

A empresa em análise exporta a maioria dos seus produtos (ver ANEXO 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA), sendo que os transportes se tornam uma peça chave na cadeia logística.

Neste sentido, surge a necessidade de realizar um estudo aos transportes normais, de forma a determinar a eficiência dos mesmos. Assim sendo, o período em análise situa-se entre a semana 22 e a semana 39 do ano de 2018.

Numa primeira fase, pretende-se identificar para que países são mais frequentes os transportes, e para tal desenvolveu-se o Figura 15.

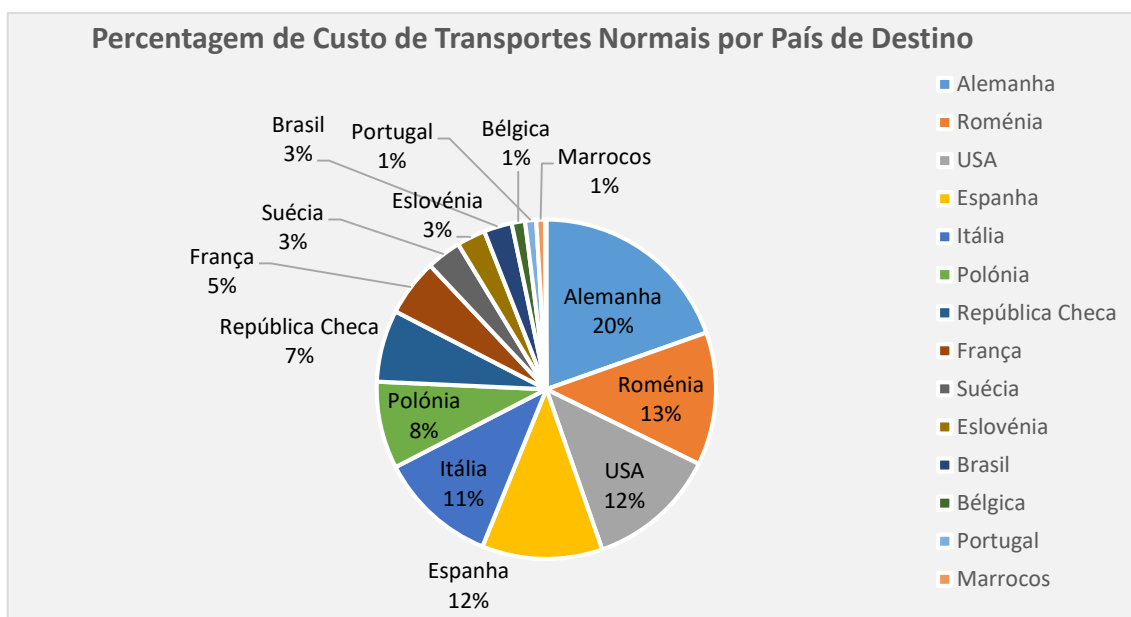


Figura 15. Percentagem de custo de transportes normais por país de destino

Pode-se concluir que cerca de 80% dos custos em transportes estão nos países como a Alemanha, a Roménia, os Estados Unidos da América, a Espanha, a Itália, a Polónia e por fim República Checa. Por outro lado, analisando a eficiência do transporte em termos de ocupação das paletes, verifica-se de uma forma generalizada que a maioria das paletes enviadas não vão totalmente otimizadas (ver Figura 16).

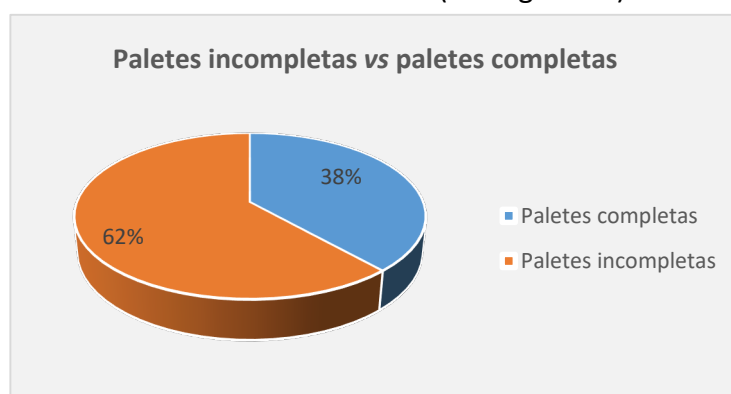


Figura 16. Paletes incompletas vs paletes completas

Observando as perdas relativas às quantidades enviadas, através do gráfico representado na Figura 18, pode-se concluir que, no período analisado, ficaram por enviar 4 855 094 unidades. As mesmas podiam ter sido enviadas sem custo extra, caso as paletes fossem otimizadas. De uma maneira mais detalhada, verifica-se que 30% dos clientes recebem paletes com menos de 50% dos componentes que era suposto receberem, e 10% dos clientes recebe as paletes com uma percentagem de quantidade em falta superior a 80%.

Através da Figura 19, excluindo os envios em que a ocupação das paletes é total, vê-se que grande parte dos mesmos vão como uma ocupação no máximo de 25% e dessa forma é necessária uma intervenção para a melhoria dos mesmos.

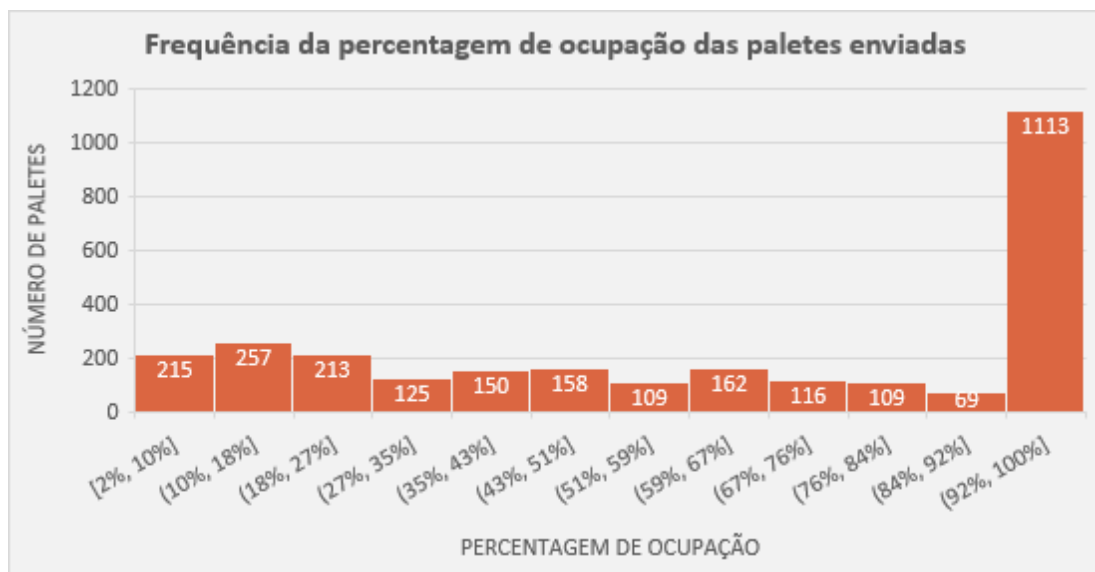


Figura 19. Frequência da percentagem de ocupação das paletes enviadas

A percentagem de ocupação é dada pela fórmula representada na

$$\% \text{ de ocupação da paleta} = \frac{Q_{\text{enviada}}}{Q_{\text{paleta}}} \quad (1)$$

Figura 20, onde a quantidade enviada (Q_{enviada}) se obtêm através dos dados inseridos na plataforma MOM, e a quantidade por paleta (Q_{paleta}) é dada através das instruções de embalagem de cada referência.

$$\% \text{ de ocupação da paleta} = \frac{Q_{\text{enviada}}}{Q_{\text{paleta}}} \quad (1)$$

Figura 20. Fórmula para cálculo da percentagem de ocupação de paleta

3.2.1 ANÁLISE AOS TRANSPORTES NORMAIS

Após a caracterização realizada no ponto anterior, verifica-se que cerca de 60% das paletes enviadas vão incompletas, acabando por tornar os transportes efetuados ineficientes. Verificou-se uma necessidade importante de analisar esta situação e melhorar a eficiência dos envios. Para tal, realizou-se um estudo suportado pela investigação operacional com o objetivo de otimizar estes mesmos envios.

3.2.2 MODELO DE OTIMIZAÇÃO

Para a maioria das empresas, os custos associados à distribuição de produtos representam uma parte importante da carga geral de custos. Dois fatores que afetam diretamente os custos de embalagem e manuseamento, bem como a eficiência das operações de transporte e armazenamento, são claramente as características geométricas dos produtos e das unidades de embalagem usadas na sua distribuição.

A existência de transportes urgentes na FicoCables deve-se essencialmente à falha de envio de produtos, isto é, os pedidos efetuados pelos clientes não são totalmente satisfeitos, por diversos problemas que serão analisados em detalhe no capítulo 3.4. Ou seja, ao otimizarmos as paletes enviadas por transportes normais, por consequência, o custo em transportes urgentes será menor.

Neste sentido, será apresentado um modelo matemático de otimização para a atual realidade da empresa, a otimização da colocação de caixas por palete e por cliente. E, posteriormente a utilização de um software que permitirá uma otimização mais alargada, na mesma por cliente mas de modo a otimizar a procura semanal do cliente.

Desta forma, após a caracterização dos transportes urgentes realizada no capítulo 3.4.1, irá constatar-se quais são os produtos mais críticos. Assim sendo, para esta análise serão considerados apenas os que dizem respeito ao ano de 2018, uma vez que a análise dos transportes normais é realizada também nesse período.

Em suma, dos cinco produtos destacados como sendo os mais críticos em termos de transportes urgentes do ano de 2018, apenas serão tidos em conta o KIEV408XL1 e o 23XX520XL1, já que os restantes não se tratam de transportes da responsabilidade da empresa.

3.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DO PROBLEMA

O tipo de caminhão utilizado para estes transportes, representado na Figura 21, por norma apresenta as seguintes características:

Tipologia do Camião: 100m³



Carga útil: 25 toneladas

Capacidade: 33 Europaletes

Interior útil:

Comprimento: 13,6m

Largura: 2,45m

Figura 21. Características do camião utilizado

Os projetos em análise apresentam já instruções de embalagens específicas para cada referência assim sendo, na Tabela 8 estão representadas o tipo de caixas e de paletes utilizadas para o transporte até ao cliente. As dimensões apresentadas dizem respeito ao comprimento (*c*), largura (*l*) e altura (*a*).

Tabela 8. Características das caixas e paletes

Projeto	Cliente	Dimensões da paleta (<i>C</i> × <i>L</i> × <i>A</i>) mm	Dimensões da caixa (<i>c</i> × <i>l</i> × <i>a</i>) mm
23XX520XL1	12226	1200x800x800	600x400x200
	12259	1200x800x800	600x400x200
		1200x800x1000	600x400x200
		1200x1000x1000	600x400x200 1000x190x200
KIEV408XL1	14701	800x600x240	400x300x120
		1200x800x900	800x400x150
		1200x800x750	600x400x150 800x400x150
		1200x800x735	800x600x245
		1200x800x600	600x400x150 400x300x120
		1200x800x1000	1200x190x200

Assim sendo, na Figura 22 pode-se verificar de que forma estão representados os parâmetros relacionados com as caixas.

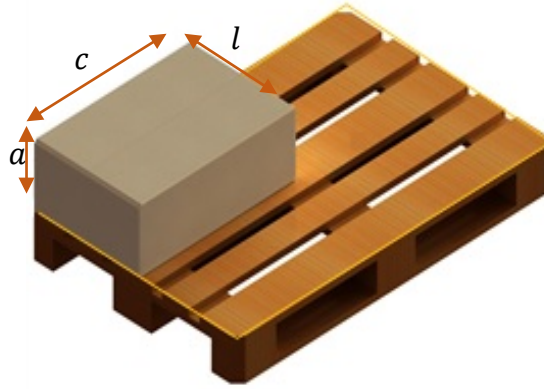


Figura 22. Representação dos parâmetros relacionados com as caixas

3.2.2.2 CONSIDERAÇÕES AO PROBLEMA

De forma a definir e, por outro lado, restringir o problema é necessário considerar o seguinte:

- Será permitida a utilização de paletes mistas, ou seja, paletes com produtos diferentes e, por consequência, com caixas de diferentes tamanhos;
- Uma caixa pode ter 6 diferentes orientações ao ser colocada numa paleta, pois pode ser rodada em torno de todos os eixos X, Y e Z;
- Para este problema, em vez das seis rotações possíveis para as caixas, apenas serão consideradas duas devido ao tipo de produto transportado;
- O volume máximo da paleta é de $1,152\text{m}^3$ ($1,2 \times 0,8 \times 1,2$ (m)) (altura máxima do camião é de 3m, com sobreposição a duas paletes, dá altura de 1,5 m por paleta, incluído a altura da europalette (144 mm), dando uma margem para o próprio manuseamento das partes dentro do camião, assume-se uma altura útil de 1,2 m);
- Uma caixa não pode coincidir (sobrepôr) no mesmo espaço de outra;
- Cada caixa está contida inteiramente dentro da paleta, com os seus lados paralelos aos lados da paleta;
- A proporção do número de caixas de um dado tamanho para o número total de caixas de uma paleta completa deve ser o mais próximo possível das especificações do cliente (proporção de rácio);
-
- O modelo matemático apresentado é por paleta, ou seja, pretende-se otimizar a posição das diferentes caixas na paleta;
- O modelo adotado contempla apenas o caso em que as caixas devem ser colocadas na paleta com uma única orientação. No entanto, neste caso, as caixas podem rodar e devem ser consideradas duas orientações. De modo a adotar o modelo e permitir que as caixas possam ter orientações diferentes, e, portanto, posicionadas na paleta com mais de uma orientação optou-se por considerar um tipo de caixa, com uma orientação diferente, como sendo uma caixa diferente.

3.2.2.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA SEGUNDO BEASLEY (1985)

Para modelar o problema de carregamento das paletes adaptou-se o modelo de programação linear inteira 0-1 proposto por Beasley (1985) para o problema de corte não-guilhotinado bidimensional.

O primeiro passo para obtenção do modelo matemático, que permitirá a otimização das paletes, passa por definir os índices e parâmetros a utilizar para a formulação do mesmo.

Assim sendo, tem de se considerar os seguintes índices:

- i → Índice para os diferentes tipos de caixa;
- p, s → Índice para as posições no eixo dos X;
- q, t → Índice para as posições no eixo dos Y;
- r, u → Índice para as posições no eixo dos Z.

De seguida, apresentam-se os parâmetros utilizados na formulação do problema. Sendo:

- S → Um conjunto de n caixas a serem consideradas;
- m → Número total de tipos de caixas;
- V_i → Volume da caixa i ;
- Q_i → Número máximo de réplicas da caixa i que podem ser empacotadas;
- (c_i, l_i, a_i) → Dimensões da caixa i ;
- (C, L, A) → Dimensões da paleta;
- b_i → Tipo de caixa utilizadas;
- n_g → Número de caixas do tipo g a serem consideradas no conjunto S ;
- R_g → Proporção desejada de caixas do tipo g ;
- D_g → É um subconjunto do conjunto S ; consiste em todas as caixas tipo g independentemente da sua orientação.

$a_{ipqrstu}$ → É uma função binária que assume o valor 1, para indicar que a posição (s, t, u) se encontra ocupada pela caixa do tipo i quando o canto inferior frontal esquerdo é posicionada na posição (p, q, r) na paleta

Assim sendo, $a_{ipqrstu}$ é uma função e pode ser calculada a priori do seguinte modo:

$$a_{ipqrstu} = \begin{cases} 1 & \begin{aligned} 0 \leq p \leq s \leq p + c_i - 1 \leq C - 1 \\ 0 \leq q \leq t \leq q + l_i - 1 \leq L - 1 \\ 0 \leq r \leq u \leq r + a_i - 1 \leq A - 1 \end{aligned} \\ 0 & \text{Caso contrário} \end{cases} \quad (2)$$

Temos então como variável de decisão:

$$x_{ipqr} = \begin{cases} 1 & \begin{array}{l} \text{Se a caixa } i, \text{ com canto inferior esquerdo} \\ \text{frontal se encontra na posição } (p, q, r), \text{ onde:} \\ 0 \leq p \leq C - c_i \\ 0 \leq q \leq L - l_i \\ 0 \leq r \leq A - a_i \end{array} & i = 1, \dots, m \\ 0 & \text{Caso contrário} \end{cases} \quad (3)$$

Assim sendo, estão reunidas todas as condições para a formulação do problema.

Sabendo que se pretende maximizar o volume da palete, considera-se, então, como modelo matemático o seguinte:

$$\text{maximizar} \quad \sum_{i=1}^m \sum_{p=0}^{C-c_i} \sum_{q=0}^{L-l_i} \sum_{r=0}^{A-a_i} V_i \times x_{ipqr} \quad (4)$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^m \sum_{p=0}^{C-c_i} \sum_{q=0}^{L-l_i} \sum_{r=0}^{A-a_i} a_{ipqr} \times x_{ipqr} \leq 1 \quad (5)$$

$$P_i \leq \sum_{p=0}^{C-c_i} \sum_{q=0}^{L-l_i} \sum_{r=0}^{A-a_i} x_{ipqr} \leq Q_i \quad (6)$$

$$\sum_{m \in D_g} P_m \leq R_g, \text{ onde } R_g = \frac{n^{\circ} \text{ caixas do tipo } g}{\sum_{i=1}^n n^{\circ} \text{ caixas do tipo } i} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} x_{ipqr} &\in (0,1), i = 1, \dots, m \\ p &\in C \\ q &\in L \\ r &\in A \end{aligned} \quad (8)$$

A função objetivo (4) visa maximizar o valor total de caixas colocadas na palete, se $V_i = c_i \times l_i \times a_i$, então a função objetivo maximiza o volume total de caixas na palete.

A restrição (5) impede que haja sobreposição de caixas na palete. As restrições do tipo (6) impedem que o número de caixas de cada tipo dentro da palete seja inferior ou superior aos valores estipulados. As restrições do tipo (7) garantem a proporção de caixas de acordo com o rácio de cada um dos clientes. As restrições (8) definem o domínio das variáveis de decisão.

3.2.2.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA SEGUNDO TSAI ET AL. (1993)

Por outro lado, pode ser utilizado outro modelo para este problema, sendo ele, o modelo em programação linear inteira mista 0-1 apresentada por Tsai *et al.* (1993) para o problema de carregamento de paletes tridimensional.

Para esta nova abordagem, os índices a utilizar são os seguintes:

$i, j, r \rightarrow$ Índice para as caixas

Relativamente aos parâmetros, considera-se:

$m \rightarrow$ nº total de caixas disponíveis;

$V_r \rightarrow$ Volume da caixa k ;

$(c_i, l_i, a_i) \rightarrow$ Dimensão da caixa i ;

$(C, L, A) \rightarrow$ Dimensões máximas da paleta;

$(X^\circ, Y^\circ, Z^\circ) \rightarrow$ Posição do canto inferior frontal esquerdo da paleta no espaço;

Obs.: Estes valores devem ser suficientemente grandes de modo que as caixas que não couberem na paleta caibam na paleta fictícia $(X^\circ, Y^\circ, Z^\circ)$.

Como variáveis de decisão tem-se:

$$P_k = \begin{cases} 1 & \text{a caixa } k \text{ é colocada na paleta} \\ 0 & \text{Caso contrário} \end{cases} \quad k = 1, \dots, m \quad (9)$$

$(x_i, y_i, z_i) \rightarrow$ Variáveis que indicam a posição do canto inferior frontal esquerdo da caixa i em relação aos eixos X, Y e Z. $i=1, \dots, m$

Desta forma, estão reunidas as condições para a formulação do modelo adaptado de Tsai *et al.* (1993):

$$\text{maximizar} \quad \max \sum_{k=1}^m V_k \times P_k \quad (10)$$

sujeito a

$$x_j - x_i \leq -c_j \quad \forall_{ij} \quad (11)$$

$$\vee \quad x_i - x_j \leq -c_i \quad \forall_{ij} \quad (12)$$

$$y_j - y_i \leq -l_j \quad \forall_{ij} \quad (13)$$

$$\vee \quad y_i - y_j \leq -l_i \quad \forall_{ij} \quad (14)$$

$$z_j - z_i \leq -a_j \quad \forall_{ij} \quad (15)$$

$$\vee$$

$$z_i - z_j \leq -a_i \quad \forall_{ij} \quad (16)$$

$$x_k \geq X^\circ \times P_k \quad k = 1, \dots, m \quad (17)$$

$$y_k \geq Y^\circ \times P_k \quad k = 1, \dots, m \quad (18)$$

$$z_k \geq Z^\circ \times P_k \quad k = 1, \dots, m \quad (19)$$

$$x_k \leq (X^\circ + C) - c_k \quad k = 1, \dots, m \quad (20)$$

$$y_k \leq (Y^\circ + L) - l_k \quad k = 1, \dots, m \quad (21)$$

$$z_k \leq (Z^\circ + A) - a_k \quad k = 1, \dots, m \quad (22)$$

$$P_k \in \{0,1\} \quad (23)$$

$$x_k, y_k, z_k \geq 0 \quad (24)$$

Neste modelo a função objetivo (10) maximiza o volume total de caixas a empacotar. As restrições (11)-(16) impedem que haja sobreposição de caixas que deverão ser linearizadas. As restrições (17)-(22) impedem que as caixas empacotadas desrespeitem as dimensões da paleta e as restrições (23) e (24) definem o domínio das variáveis de decisão.

Optou-se por estes dois modelos pois são a base de muitos dos modelos adaptados às diferentes variantes deste problema.

Os problemas de carregamento de contentores e/ou paletes, podem ser interpretados como problemas de empacotamento, e são problemas de otimização NP-Hard logo são problemas difíceis de resolver.

3.2.2.5 CASO PRÁTICO

Ao analisar este problema de logística e, como referido anteriormente há uma grande ineficiência, em que as paletes são carregadas por cliente e por encomenda e em 60% dos casos as paletes seguem incompletas. O ideal num futuro seria uma otimização mais alargada que contemplasse vários tipos de paletes e encomendas.

Assim sendo, utilizou-se o “CLP Spreadsheet Solver”, uma ferramenta de código-fonte aberto para representar, resolver e visualizar os resultados dos CLPs (*Container Loading Problems*) desenvolvido por Gunes Erdogan da Universidade de Bath. Este suplemento é utilizado através do software Microsoft® Excel e encontra-se disponível no endereço (<https://people.bath.ac.uk/ge277/>). De ressaltar, este exemplo não contempla os modelos matemáticos desenvolvidos anteriormente, mas sim apoia-se no código já desenvolvido pelo autor da ferramenta.

O exemplo desenvolvido diz respeito aos envios efetuados para o cliente 14701, sendo o projeto KIEV408XL1. Selecionou-se este projeto, por se tratar do mais complexo em termos de diversidade de caixas e volume de encomendas.

No entanto, trabalhou-se com a encomenda semanal deste cliente e otimizou-se de modo a fazer um único envio. Na otimização deste cliente, optou-se por trabalhar só com dois tipos de paletes. Atualmente, a empresa utiliza 6 tipos diferentes de paletes para este projeto, mas as diferenças dizem respeito à altura, situação essa que é corrigida pelo modelo de otimização.

Assim sendo, para dar início ao modelo é necessário inserir os dados relativos ao tipo de paletes disponíveis, ao tipo de caixas e à procura semanal correspondente a cada caixa. É de referir, que para as paletes aceites pelo cliente selecionado, considerou-se uma altura máxima para ambas as dimensões de 1200 mm, de forma a poder maximizar o volume das paletes. Estes dados apresentam-se na Tabela 9.

Tabela 9. Tipos de paletes e caixas utilizadas no modelo matemático

Designação da paleta	Dimensões das paletes disponíveis ($C \times L \times A$) mm ³	Designação da caixa	Dimensões das caixas disponíveis ($c \times l \times a$) mm ³	Procura semanal
Paleta 1	800x600x1200	Caixa A ou <i>Item type 1</i>	400x300x120	24
Paleta 2	1200x800x1200	Caixa B ou <i>Item type 2</i>	800x400x150	19
		Caixa C ou <i>Item type 3</i>	600x400x150	20
		Caixa D ou <i>Item type 4</i>	800x600x245	18
		Caixa F ou <i>Item type 5</i>	1200x190x200	12

A solução dada pela ferramenta “CLP Spreadsheet Solver”, revela ser necessário uma paleta do tipo 1, e quatro paletes do tipo 2. Na Tabela 10 é possível verificar a distribuição de caixas pelas paletes selecionadas.

Tabela 10. Solução determinada pela ferramenta “CLP Spreadsheet Solver”

Quantidade de paletes	Tipo de paletes	Tipo de caixas	Quantidade de caixas
1	Paleta 1	Caixa A	23
		Caixa C	4
2	Paleta 2	Caixa B	3
		Caixa D	8
1	Paleta 2	Caixa C	14
		Caixa E	12
1	Paleta 2	Caixa A	1
		Caixa B	13
		Caixa C	2
		Caixa D	2

Assim sendo, na Figura 23 está representada a distribuição das caixas na paleta do tipo 1, sendo que, apenas é usado uma vez este tamanho de palete.

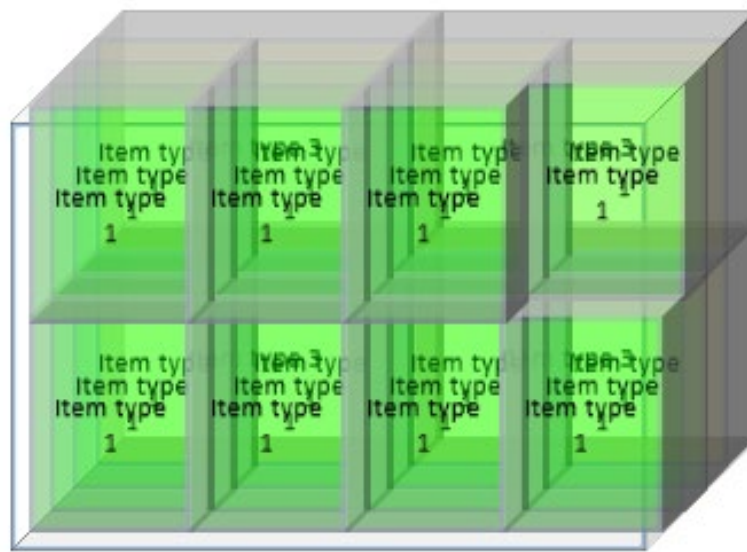


Figura 23. Distribuição das caixas na paleta de tipo 1

Na Figura 24, está representada a distribuição das caixas na paleta do tipo 2, sendo que, esta configuração é usada duas vezes, designa-se por configuração 1.

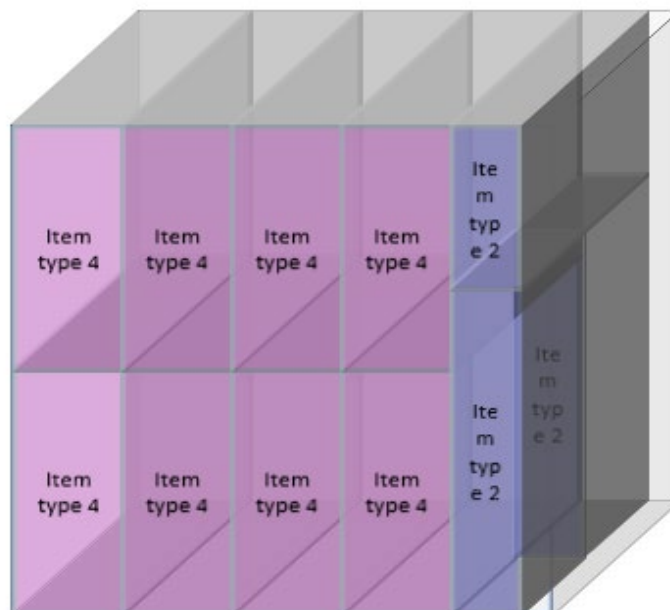


Figura 24. Configuração 1 da paleta de tipo 2

Na Figura 25, está representada a distribuição das caixas na paleta do tipo 2 designada por configuração 2.

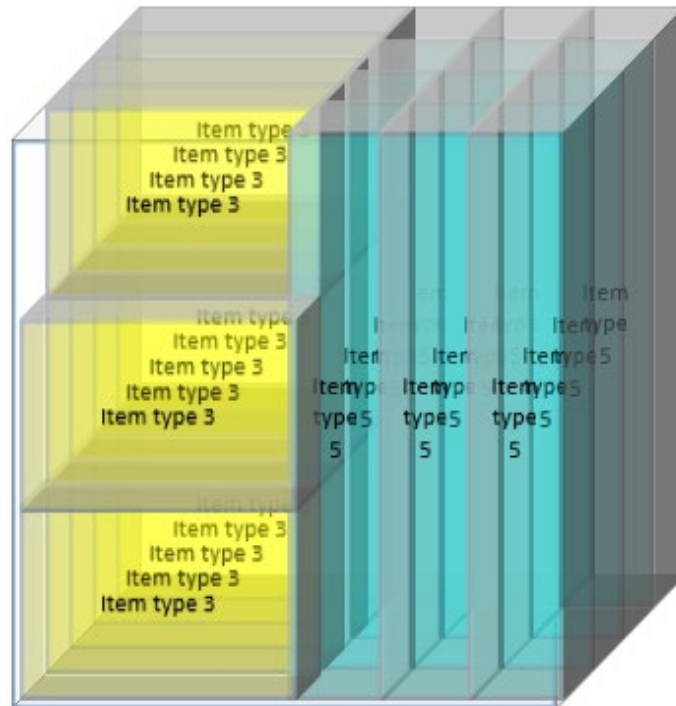


Figura 25. Configuração 2 da paleta de tipo 2

Por fim, segue-se a configuração 3 da paleta de tipo 2 representada na Figura 26.

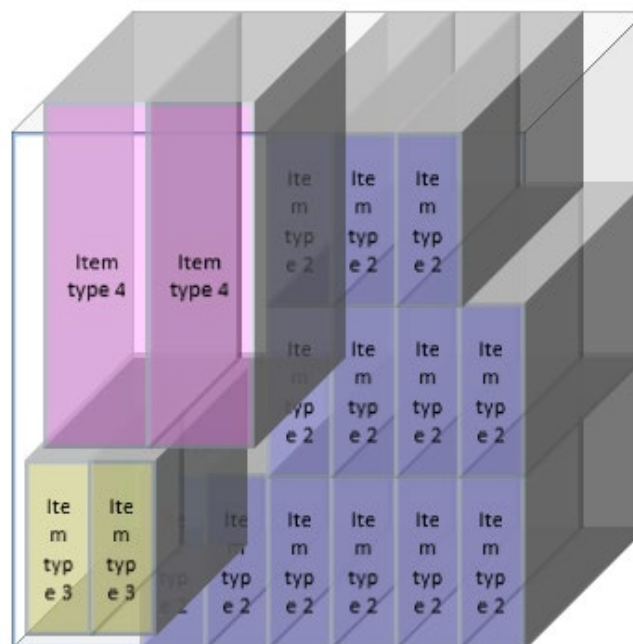


Figura 26. Configuração 3 da paleta de tipo 2

Pelas figuras apresentadas anteriormente, podemos concluir que existe um tipo de configuração para a paleta do tipo 1 e três configurações possíveis para a paleta tipo 2. Assim sendo, para o cliente 14701, são enviadas semanalmente cinco paletes correspondendo às suas necessidades.

3.3 APLICAÇÃO DE TRANSPORTES

3.3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Atualmente o processo de pedido de cotação de transporte, bem como o posterior acompanhamento do mesmo, apresentam algumas ineficiências. Tais como:

- Pedido de transporte realizado por email, suscetível a mais erros ou falta de informação necessária para o pedido de cotação;
- A realização do pedido de transporte leva aproximadamente 90 segundos, segundo um estudo efetuado com 100 amostras através de cronometragem (Ver ANEXO 3 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PEDIDO DE TRANSPORTE);
- Quando são pedidos de transportes vindos por parte de outro departamento (por exemplo, envio de amostras), esse pedido é feito por email e nem sempre contempla todas as informações necessárias para formalizar o mesmo;
- Existem dados relativos aos transportes em diversos documentos/ plataformas;
- A aprovação dos transportes urgentes é feita em papel, pelo que está dependente das pessoas autorizadas para obter a assinatura para aprovação;
- O preenchimento dos formulários de aprovação também é um processo que requer algum tempo, cerca de 7 minutos. Este valor foi determinado através da cronometragem do procedimento com 100 amostras ((consultar o ANEXO 4 - FORMULÁRIO DE APROVAÇÃO DE TRANSPORTES URGENTES e ANEXO 5 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE UM FORMULÁRIO DE PEDIDO APROVAÇÃO);
- O acompanhamento do transporte por vezes é esquecido;
- É necessária a classificação de faturas pela contabilidade.

Nesse sentido, uma das propostas que surgiu para melhorar o mesmo foi a criação/desenvolvimento de uma aplicação que tornasse o processo mais automatizado e, desta forma, mais rápido e normalizado.

3.3.2 IDENTIFICAÇÃO DE REQUISITOS

Depois de identificado o problema de ineficácia na gestão de transportes foram enumerados os diversos requisitos que a plataforma terá de possuir para colmatar as falhas encontradas:

- Automatizar os formulários de pedido de transporte;
- Gerir ofertas;
- Aprovação do transporte internamente;
- Monitorização do transporte;
- Armazenamento de faturas, outros documentos, como é o caso do POD (*proof of delivery* - comprovativo de entrega).

3.3.3 LEVANTAMENTO DO ATUAL PROCESSO DE PEDIDO DE COTAÇÃO

Atualmente, os pedidos de transportes seguem o seguinte fluxo (ver Figura 27):

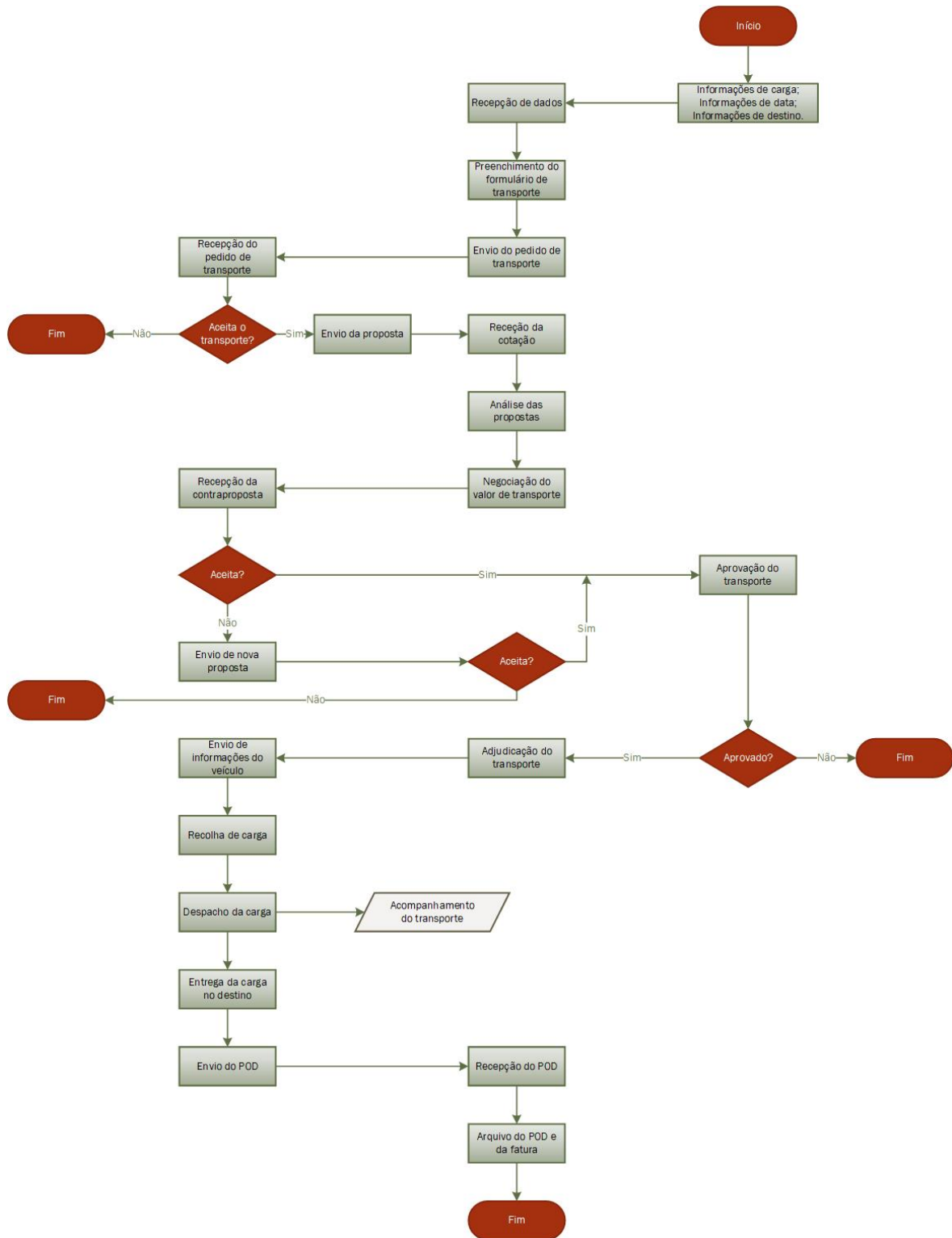


Figura 27. Processo de pedido de cotação

3.3.4 FASES DE DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO

No que respeita à elaboração do protótipo da aplicação, foram seguidas as seguintes etapas até ao protótipo final (ver Figura 28).

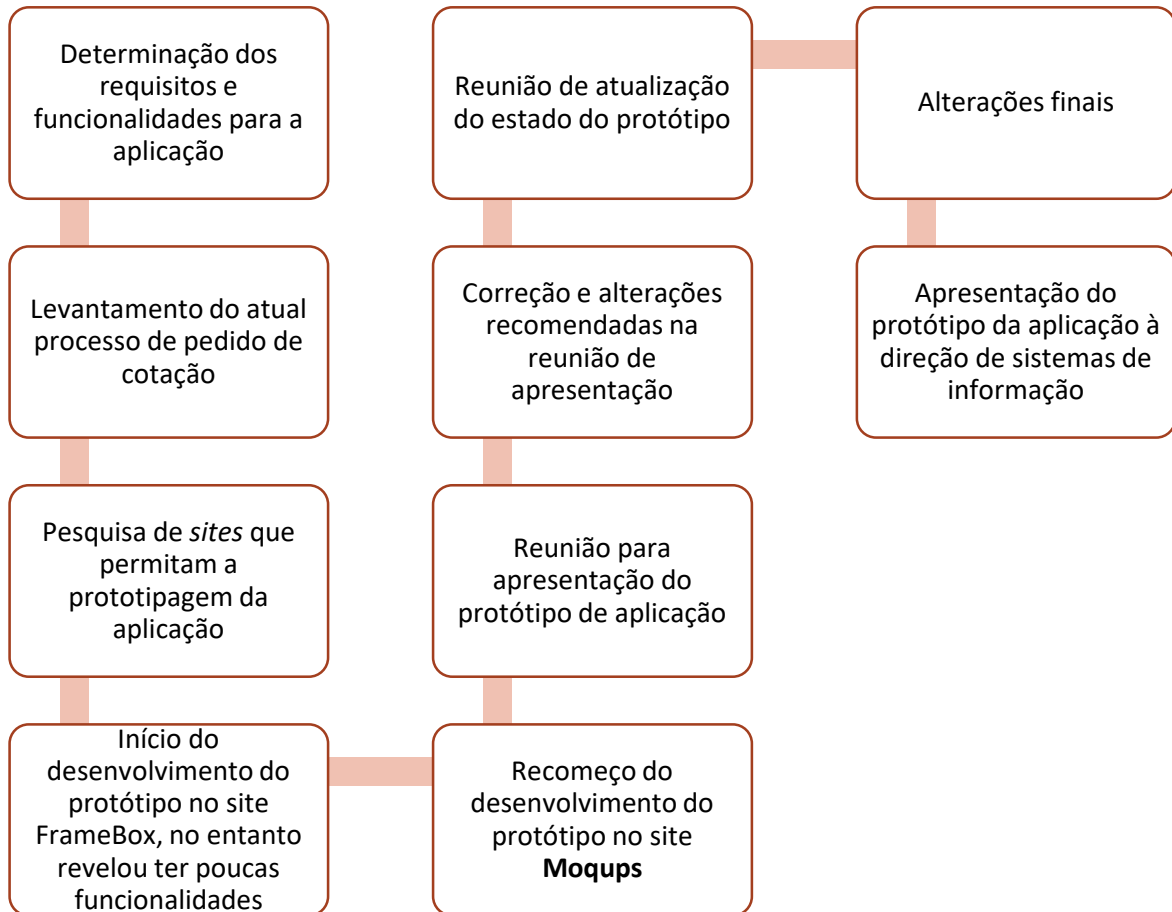


Figura 28. Fases de desenvolvimento do protótipo de aplicação

A elaboração deste protótipo para a aplicação de gestão de transportes tem como objetivos a partilha do conceito com a equipa envolvida, ou seja, demonstrar exatamente o que se quer e como se quer a aplicação.

Além disso, permite economizar dinheiro e tempo ao mostrar à equipa de informática um protótipo de aplicação *ready-to-code* (pronta a programar) e ainda economizar tempo ao nível de design da aplicação, sendo que na altura de programar, as questões estéticas estão já resolvidas.

De uma forma geral, as variáveis de entrada são aquelas que de forma independente estimulam o sistema, induzindo-lhe alterações. Assim, de forma a “gerar” um pedido de transporte, são introduzidas essas mesmas variáveis, cada uma com informações diferentes. Podem-se visualizar na Tabela 11 a descrição detalhada de cada uma.

Tabela 11. Variáveis de entrada para o formulário de pedido de transporte

Variáveis de entrada	Descrição
Tipo de Serviço	É definido se o transporte que irá ser efetuado será importação, exportação ou nacional.
Modo de transporte	É determinado se se trata de transporte marítimo, rodoviário ou aéreo, e ainda se se trata de transporte dedicado, grupagem ou caminhão completo.
Número de descargas	No caso de se pretender que o veículo faça mais do que uma entrega ou recolha, serão colocadas neste campo o número.
Ordem de descargas	Havendo diversas recolhas ou descargas no campo “Número de descargas”, será colocada a ordem de descarga e carga pretendida.
Número de cliente e ponto de envio	É identificado o número de cliente e o respetivo ponto de envio.
Nome de Cliente	Colocado o número do cliente, de forma automática, é preenchido o campo com o nome do cliente.
Data de Recolha	É definido o dia para recolha da carga.
Data de Entrega	É definido o dia para entrega da carga.
Horário de entrega	É identificada a janela horária de entrega.
Local de descarga	É identificada a morada de entrega.
Tipo de transporte	É definida a prioridade do pedido: normal ou urgente.
Responsabilidade do transporte	Nos campos disponíveis, assinala-se o responsável pelo pagamento de transporte: Ficosa ou cliente/fornecedor.
Código do projeto	É identificado o projeto das referências enviadas.
Referência dos produtos	São identificados os produtos pela sua referência.
Número de volumes	Quantidade de paletes ou caixas enviadas.
Medidas	Dimensões das paletes enviadas.
Peso por paleta	Peso em kg por paleta.
Sobreponibilidade	Quantidade de paletes que se podem sobrepor.
Nome do requerente	Identificação do colaborador que pede transporte.
Departamento a que o requerente pertence	Identificação do departamento do colaborador que efetuou o pedido de transporte.
Transportadores a enviar o pedido de cotação	Da lista dos fornecedores de transporte, são selecionados aqueles que se pretende enviar pedido.
Observações	Para o transportador: neste campo, acrescentar informações adicionais que sejam relevantes para o transportador, relativos ao pedido de transporte; Internas: campo para informações adicionais ao pedido de transporte.

Relativamente ao fluxo de informação decorrente de um pedido de encomenda realizado pelo cliente, surge o diagrama representado na Figura 29, que explica de que

forma as informações são passadas entre departamentos e colaboradores externos (cliente, fornecedor e transportador).

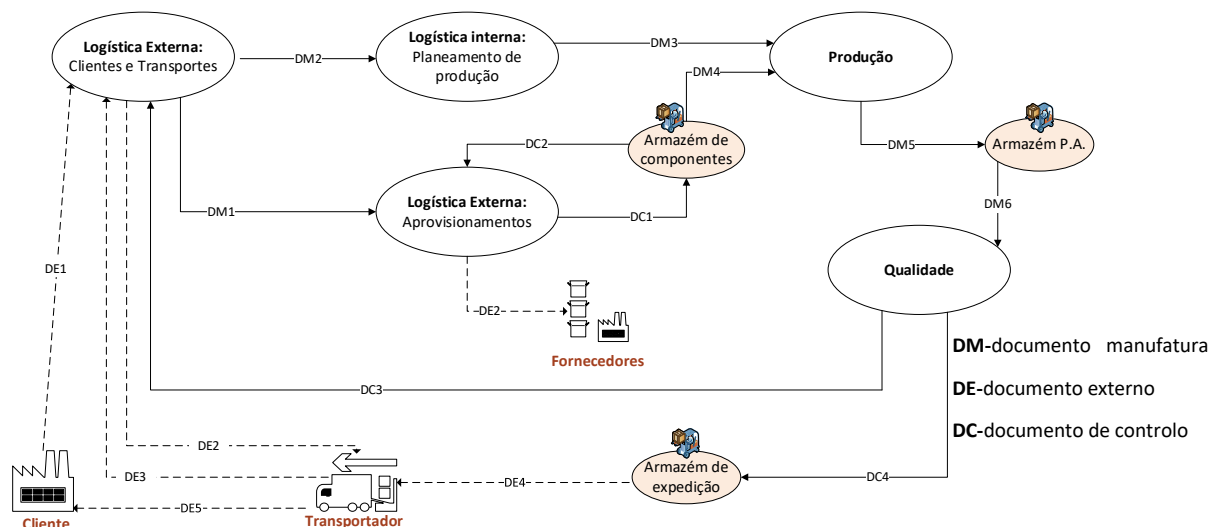


Figura 29. Fluxo de informação relativo ao pedido de encomenda

Como se pode verificar pela análise do diagrama, o início do processo começa com o pedido enviado pelo cliente e termina com a expedição do pedido realizado pelo transportador. Além disso, é possível verificar os documentos que fluem com as informações. A descrição de cada um deles está presente na Tabela 12.

Tabela 12. Descrição dos documentos envolvidos no fluxo de informação

Documentos	Descrição
DE1	Visa transmitir a informação de pedido de encomenda
DE2	Consiste no envio de informações para pedir cotação de transporte, como número de paletes, destino de entrega e dimensões e peso de paletes
DE3	Consiste no envio de cotações para o envio de carga
DE4	Visa informar a disponibilidade de recolha da carga, bem como documentos de transporte (guias de transporte)
DE5	Visa informar a constituição da carga (guias de transporte)
DM1	Envio dos pedidos efetuados pelos clientes para a logística externa
DM2	Envio dos pedidos efetuados pelos clientes para a logística interna
DM3	Envio do plano de produção
DM4	Envio das informações das quantidades de materiais
DM5	Relatório das produções
DM6	Informações dos pedidos produzidos
DC1	Informações sobre as quantidades necessárias para as ordens de produção geradas
DC2	Informações sobre as quantidades existentes dos materiais
DC3	Validação dos produtos
DC4	Envio dos produtos aprovados pela qualidade

3.3.5 APRESENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Considerando todos os requisitos e funcionalidades pretendidas para a aplicação de gestão de transportes, procedeu-se ao desenvolvimento do protótipo para a aplicação de transportes.

Assim sendo, o primeiro menu que aparecerá na abertura da mesma, será o menu de *Login* representado na Figura 30. O *username*, bem como a *password*, serão as mesmas que o utilizador já tem para outras aplicações da empresa.

Figura 30. Menu de *Login*

De seguida, surge o menu com as possíveis opções, destacando-se o pedido de transporte, o estado do pedido, a aprovação dos transportes, a consulta dos pedidos e, por fim, o arquivo (Figura 31).

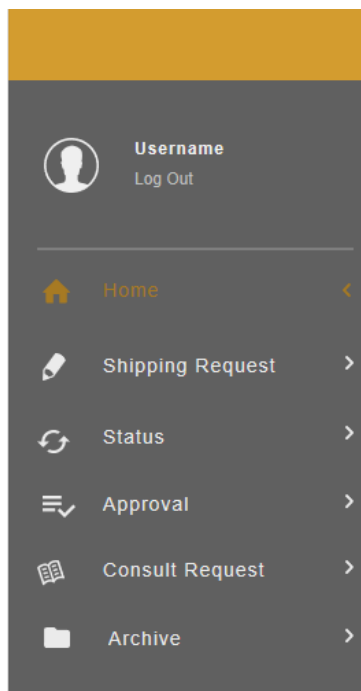


Figura 31. Barra de menu da aplicação

Caso o utilizador pretenda realizar um pedido de cotação para o transporte, basta seleccionar o ponto de menu denominado “Shipping Request”.

Username
Log Out

Home >

Shipping Request <

Status >

Approval >

Consult Request >

Archive >

Transport Details

Request Number **00001** Request Date

Service Type

Transport Mode

Dedicated

Nr. of unloads

Unloads Sequence
1
2
3
4

Shipping Details

Transport to Client Supplier

Client Number

Collection Date

Delivery Date Schedule

Delivery Address

+ Add Client

Cargo Details

Transport Type Normal Urgent

Transport Liability

Project

Reference

Volume Number

Dimensions (LxWxH)

Weight per pallet

Stackability No Yes Levels

+ Add

Request Details

Applicant Name

Department

Carriers

Send Quotation to:

Agility Logistics Grupolis

All Ways Cargo Lusocargo

DSV Rhenus

Garland Torres Tir

GEFCO

Comments

For the carrier:

Internal:

Figura 32. Formulário de pedido de transporte para clientes

Dependendo se o transporte é para um cliente ou de um fornecedor, os pontos abertos no formulário serão diferentes. Na Figura 32 consta o exemplo relativo ao transporte para clientes. No entanto, tratando-se de fornecedores, o tópico “*Shipping Details*” altera, aparecendo como demonstrado na Figura 33.

Shipping Details

Transport to Client Supplier

Supplier Number

Supplier Nr Supplier Name

Collection Date Schedule

Delivery Date Schedule

Collection Address

Delivery Address

Figura 33. “*Shipping Details*” do formulário de pedido de transporte para fornecedores

Depois de efetuado um pedido de transporte, o mesmo fica pendente, uma vez que fica a aguardar propostas de cotação dos transportadores selecionados (ver Figura 34). Durante este período, é possível consultar os pedidos e o seu estado, sendo que pode apresentar cinco estados diferentes (ver descrição na Tabela 13).

Order Nr	Request Date	Request Status	Name	Collection Date	Shipment Date	Delivery Date	Approval
0001	26 April, 2019	Approved	XXXXXXXX	26 April, 2019	26 April, 2019	29 April, 2019	<input checked="" type="checkbox"/>
0002	26 April, 2019	Waiting Approval	YYYYYY	26 April, 2019	26 April, 2019	29 April, 2019	<input type="checkbox"/>
0003	26 April, 2019	Analyse Proposals	ZZZZZZ	26 April, 2019	26 April, 2019	29 April, 2019	<input type="checkbox"/>
0004	26 April, 2019	Waiting Quotation	KKKKKK	27 April, 2019	27 April, 2019	2 May, 2019	<input type="checkbox"/>
0005	26 April, 2019	Analyse Requests	LLLLLLLL	27 April, 2019	27 April, 2019	2 May, 2019	<input type="checkbox"/>

Figura 34. Estado dos pedidos de transporte

Neste ponto do menu, os dados inseridos no pedido de transporte são colocados de forma a ter uma visão geral dos pedidos já efetuados. Além disso, serão eliminados os pedidos que estejam na plataforma há mais de 48 h.

Tabela 13. Descrição do estado dos pedidos

Estado do Pedido	Descrição
Analisar Pedidos	O requerente do transporte fez o pedido de transporte e o mesmo foi para análise para o departamento de logística/responsável dos transportes;
Aguardar Cotação	O pedido foi enviado, mas ainda não há respostas sobre cotações;
Analisar Propostas	Já existem respostas e estão a ser analisadas ou negociadas;
Aguardar Aprovação	Já está selecionado o transportador/custo para o transporte, apenas falta a aprovação por parte dos responsáveis;
Adjudicado	Transporte já aprovado e, por consequência, adjudicado.

Outro requisito definido foi a aprovação dos transportes ser feita diretamente na plataforma e, assim sendo, foi criado o ponto de menu “*Approval*”, que permite o acesso aos intervenientes dos dados de transporte e à sua imediata aprovação ou rejeição (ver a Figura 35).

Order Nr	Request Date	Priority	Project Code	Client	Expected Cost	Collection Date	Department	Approval			
								Supply Chain Manager	Production Manager	Production Planner	Plant Manager
001	22 April, 2019	Normal	XXXXXXXX	XXXX	xxx€	29 de April, 2019	Supply Chain	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
002	22 April, 2019	Urgent	YYYYYYY	YYYY	yyy€	29 de April, 2019	Quality	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
003	26 April, 2019	Urgent	ZZZZZZ	ZZZZ	zzz€	24 de April, 2019	Purchase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
004	26 April, 2019	Urgent	XXXXXXXX	XXXX	xxx€	24 de April, 2019	Maintenance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
005	26 April, 2019	Normal	ZZZZZZ	ZZZZ	zzz€	24 de April, 2019	Engineering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
006	26 April, 2019	Normal	WWWWW	WWW	www€	24 de April, 2019	Project Management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
007	26 April, 2019	Urgent	JJJJJJ	JJJJ	jjj€	24 de April, 2019	Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 35. Ponto do menu relativo à aprovação de transportes

Tendo o transporte aprovado pelas pessoas competentes, o mesmo é adjudicado ao transportador, seguindo para a recolha da carga e, por fim, expedição.

Durante o tempo de trânsito, pretende-se ter informação atualizada dos pedidos de transporte, assim surge o ponto de menu “*Consult Request*” (ver Figura 36). Aqui são registadas as informações relativas ao motorista, bem como a matrícula do veículo e o número de seguimento. Além disso, também é monitorizado o transporte, de forma a ter logo a perceção de se o mesmo se vai atrasar na chegada ao cliente, e assim resolver de uma maneira rápida algum problema que surja.

Order Nr	Request Date	Priority	Carrier	Adjudicated Cost	Shippment Date	Delivery Date	Plate Number	Driver Data	Tracking Number	Delivery Status	On time?
0004	22 April, 2019	Normal	Rhenus	xxx€	29 de April, 2019	6 May, 2019	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	In Transit	
0003	22 April, 2019	Urgent	Gefto	yyy€	29 de April, 2019	3 May, 2019	YYYYYYYY	YYYYYYYY	XXXXXXXXXX	Delayed	
0002	26 April, 2019	Urgent	Gefto	zzz€	24 de April, 2019	26 April, 2019	ZZZZZZZZ	ZZZZZZZZ	XXXXXXXXXX	Delivered	Yes
0001	18 April, 2019	Normal	Gefto	www€	22 de April, 2019	26 April, 2019	88888888	88888888	XXXXXXXXXX	Delivered	No

Figura 36. Consulta de pedidos de transporte

O estado de entrega pode então apresentar três opções distintas, sendo que as mesmas estão descritas na Tabela 14.

Tabela 14. Descrição dos estados de entrega

Estado de Entrega	Descrição
Em trânsito	O transporte está a decorrer como previsto, nos tempos programados;
Atrasado	O transporte está atrasado relativamente aos prazos de entrega combinados previamente;
Entregue	Mercadoria entregue no destino.

Para análise futura surge, uma aba denominada “On time?”, que permitirá identificar os transportadores que cumprem com os prazos acordados, e aqueles que são mais problemáticos.

Por fim, na Figura 37 surge o ponto do menu relativo ao arquivo, ou seja, os pedidos de transporte efetuados são colocados nesta página e, de seguida, os documentos associados ao mesmo são anexados para futura consulta. Esses documentos são então a fatura e o POD (*Proof of delivery*).

Order Nr	Request Date	Priority	Carrier	Shipment Date	Delivery Date	Plate Number	Adjudicated Cost	Invoiced Cost	Invoice	POD
0001	22 April, 2019	Normal	Rhenus	29 de April, 2019	6 May, 2019	XXXXXXXX	xxx €	xxx€	✓	XXXXXX
0002	22 April, 2019	Normal	Rhenus	29 de April, 2019	6 May, 2019	YYYYYY	yyy€	yyy€	!	YYYYY
0003	22 April, 2019	Normal	Rhenus	29 de April, 2019	6 May, 2019	ZZZZZZ	zzz€	zzz€	✗	ZZZZZ

Figura 37. Arquivo dos pedidos de transporte adjudicados

Outra funcionalidade deste ponto é fazer o comparativo de preços entre o preço adjudicado e o preço faturado, pois em certos casos existem discrepâncias entre os mesmos. Para simplificar esta comparação, surgem três ícones visuais cuja descrição é apresentada na Figura 38.

- ✓ Custo adjudicado = Custo Faturado
- ! Custo adjudicado ≠ em 10% ao Custo Faturado
- ✗ Custo adjudicado ≠ em +10% ao Custo Faturado (diferença + significativa)

Figura 38. Legenda dos ícones visuais do ponto do menu “Arquivo” dos pedidos de transporte adjudicados

3.3.6 GANHOS COM A APLICAÇÃO

O desenvolvimento da aplicação para gestão de transportes permite identificar os potenciais ganhos no departamento da logística externa, como se comprova na Figura 39.

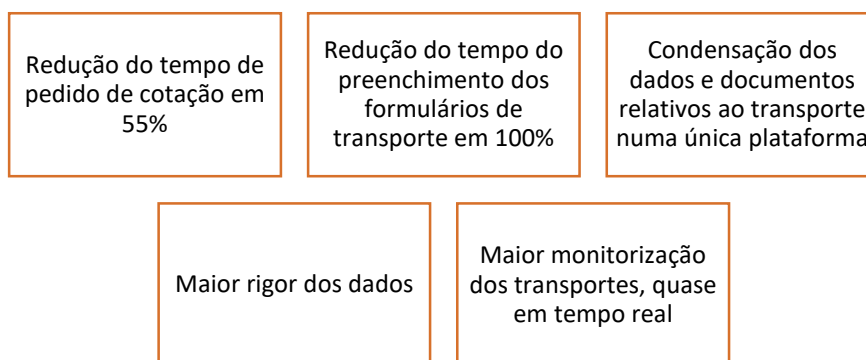


Figura 39. Ganhos com a aplicação

Relativamente à redução do tempo de pedido de cotação, destaca-se a simulação realizada com 100 amostras (disponível no ANEXO 6 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIO DE PEDIDO DE TRANSPORTE IMPLEMENTANDO A APLICAÇÃO DE GESTÃO DE TRANSPORTES), que demonstra um decréscimo em 55%, uma vez que em média o tempo despendido sem o recurso à aplicação é de um minuto e trinta e quatro segundos, passando a ser apenas quarenta e dois segundos.

No que respeita aos formulários de aprovação de pedido de transporte, com a implementação da aplicação deixa de ser necessário o preenchimento do documento de aprovação, já que passa a ser realizado de forma automática, como foi demonstrado anteriormente na Figura 35, passando a uma melhoria em termos de tempo despendido de 100%. De outra maneira, diariamente, o responsável pelos transportes obterá uma poupança de cerca de quarenta e cinco minutos, pelo que poderá direcionar este tempo para a realização de outras tarefas.

3.4 ANÁLISE DOS TRANSPORTES URGENTES

Atrasos na produção, erros de planeamento, falta de materiais e avarias nas linhas são as causas mais frequentes que levam à necessidade de organizar um transporte para que o material chegue no prazo que o cliente necessita.

O excesso de transportes urgentes levou então à necessidade de um estudo mais intensivo, de forma a identificar as famílias de produtos, bem como, posteriormente, as causas raiz que levaram a esse mesmo gasto, de forma a reduzir estes custos excessivos.

Para este estudo foi utilizada a metodologia representada na Figura 40.

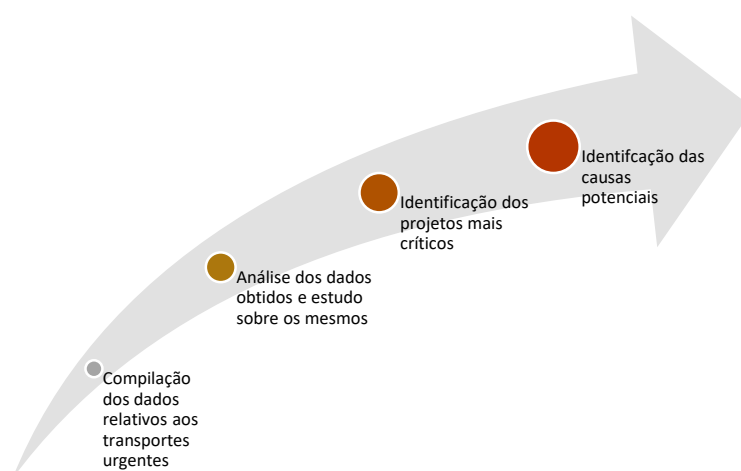


Figura 40. Metodologia de análise dos transportes urgentes

3.4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS TRANSPORTES URGENTES

Numa primeira fase, foi realizada uma compilação dos dados/registos dos transportes urgentes no período compreendido entre janeiro de 2018 e maio de 2019.

Analisando os dados do período em estudo, retiraram-se conclusões relativas aos custos de transportes urgentes, bem como os mais críticos. Assim, a partir da Tabela 15 pode-se concluir que nos cinco meses de 2019, os custos em transportes urgentes são superiores aos custos de 2018. Relativamente aos mais críticos, verifica-se que dois dos projetos de 2018 continuam a ser os causadores de grandes custos em TU.

Tabela 15. Análise de transportes urgentes em diferentes períodos

	Jan a Dez 2018	Jan a Mai 2019
Custos totais em TU	340 359€	178 906 €
Projetos mais críticos	KIEV408XL1 23XC519XL1 41XRG3XXL1 23XX520XL1 KIEB479EL1	23XC519XL1 23XIBKXXT1 KIEV408XL1 JCIC1YXXSC 88X139XXL1
Percentagem de custos	35.7%	39.4%

No que respeita aos envios urgentes, geograficamente destacam-se a República Checa, seguida da Alemanha, como as duas “moradas” de destino que geram mais custos em transportes urgentes. No entanto, como se pode ver pelo gráfico da Figura 41, países como a Itália, a Polónia e Espanha representam, individualmente, em média, custos de transporte de aproximadamente 10% dos custos totais em transportes urgentes da empresa em estudo.

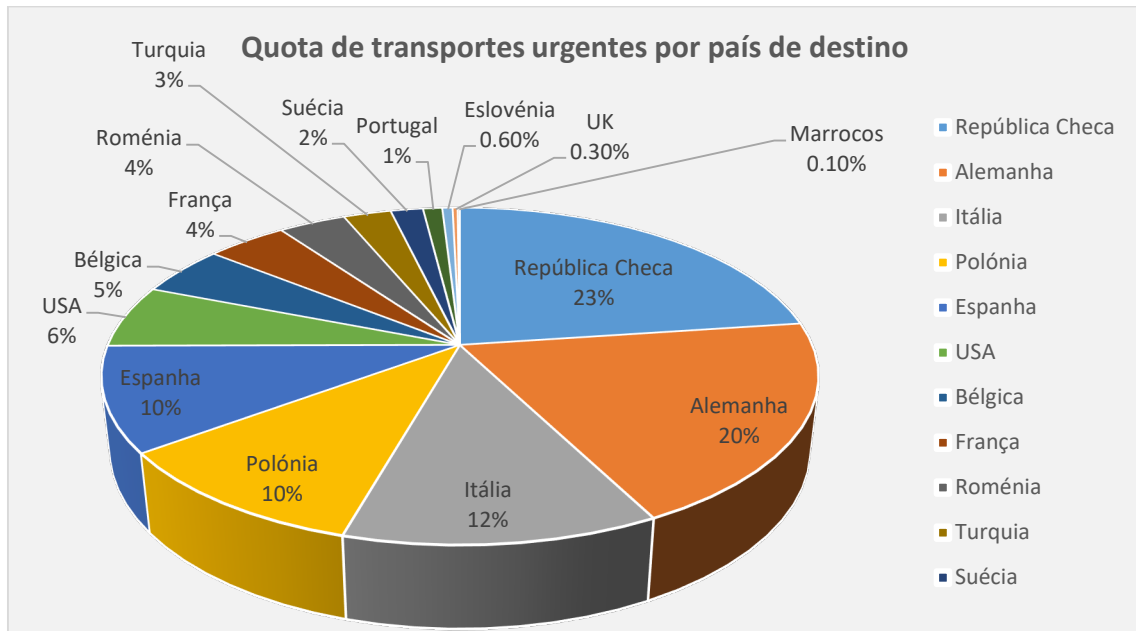


Figura 41. Quota de transportes urgentes por país de destino

Uma vez que o objetivo final é determinar as causas de transportes urgentes, determinou-se que será necessária uma análise mais detalhada, a qual incidiu no período de 2019.

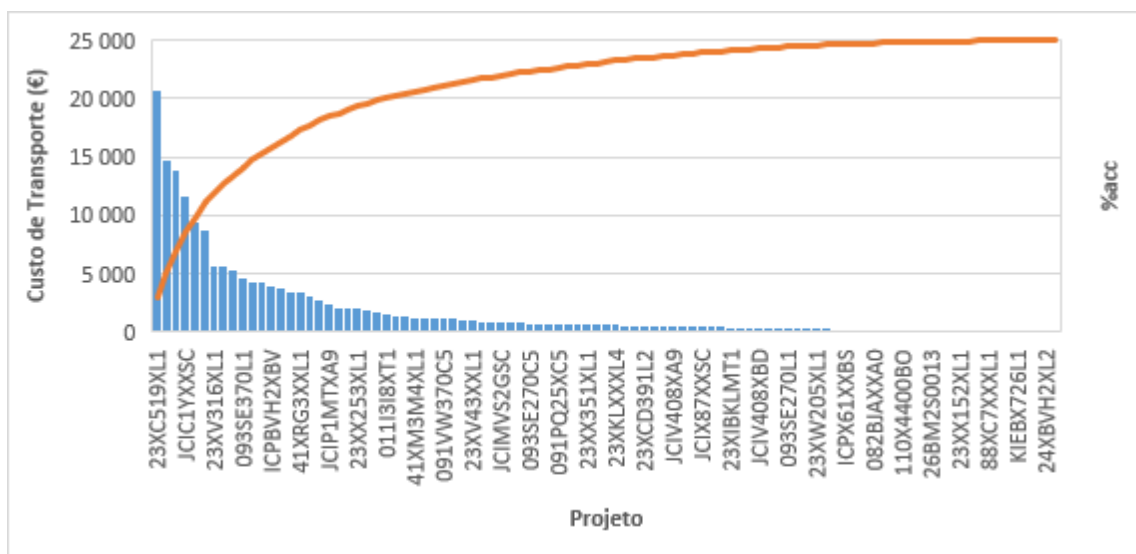


Figura 42. Diagrama de Pareto relativo aos custos de transportes urgentes no ano de 2019 por [projeto]

Como se pode verificar no diagrama da Figura 42, são diversos os projetos que levaram à realização de TU no período relativo a 2019. No entanto, no diagrama de Pareto, é visível a existência de cinco projetos mais críticos. Esses projetos são:

- 23XC519XL1;
- 23XIBKXXT1;
- KIEV408XL1;
- JCIC1YXXSC;
- 88X139XXL1.

Feita uma análise a incidir neste “Top 5” de projetos críticos, em termos de transportes urgentes, obteve-se a Tabela 16.

Tabela 16. “Top 5” de projetos críticos

Projeto	% Custos TU 2018	% Custos TU 2019	Tendência de custos	Módulo de fabrico	Máquina
23XC519XL1	11%	12%	↑	F6	Brose Exteriores Brose Interiores
23XIBKXXT1	0,06%	8%	↑	F6	IBK Linha1/2
KIEV408XL1	12%	8%	↓	F2 F3	Transit Auxiliares Transit Exteriores Transit Interiores
JCIC1YXXSC	2%	7%	↑	F4	Sobreinjecção de Plástico
88X139XXL1	2%	5%	↑	F2	Magna 139/225

Através da Tabela 16, pode-se verificar uma tendência negativa na maior parte dos projetos, e ainda no caso do projeto 23XIBKXXT1, esse aumento é bastante significativo, cerca de 8%. No entanto, a variação desses custos só é perceptível no gráfico representado na Figura 43.

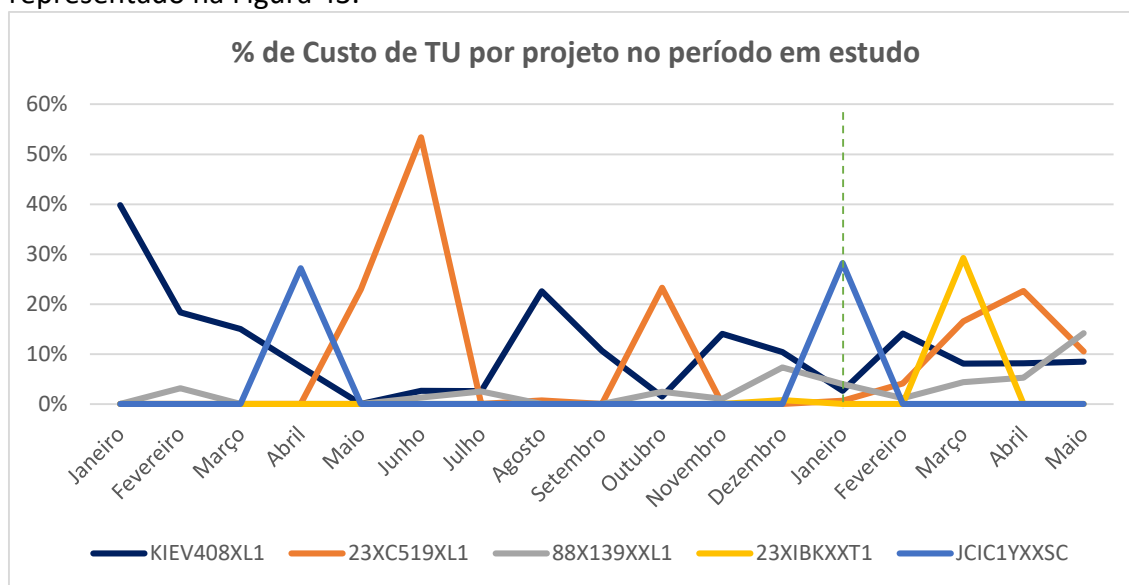


Figura 43. Percentagem de custo de TU por projeto no período em estudo

Assim sendo, pela Figura 43, verifica-se que, durante o período em análise, no projeto JCIC1YXXSC apenas existem duas situações em que houve encargos com transportes urgentes de maneira mais significativa (aproximadamente 30% do custo total em transportes em cada).

Relativamente ao projeto 23XIBKXXT1, destaca-se apenas uma situação que se deu no mês de março do corrente ano, que corresponde a 29% dos custos totais de transporte desse mesmo mês.

Realizada uma análise destes custos, verificou-se que derivaram de situações pontuais e anormais, pelo que não será feito um estudo mais profundo para determinar as suas causas-raiz.

Desta forma, no próximo subcapítulo serão abordados apenas os três projetos restantes, que dizem respeito aos 23XC519XL1 (C519), KIEV408XL1 (V408) e 88X139XXL1 (139).

3.4.2 IMPACTO DOS TRANSPORTES URGENTES

Perante a análise efetuada, é possível ter uma visão global do impacto dos transportes urgentes no custo total de transportes da empresa. Assim sendo, segundo o gráfico representado na Figura 44, verifica-se que um terço dos custos se deve aos transportes urgentes.

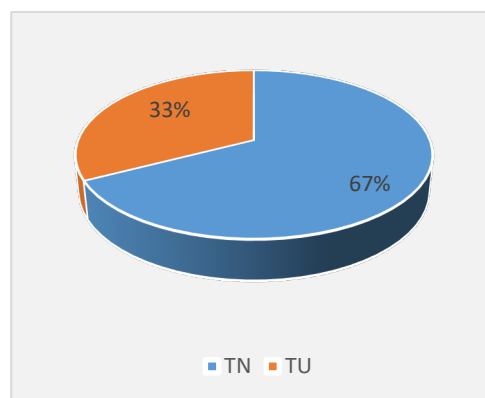


Figura 44. Custo de TU e custo de TN entre dezembro de 2018 e maio de 2019

De uma forma mais pormenorizada, verifica-se que os transportes urgentes de uma forma gradual têm vindo a diminuir ao longo dos meses, no entanto, ainda representam em comparação com os transportes normais, cerca de um quarto dos custos totais.

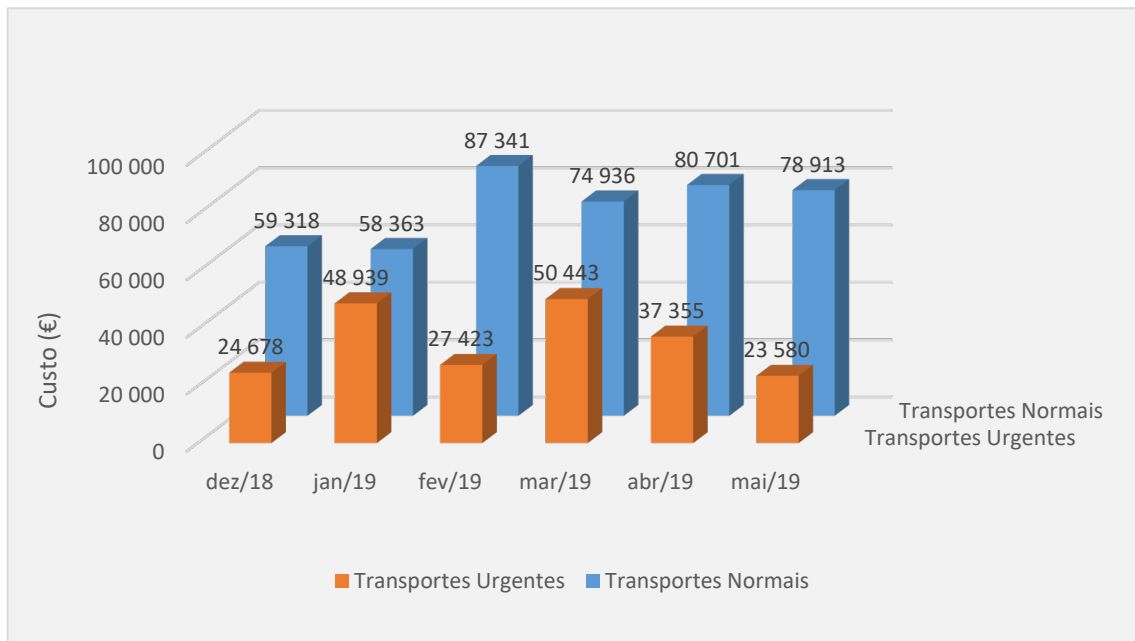


Figura 45. Custo detalhado TU e TN

3.4.3 ANÁLISE DAS CAUSAS E AÇÕES DE MELHORIA

Como em qualquer tentativa de resolução de problemas, a opção mais óbvia passa por identificar as causas de porque é que acontece esse problema.

Desta forma, torna-se importante identificar os projetos onde os transportes urgentes representam um maior custo e assim, como se verificou anteriormente, o foco passa pela análise dos projetos V408, 139 e C519.

Assim sendo, de forma a atingir a causa raiz ou as causas raiz do problema assinalado, seguiu-se a metodologia representada na Figura 46.

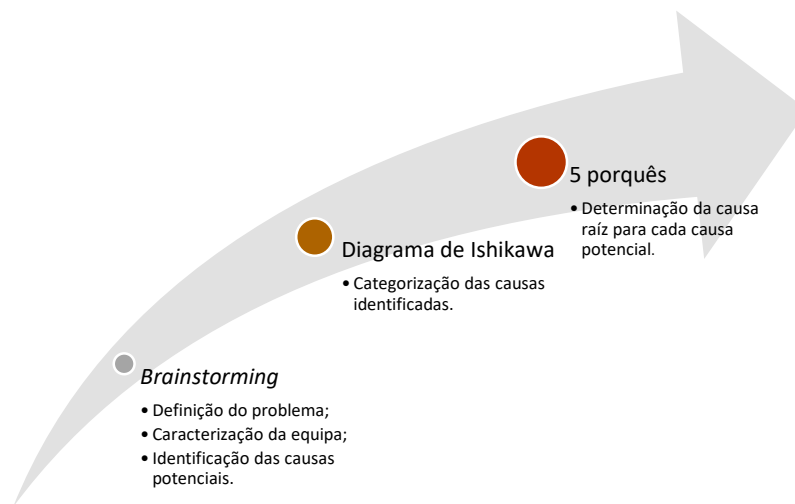


Figura 46. Metodologia para determinação das causas-raiz

De forma a identificar as causas potenciais que levam aos transportes urgentes, realizou-se uma sessão de *brainstorming* constituída pelo seguinte grupo de pessoas:

- Coordenadora de logística externa;
- Diretor de produção *Cable Assembly Line*;
- Diretor de *Produção Cable Assembly Line / Cables Injection e Small Series*;
- Planificador F2;
- Planificador F3;
- Planificador F6.

No final da sessão, foram identificadas variadas causas potenciais, descritas de seguida:

- Paragens nas linhas;
- Problemas nos moldes;
- Sem equipas nas linhas;
- Falta de pessoas com formação;
- Rejeição do material devido a problemas de qualidade;
- Pedidos de clientes que excediam as previsões;
- Pedidos com quantidades muito pequenas;
- Sem capacidade de produzir arame;
- Constantes *setups* nas máquinas de dobrar arame;

- Movimentações indevidas das equipas;
- Linha trabalha apenas a dois turnos;
- Incidências com a máquina de etiquetas;
- Perda de produtividade;
- Falta de gestão da planificação de pessoas;
- Máquinas com muitas folgas;
- Perda de tempo em *setups*;
- Problemas na injeção de Zamak;
- *Output* muito baixo.

Após esta sessão de *brainstorming*, conclui-se que grande parte dos motivos que levam aos transportes urgentes é relativo aos atrasos de produção (cerca de 95%). No entanto, verificam-se também alguns problemas de armazém, que levam a recorrer a este tipo de transporte, bem como problemas de qualidade e de falta de material. Sendo tão significativo o impacto dos atrasos de produção nos transportes urgentes, serão eles alvo de uma análise mais profunda.

3.4.3.1 Projeto V408

Das causas potenciais identificadas, foram selecionadas aquelas que efetivamente têm representatividade nos custos em transportes urgentes do projeto V408, as quais estão apresentadas no diagrama de Ishikawa da Figura 47.

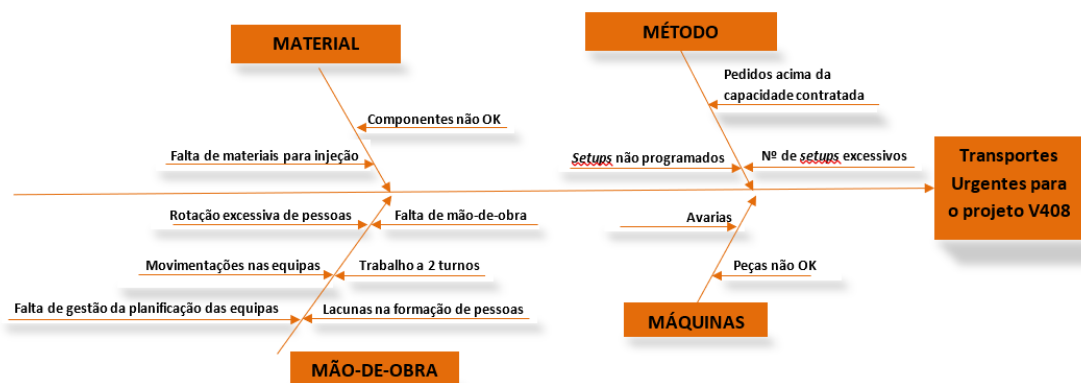


Figura 47. Diagrama de Ishikawa sobre as causas para transportes urgentes no projeto V408

Após a categorização das causas, surgiu a necessidade de avaliar de uma forma mais profunda a causa-raiz do problema. Para tal, foi utilizada a ferramenta dos cinco porquês. Na Figura 48 pode-se verificar que a causa-raiz associada ao elevado número de *setups* é devido a não estarem negociados tamanhos de lote e, por isso, cada cliente faz pedidos de poucas quantidades, tornando necessário fazer *setup* para mudar de referência.

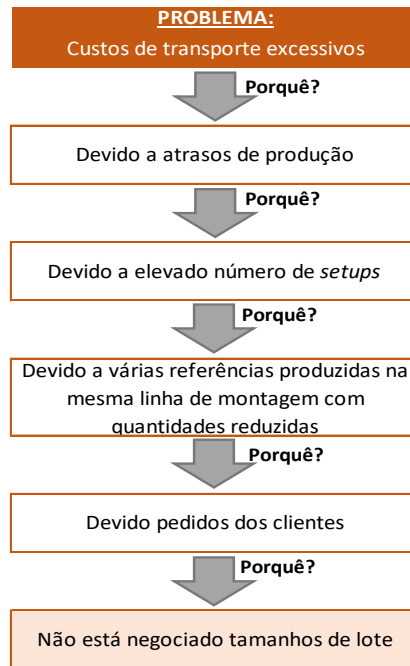


Figura 48. Análise dos cinco porquês para a causa “elevado número de setups” no projeto V408

Para esta causa, foi definida uma ação que implica a realização de um estudo para determinar tamanhos de lote e negociar com o cliente, de forma a reduzir o número de *setups*.

Relativamente às paragens de linha, constata-se na Figura 49 que os equipamentos apresentavam fraca fiabilidade, levando a constantes avarias e, por consequência, a causa-raiz identificada foi o facto do conceito da linha de produção não ser fiável.

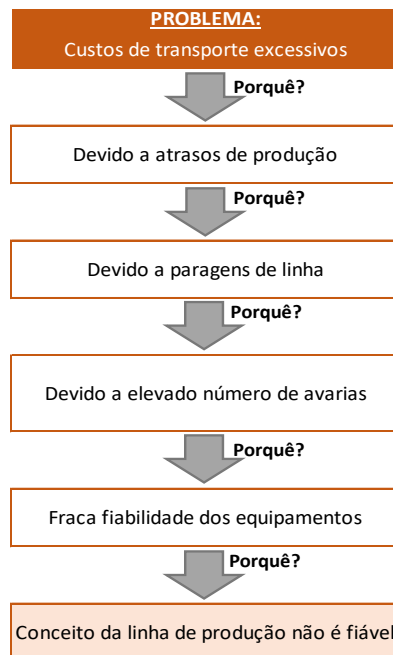


Figura 49. Análise dos cinco porquês para a causa “paragens de linha” no projeto V408

Para a causa identificada (conceito de linha de produção não é fiável), sugere-se como ação a melhoria da fiabilidade do equipamento aplicando o conceito DfM (*Design for Manufacturability*), ou seja, projetar o produto de forma a ser mais fácil a sua fabricação. No que respeita à falta de materiais, foram identificadas as duas falhas mais críticas: na Figura 50a) identificou-se a falta de capacidade de produção de espiral, uma vez que houveram aumentos nos pedidos de clientes e, por isso, os equipamentos atingiram a sua capacidade máxima de produção e, desta forma, não se conseguiu atingir a quantidade de espirais necessárias. Na Figura 50b) constatou-se a falta de espiral injetada, tendo como causa-raiz do problema a falta de qualidade apresentada pelo fornecedor.

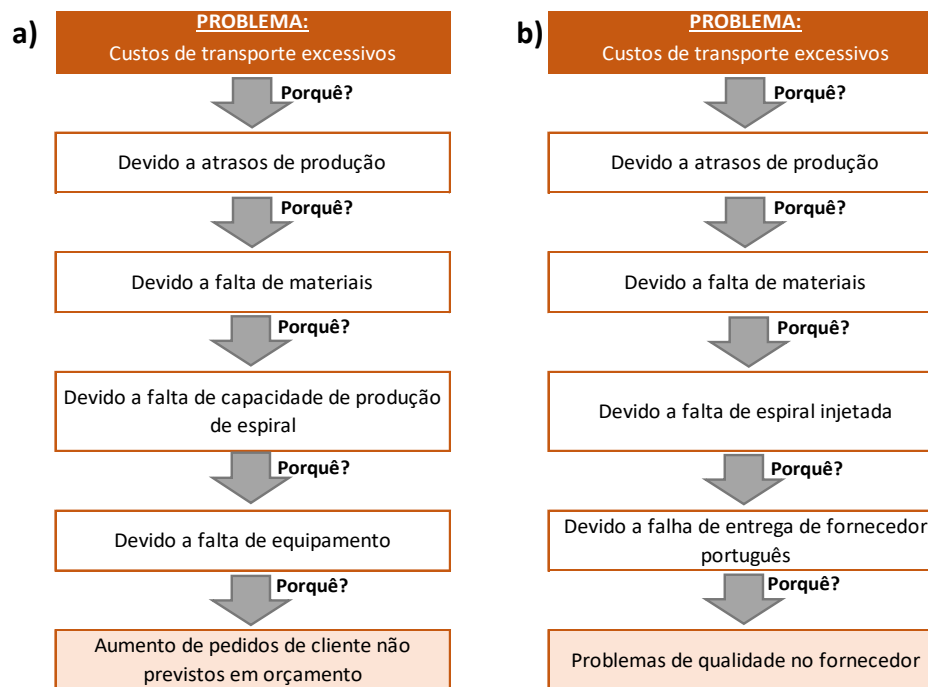


Figura 50. Análise dos cinco porquês para a causa “falta de materiais” no projeto V408

Para a causa-raiz identificada na Figura 50a), foram definidas três ações, sendo que a primeira passa por trazer o equipamento do fornecedor “planetária” para a FicoCables, e passar a produzir na fábrica. A segunda ação passa por comprar uma extrusora PA6 (Poliamida 6) e, por fim, comprar espiral a um fornecedor chinês.

No caso da ação para a causa-raiz identificada na Figura 50b), surge a ação de realização de um plano específico de injeção de plástico, para uma melhoria de *output* e qualidade, assim como a transição para as *Babyplast*, um novo tipo de máquina de injeção que permite uma maior eficiência dos materiais, havendo menos desperdício.

Por fim, outra causa com impacto significativo é a falta de mão de obra, uma vez que a taxa de absentismo em certos dias chega a atingir os 7% e, desta forma, não se reúnem condições para atingir os níveis de produtividade estabelecidos. Na Figura 51 pode-se verificar essa análise.

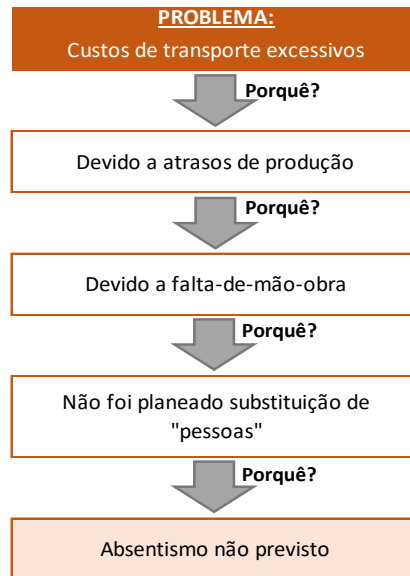


Figura 51. Análise dos cinco porquês para a causa “falta de mão-de-obra” no projeto V408

Analisando a causa-raiz, verifica-se que por haver faltas imprevistas dos colaboradores de produção (absentismo), ocorrem quebras de fabrico e, por consequência, movimentação de colaboradores entre postos de trabalho para colmatar essas faltas, provocando uma diminuição de produtividade. Assim sendo, foi definida uma ação que tem como objetivo de recrutar colaboradores até atingir uma percentagem média de absentismo de 2%.

3.4.3.2 Projeto C519

O projeto C519 diz respeito a um novo projeto na empresa, pelo que alguns dos problemas identificados se devem a esse facto. No entanto, no *brainstorming* foram assinaladas algumas das causas potenciais que levam a recorrer a transportes urgentes. No diagrama de Ishikawa representado na Figura 52, identificaram-se aquelas que têm um maior impacto.

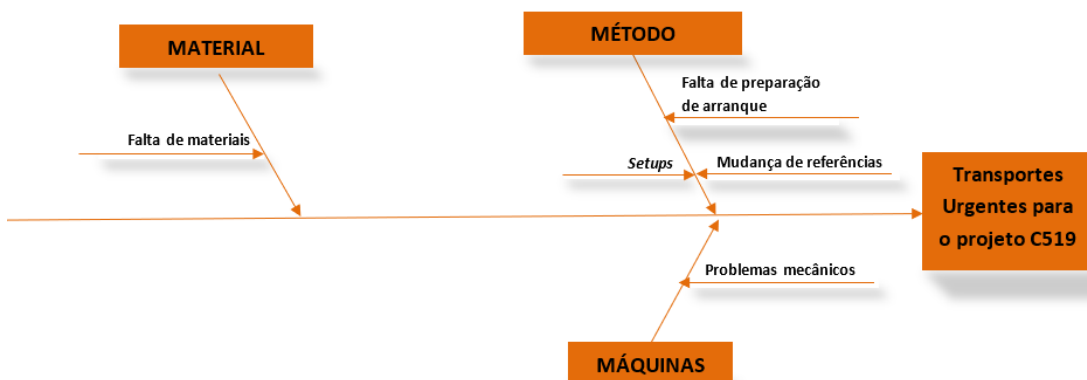


Figura 52. Diagrama de Ishikawa sobre as causas para transportes urgentes no projeto C519

Passando para a ferramenta dos cinco porquês, destaca-se a análise para as causas que, segundo os intervenientes mais próximos do processo, são consideradas como as mais críticas, nomeadamente, a falta de preparação de arranque, problemas técnicos no processo e, por fim, a falta de materiais.

Assim sendo, na Figura 53, no que respeita à causa identificada como falta de preparação de arranque, conclui-se que a causa-raiz se trata do acordo dos PM (*Project Manager*- gestores de projeto) com o cliente, uma vez que houve um mal entendido entre as duas partes, já que para o gestor de projeto, o técnico de clientes só devia aceitar encomendas fechadas e não os programas EDI (*Electronic Data Interchange*) do cliente. Assim sendo, a empresa foi rejeitando esses pedidos e foram ficando acumulados no sistema e, quando se esclareceu a situação, já existiam muitos pedidos em atraso.

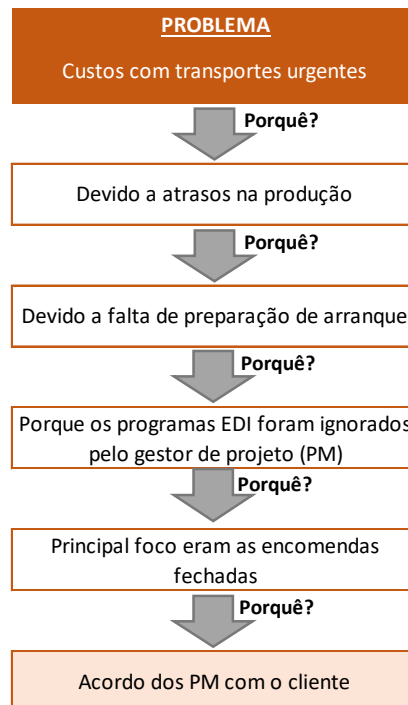


Figura 53. Análise dos cinco porquês para a causa “acordo dos PM com o cliente” no projeto C519

A ação aplicada passou pela comunicação entre os dois PM sobre os pedidos EDI e, desta forma, a situação ficou esclarecida, passando a serem aceites os programas em EDI.

Relativamente aos problemas técnicos no processo de injeção de espiral (representado na Figura 54), concluiu-se que estes existiam devido a erros na conceção dos moldes e, por consequência, a causa-raiz devia-se ao facto de não existir experiência com estes moldes específicos, uma vez que este foi o primeiro projeto onde este tipo de máquina foi utilizado de uma forma mais intensiva.

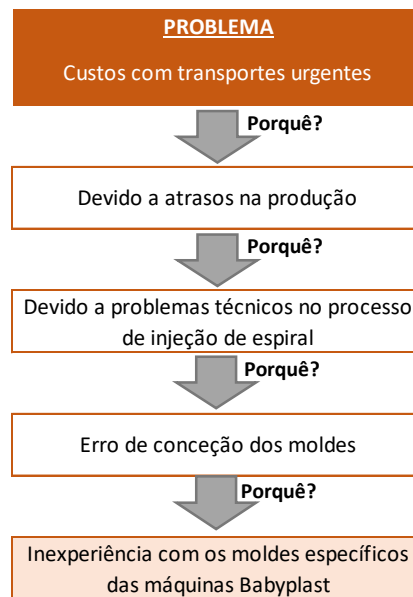


Figura 54. Análise dos cinco porquês para a causa “inexperiência com moldes específico” no projeto C519

Tendo em conta a causa-raiz encontrada, a única ação tirada passou por elaborar lições aprendidas para próximos projetos, de forma a que no futuro se minimizem, ou no melhor dos casos se evitem, estes problemas.

Por fim, fazendo a análise da causa relativa à falta de materiais e analisando a Figura 55, verifica-se que, devido ao planeamento industrial, existiram dificuldades de abastecimento das linhas, uma vez que os fluxos não estavam bem definidos devido ao projeto industrial estar em fase de arranque.

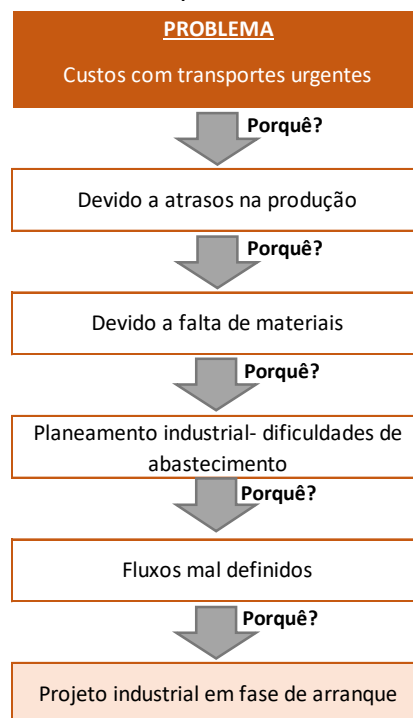


Figura 55. Análise dos cinco porquês para a causa “falta de materiais” no projeto C519

Após a identificação da causa-raiz para a falta de materiais para o projeto C519, seguiu-se uma ação, nomeadamente a elaboração de lições aprendidas relacionadas com a fase de planeamento de projetos industriais.

3.4.3.3 Projeto X139

As referências associadas a este projeto dizem respeito a cabos de porta. Nos estudos efetuados, verificam-se picos onde é necessário o recurso a transportes urgentes. De forma a identificar as causas que podem levar a esta necessidade, foi desenvolvido um diagrama de Ishikawa representado na Figura 56.

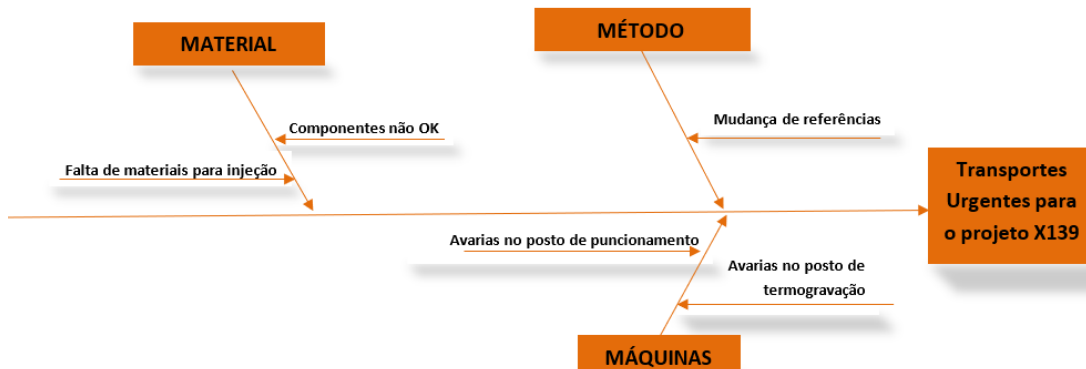


Figura 56. Diagrama de Ishikawa sobre as causas para transportes urgentes no projeto X139

Seguindo a metodologia dos projetos anteriores, segue-se a análise dos cinco porquês aplicado às causas principais do problema. Na Figura 57 são analisados os dois problemas associados à categoria “Máquinas” do diagrama de causa-efeito. Dessa forma, foram identificados problemas em dois postos referentes à produção do projeto em questão, nomeadamente no posto de punção (ver Figura 57a)) onde o material utilizado nos terminais tinha demasiada elasticidade e, devido a isso, os terminais partiam. Por outro lado, no posto de termogravação (Figura 57b)), veio-se a identificar o facto do plano de manutenção preventiva ser ineficiente, já que devido a isso, as placas e as bases de suporte apresentavam uma degradação que provocava constantes *setups* na linha.

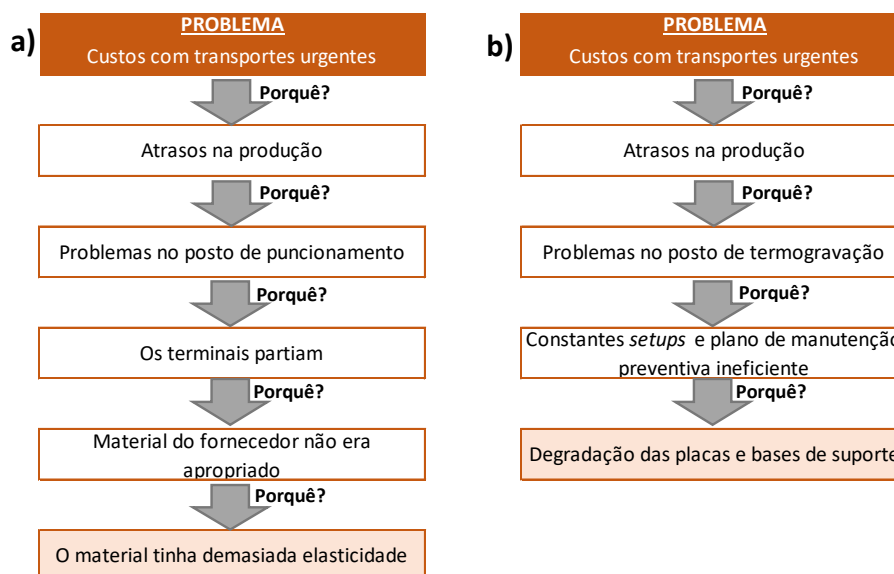


Figura 57. Análise dos cinco porquês para causa “Problemas no posto de punção e de termogravação” no projeto X139

De forma a incidir sobre as causas-raiz identificadas na Figura 57, foram sugeridas algumas ações para melhoria, nomeadamente, no posto de puncionamento sugeriu-se fazer o reporte do problema ao fornecedor e, por consequência, alteração do material utilizado. Por outro lado, no posto de termogravação, a ação passa por definir a sequência ótima de produção e revisão do plano de manutenção preventiva, uma vez que, apesar de existir este plano, não era o mais adequado.

Relativamente aos problemas de qualidade nas matérias-primas e à falta de materiais, desenvolveram-se dois quadros representados na Figura 58. Na Figura 58a) destaca-se a falta de espiral *Braided*, uma vez que houve um consumo atípico deste tipo de espiral devido à falta de planeamento para a entrada do novo projeto (SOP- *Start of Production*). Por outro lado, na Figura 58b) verificou-se que a falta de tubo exterior se deveu à parametrização incorreta das máquinas.

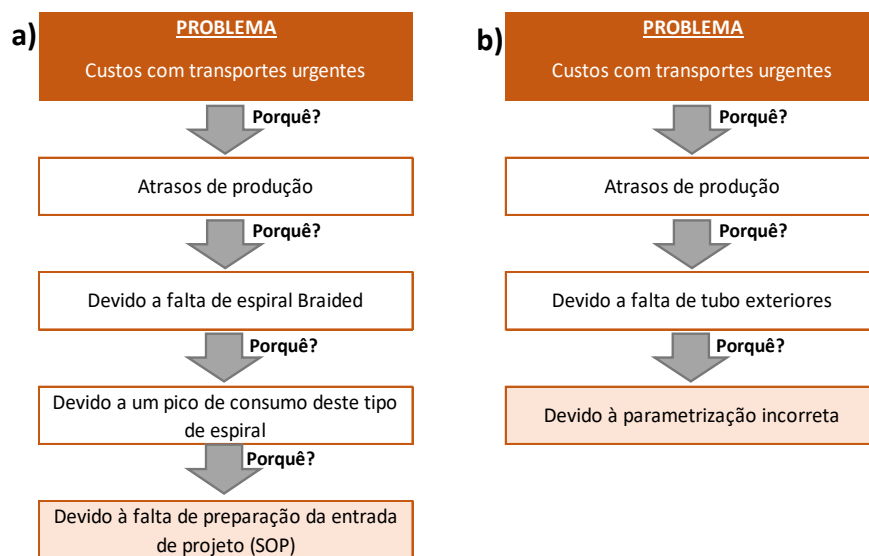


Figura 58. Análise dos cinco porquês para causa “Falta de material” no projeto X139

A partir das causas identificadas anteriormente, definiram-se duas ações de melhoria. No que respeita à falta de preparação da entrada de projeto, sugere-se a definição da sequência ótima de produção, de forma à linha em questão ter um melhor rendimento. Quanto à causa identificada para a falta de tubo exterior indica-se como ação a parametrização do sistema e ainda a criação de um lote associado ao *kanban* do equipamento de corte.

3.4.3.4 MELHORIAS OBTIDAS

Após a implementação das ações sugeridas anteriormente, verificaram-se algumas melhorias em termos dos atrasos na produção e, por consequência, a redução dos custos com transportes urgentes.

No caso do projeto V408, as mudanças que causaram um maior impacto tratam-se da vinda do equipamento "planetária" do fornecedor para a FicoCables para passar a produzir na fábrica, a compra da extrusora de PA6 e a mudança de fornecedor da compra de espiral. Desta forma, a fábrica tornou-se mais autónoma e sem depender de

terceiros no que respeita à produção de espiral para este projeto. No entanto, as outras ações ainda estão em fase de implementação, pelo que não é possível avaliar o impacto das mesmas.

Relativamente ao projeto C519, a primeira ação definida (para a causa - acordo dos PM com o cliente) tornou possível um melhor entendimento sobre como as encomendas seriam efetuadas, e permitiu a realização de um plano de recuperação que levou a uma diminuição da urgência dos transportes que, por consequência, diminuiu os custos com transportes urgentes para este cliente. Para as outras duas causas identificadas, as ações sugeridas levaram à elaboração de lições aprendidas para próximos projetos que, no futuro, permitirão uma minimização de erros cometidos no que respeita à fase de planeamento de projetos, bem como uma maior aprendizagem sobre a máquina Babyplast. Em termos concretos, não foi possível quantificar o impacto da implementação destas ações.

Por fim, no projeto X139, com a alteração do material utilizado pelo fornecedor num dos componentes que abastece, permitiu-se um maior rendimento dos mesmos e maior aproveitamento dos materiais, uma vez que deixou de haver tanto desperdício no processo de fabrico respetivo. Esta poupança, deve-se ao facto do novo material se comportar melhor no processo de injeção a ele associado. Quanto às outras ações, estão ainda em implementação pelo que não é possível apresentar resultados das mesmas.

Assim sendo, em termos gerais, como se pode comprovar no gráfico representado na Figura 59, os custos com transportes urgentes associados a estes projetos diminuiu drasticamente (cerca de 68%), sendo que dois deles no último mês de análise não apresentaram qualquer tipo de custos. Pode-se concluir, de uma forma mais específica, que os custos de transporte urgentes do projeto V408 diminuiu em 64%, do projeto C519 diminuiu em 85% e, por fim, do projeto X139 diminuiu em 33%.

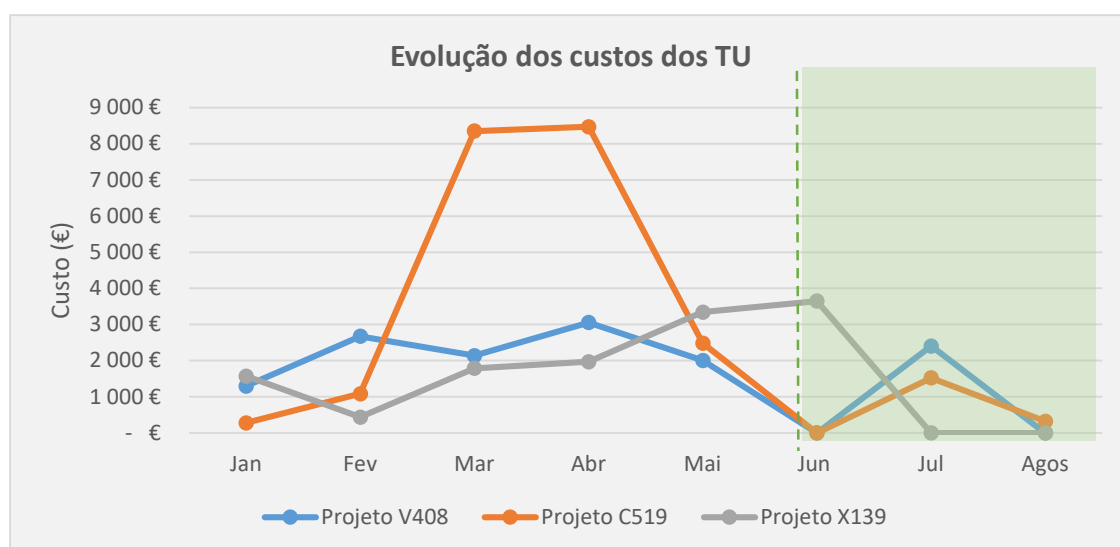


Figura 59. Evolução dos custos dos TU

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHO FUTURO

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Nesta quarta parte, serão tecidas as conclusões retiradas do trabalho realizado, bem como propostas de trabalhos futuros.

4.1 CONCLUSÕES

De acordo com os objetivos propostos para este trabalho, foi possível realizar a caracterização dos transportes normais, determinando com detalhe aqueles que não foram totalmente eficientes e, dessa forma, foi possível definir os projetos que mais falhavam em termos de unidades enviadas. Neste âmbito, foi também possível o desenvolvimento de um modelo matemático que permitiu o maior aproveitamento do espaço comprado para cada envio.

No que respeita ao processo de pedido de transporte, bem como às tarefas que se seguem neste sentido, conseguiu-se caracterizar o mesmo e, por consequência, foi possível determinar os requisitos essenciais necessários ao desenvolvimento do protótipo da aplicação de gestão de transportes. Em termos quantitativos, pode-se dizer que com a implementação desta ferramenta vai ser possível obter uma poupança de 55% no tempo de pedido de cotação de transporte, a eliminação do preenchimento dos formulários de pedido de transporte (permitindo poupar cerca de 45 minutos diariamente nesta tarefa), um maior rigor dos dados, a condensação dos dados e documentos relativos ao transporte numa única plataforma e, por fim, uma maior monitorização dos transportes. No entanto, devido a alguns constrangimentos na empresa, não foi possível o desenvolvimento da aplicação e a sua implementação, de forma a apresentar dados mais representativos das vantagens descritas.

Por fim, conseguiu-se determinar os projetos mais críticos em termos de transportes urgentes, nomeadamente os projetos V408, C519 e X139, e foi possível através de ferramentas de qualidade (*brainstorming*, diagrama de Ishikawa e cinco porquês) determinar as causas-raiz deste problema. Foram também aplicadas ações no sentido de minimizar o impacto no que respeita ao custo de transportes urgentes, no entanto, algumas ainda estão em implementação. Assim sendo, em termos de custos com transportes urgentes com estes projetos, conseguiu-se uma poupança de 68%.

4.2 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Como proposta de trabalho futuro propõe-se a melhoria dos modelos matemáticos de forma a considerar as características dos camiões utilizados.

Por outro lado, sugere-se a conclusão da aplicação para a gestão dos transportes urgentes, uma vez que, no decorrer do estágio, não houve oportunidade para avançar no seu desenvolvimento. Implementando esta ferramenta, decerto que surgirão novas necessidades/pontos de menu que facilitarão este processo. Um dos objetivos desta aplicação passará por haver a ligação entre departamentos, nomeadamente a contabilidade, de forma a confirmar as faturas emitidas pelos transportadores.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Ayers, J. B. (2006) *Handbook of Supply Chain Management*. London: CRC Press. ISBN:978-1574442731.
- Baldan, P. and Lluçh Lafuente, A. (2018) 'Many-to-many information flow policies', *Science of Computer Programming.* , 168, pp. 118–141. doi: 10.1016/j.scico.2018.08.003.
- Ballou, R. H. (2006) *Business Logistics/Supply Chain Management*. New Jersey: Bookman. ISBN:9788536305912.
- Barbosa, B. *et al.* (2017) 'Solving Quality Problems in Tyre Production Preparation Process: A Practical Approach', *Procedia Manufacturing.* , pp. 1239–1246. doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.250.
- Basu, R. (2009) *Implementing Six Sigma and Lean: A practical guide to tools and techniques*. 1st edn. London: Butterworth Heinemann. doi: <https://doi.org/10.4324/9780080949604>.
- Bauer, J. E., Duffy, G. L. and Westcott, R. T. (2006) *The Quality Improvement Handbook*. 2nd edn, *The Quality Improvement Handbook*. 2nd edn. ASQ Quality Press. doi: 10.4324/9781482238761. ISBN:9780873896900.
- Beasley, J. E. (1985) 'An Exact Two-Dimensional Non-Guillotine Cutting Tree Search Procedure', *Operations Research.* , 33(1), pp. 49–64. doi: 10.1287/opre.33.1.49.
- Blumenfeld, D. (2009) *Operations Research Calculations Handbook*. Second. New York: CRC Press Taylor and Francis Group. ISBN:9781420052404.
- Bozart, C. C. and Handfield, R. B. (2015) *Introduction to Operations and Supply Chain Management*. 4th edn. New Jersey: Pearson. ISBN:978-1292093420.
- Bremer, M. and Cohnitz, D. (2004) *Information and information flow- an introduction*. Frankfurt: Ontos Verlag. ISBN:978-3937202471.
- Caridade, R. *et al.* (2017) 'Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry', *Procedia Manufacturing.* , 13, pp. 1096–1103. doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.170.
- Chen, J. C., Li, Y. and Shady, B. D. (2010) 'From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: An industrial case study', *International Journal of Production Research.* , 48(4), pp. 1069–1086. doi: 10.1080/00207540802484911.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M. and Suksabai, P. (2015) 'Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles', *Procedia Manufacturing.* , 2(February), pp. 102–107. Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.090.
- Chopra, S. and Meindl, P. (2012) *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. 5th edn. Pearson. ISBN:978-0273765226.

- Costa, T., Silva, F. J. G. and Pinto Ferreira, L. (2017) 'Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology', *Procedia Manufacturing.* , 13, pp. 1104–1111. doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.171.
- Durugbo, C., Tiwari, A. and Alcock, J. R. (2013) 'Modelling information flow for organisations: A review of approaches and future challenges', *International Journal of Information Management.* , 33(3), pp. 597–610. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2013.01.009.
- Ecker, J. and Kupfershmid, M. (1988) *Introduction of Operational Research*. New York: John Wiley and Sons Ltd. ISBN:0471884456.
- FICOSA (2015) *Ficosa and Panasonic Start Capital and Business Alliance*. Available at: <https://www.ficosa.com/news/ficosa-and-panasonic-start-capital-and-business-alliance/>.
- FICOSA (2017) *Panasonic Completes Acquisition of Additional Shares of Ficosa, a Global Tier 1 Automotive Parts & Systems Supplier*. Available at: <https://www.ficosa.com/news/panasonic-completes-acquisition-additional-shares-ficosa-global-tier-1-automotive-parts-systems-supplier/>.
- FICOSA (2019) *Global Presence*. Available at: www.ficosa.com/company/global-presence/.
- Forza, C. and Salvador, F. (2001) 'Information flows for high-performance manufacturing', *International Journal of Production Economics.* , 70. doi: [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00038-4](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00038-4).
- Freitas, A. M. et al. (2019) 'ScienceDirect Improving efficiency in a hybrid warehouse : a case study', *Aceite para publicação na revista PROCEDIA MANUFACTURING. Data de edição prevista: Novembro de 2019*.
- Friedemann, M. et al. (2016) 'A Framework for Information-driven Manufacturing', *Procedia CIRP.* , 57, pp. 38–43. doi: 10.1016/j.procir.2016.11.008.
- Garza-Reyes, J. A. et al. (2017) 'Improving Road Transport Operations using Lean Thinking', *Procedia Manufacturing.* , 11(June), pp. 1900–1907. doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.332.
- Harvey, C. M. (1979) *Operations Research: An Introduction to Linear Optimization and Decision Analysis*. New York: Elsevier North Holland, Inc. ISBN:0444003002.
- Hill, M. M. and Santos, M. M. dos (2015) *Investigação Operacional- Programação Linear*. 3ª edição. Lisboa: Edições Sílabo. ISBN:978-972-618-815-5.
- Hugos, M. (2003) *Essentials of Supply Chain Management*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. ISBN:978-0471235170.
- Kenett, R. S. (2008) 'Cause-and-Effect Diagrams', *Encyclopedia of Statistics in Quality and Reliability.* , pp. 1–5. doi: 10.1002/9780470061572.eqr413.
- Lambert, D. M., Stock, J. R. and Ellram, L. M. (1998) *Fundamentals of Logistics Management*. Boston: McGrawHill. ISBN:978-0071157520.

- Lenort, R. *et al.* (2017) 'A3 Method as a Powerful Tool for Searching and Implementing Green Innovations in an Industrial Company Transport', *Procedia Engineering.* , 192, pp. 533–538. doi: 10.1016/j.proeng.2017.06.092.
- Letchford, A. N. and Amaral, A. (2001) 'Analysis of upper bounds for the Pallet Loading Problem', *European Journal of Operational Research.* , 132(3), pp. 582–593. doi: 10.1016/S0377-2217(00)00163-6.
- Liker, J. K. and Meier, D. (2005) *The Toyota Way Fieldbook*. 1st edn. Maidenhead: McGrawHill. ISBN:9780071448932.
- Londe, B. J. La and Masters, J. M. (1994) 'Emerging Logistics Strategies: blueprints for the next century identifying key logistics strategies', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.* , 24, pp. 35–47.
- Machline, C. (2011) 'Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil', *Revista de Administração de Empresas.* , 51(3), pp. 227–231. doi: 10.1590/s0034-75902011000300003.
- Magee, J. F. (1977) *Logística Industrial: Análise e administração dos sistemas de suprimento e distribuição*. São Paulo: Edições Pioneira.
- Maiczuk, J. and Júnior, P. P. A. (2013) 'Aplicação De Ferramentas De Melhoria De Qualidade E Produtividade Nos Processos Produtivos: Um Estudo De Caso', *Qualitas Revista Eletrônica.* , 4(1), pp. 1–14. doi: 10.18391/qualitas.v14i1.1599.
- Martins, G. H. A. and Dell, R. F. (2008) 'Solving the pallet loading problem', *European Journal of Operational Research.* , 184(2), pp. 429–440. doi: 10.1016/j.ejor.2006.11.012.
- McQuater, R. E. *et al.* (1995) 'Using Quality Tools and techniques successfully', *The TQM Magazine.* , 7(6), pp. 37–42. doi: 10.1108/09544789510103761. ISBN:0265671051.
- Mentzer, J. *et al.* (2001) 'Defining Supply Chain Management', *Journal of Business Logistics.* , 22(2), pp. 1–25.
- Morabito, R. and Morales, S. (1998) 'A simple and effective recursive procedure for the manufacturer's pallet loading problem', *Journal of the Operational Research Society.* , 49(8), pp. 819–828. doi: 10.1057/palgrave.jors.2600588.
- Morabito, R., Morales, S. R. and Widmer, J. A. (2000) 'Loading optimization of palletized products on trucks', *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review.* , 36(4), pp. 285–296. doi: 10.1016/S1366-5545(00)00003-X.
- Morse, P. M. and Kimball, G. E. (1951) *Methods of Operations Research*. London: Dover Publications. ISBN:978-0486432342.
- Murthy, P. R. (2007) *Operations Research*. Second edi. New Delhi: NEW AGE INTERNATIONAL PUBLISHERS. ISBN:978-81-224-2944-2.
- Neves, P. *et al.* (2018) 'Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products', *Procedia Manufacturing.* , 17, pp. 696–704. doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.119.

- PFxk Advisory&Consulting (2019) *FERRAMENTAS DA QUALIDADE*. Available at: <http://www.pfxk-ac.com/pt/ferramentas-da-qualidade/> (Accessed: 25 May 2019).
- Pinto, J. P. (2011) *Pensamento Lean*. 4ª edição. Lisboa: Edições Lidel. ISBN:978-9727576463.
- Ramalhete, M., Guerreiro, J. and Magalhães, A. (1995) *Programação Linear I*. Lisboa: McGrawHill. ISBN:978-9729241031.
- Rardin, R. L. (2017) *Optimization in Operations Research*. 2nd edn. New Jersey: Pearson. ISBN:978-0134384559.
- Rawlinson, J. G. (2017) *Creative Thinking and Brainstorming*. New York: Routledge. ISBN:978-0704505438.
- Rocha, H. T., Ferreira, L. P. and Silva, F. J. G. (2018) 'Analysis and Improvement of Processes in the Jewelry Industry', *Procedia Manufacturing*, 17, pp. 640–646. doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.110.
- Rushton, A., Croucher, P. and Baker, P. (2006) *The handbook of logistics and distribution management*. 3rd edn. London: Kogan Page. ISBN:978-0749446697.
- Santos, H. *et al.* (2018) 'A Novel Rework Costing Methodology Applied to a Bus Manufacturing Company', *Procedia Manufacturing*, 17, pp. 631–639. doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.109.
- Saunders, M., Lewis, P. and Thornhill, A. (2009) *Research methods for business students*. Fifth Edit. Essex: Pearson Education. ISBN:978-0273716860.
- Silva, F. J. G. *et al.* (2018) 'Establishing guidelines to improve the high-pressure die casting process of complex aesthetics parts', *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 7, pp. 887–896. doi: 10.3233/978-1-61499-898-3-887. ISBN:9781614994398.
- Silva, F. J. G. *et al.* (2019) *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. Edited by F. J. G. Silva and L. Pinto Ferreira. New York: Nova Science Publishers. ISBN:978-1536157253.
- Slack, N. and Lewis, M. (2014) *Operations strategy*. 4th edn. Essex: Pearson Education. ISBN:978-1292017792.
- Sokovic, M. *et al.* (2009) 'Basic quality tools in continuous improvement process', *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 55(5), pp. 1–9.
- Srinivasan, K. *et al.* (2014) 'Enhancing effectiveness of shell and tube heat exchanger through six sigma DMAIC phases', *Procedia Engineering*, 97, pp. 2064–2071. doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.449.
- Stadtler, H. and Kilger, C. (2008) *Supply Chain Management and Advanced Planning*. 4th edn, *Supply Chain Management and Advanced Planning*. 4th edn. Berlin: Springer. doi: 10.1007/978-3-662-04215-1. ISBN:978-3540745112.
- Stevenson, W. J. (2009) *Operations Management*. 11th edn. New York: McGrawHill. ISBN:978-0073525259.

- Tague, N. R. (2005) *The Quality Toolbox*. 2nd edn. Milwaukee, WI, USA: ASQ Quality Press. ISBN:978-0873896399.
- Taylor, J. R. (2010) 'The Handbook of Quality and Service Improvement Tools', *NHS Institute for Innovation and Improvement*. Available at: www.institute.nhs.uk/qualitytools. ISBN:978-1-907045-81-3.
- Teixeira, L. B. and Ranito, J. (2004) *Sistemas de informação de apoio à gestão*. Edited by SPI - Sociedade Portuguesa de Inovação. Porto: Principia, Publicações Universitárias e Científicas. ISBN:972-8589-43-3.
- Tellini, T. *et al.* (2019) 'Improving In-Plant Logistics Flow by Physical and Digital Pathways', *Aceite para publicação na revista PROCEEDIA MANUFACTURING*. *Data de edição prevista: Novembro de 2019*.
- Tsai, R. D., Malstrom, E. M. and Kuo, W. (1993) 'Three dimensional palletization of mixed box sizes', *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 25(4), pp. 64–75. doi: 10.1080/07408179308964305.
- Wäscher, G., Haußner, H. and Schumann, H. (2007) 'An improved typology of cutting and packing problems', *European Journal of Operational Research*, 183(3), pp. 1109–1130. doi: 10.1016/j.ejor.2005.12.047.

ANEXOS



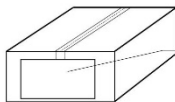


- 6.1 ANEXO 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA
- 6.2 ANEXO 2 - EXEMPLO DE INSTRUÇÃO DE EMBALAGEM
- 6.3 ANEXO 3 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PEDIDO DE TRANSPORTE
- 6.4 ANEXO 4 - FORMULÁRIO DE APROVAÇÃO DE TRANSPORTES URGENTES
- 6.5 ANEXO 5 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE UM FORMULÁRIO DE PEDIDO APROVAÇÃO
- 6.6 ANEXO 6 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIO DE PEDIDO DE TRANSPORTE IMPLEMENTANDO A APLICAÇÃO DE GESTÃO DE TRANSPORTES

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1 - DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS DE ENTREGA



6.2 ANEXO 2 - EXEMPLO DE INSTRUÇÃO DE EMBALAGEM

 INSTRUÇÃO DE EMBALAGEM <i>Packaging instruction</i>			
DESIGNAÇÃO / <i>part name</i>	CLIENTE / <i>client</i>	REFERÊNCIA / <i>reference</i>	
Cabo de Abertura de Porta KIE V408X L1	Rep. Checa	121912211C01F05 47604152/005	
MÉTODO / <i>methode</i>			
UNIDADE DE ACONDICIONAMENTO / <i>conditioning unit</i>: PREPARAÇÃO / <i>preparation</i> : Abrir paredes da caixa, fechar abas inferiores e selar com fita adesiva; Colocar sobre a paleta, abrir as abas superiores na totalidade.			
ACONDICIONAMENTO / <i>conditioning</i> : Colocar aproximadamente a metade dos cabos na caixa, orientados no mesmo sentido; Colocar separador de cartão; Colocar restantes cabos na caixa, orientados no sentido contrário ao grupo anterior, como indicado na Foto1.		 Foto1	
FECHO / <i>sealing</i> : Fechar as abas superiores e selar com fita adesiva; Colar etiqueta de identificação na face indicada na figura.			
UNIDADE DE MANUSEAMENTO / <i>handling unit</i>: PREPARAÇÃO E FECHO / <i>preparation and sealing</i> : Repartir as UA's na paleta até formar um nível compacto; Identificar, fechar, aplicar cantos e cintar.			
Un Acondicionamento (UA) / <i>conditioning unit (CU)</i>		Un Manuseamento (UM) / <i>Handling Unit (HU)</i>	
Descrição / <i>description</i>	Referência / <i>reference</i>	Tar (Kg)	Quant.
Caixa / <i>Box</i>	UAPXTA2A10	1,08	1
-	-	0,00	0
-	-	0,00	0
-	-	0,00	0
Cartão Canelado	UAPCTO0030	0,12	1
-	-	0,00	0
Fita adesiva / <i>tape</i>	UAPFIT1C60	0,01	1
Etiqu. UA / <i>CU label</i>	UAPETGAS01	0,00	1
Tara U.A. / <i>CU tare</i> :		1,20	Kg
Peso unitário produto / <i>part net weigh</i> :		69,68	Gr
Prod. / <i>U.A. parts / CU</i> :		150	Un
PB / <i>UA / Gross weigh</i>		11,66	Kg
Paleta	UMPLLX1231	15,00	1
Tampa	-	0,00	0
Cantoneira	UMPCTC0801	0,42	2
Cinta	UMPCTA1501	0,00	2
Filme <i>Film</i>	-	0,23	0
Etiqu. UM / <i>HU label</i>	UMPETGAM01	0,00	1
Tara U.M. / <i>Tare HU</i> :		15,85	Kg
U.A's. / nível / <i>CU's / level</i> :		3,00	Un
níveis U.A's. / <i>levels CU's</i> :		5,00	Un
U.A's / U.M. / <i>CU's / HU's</i> :		15,00	Un
Prod. / <i>U.M. / Parts / HU</i> :		2250	Un
PB / <i>U.M. / Gross weigh/HU</i> :		190,67	Kg
Observações: 121912211F05			
Embalagem de Série/ <i>Serial packaging</i>:			
UN. DE ACONDICIONAMENTO / <i>conditioning unit</i>:  ETIQUETA "S" Comprimento/Length 800 Largura/Width 400 Altura/Height 150		UN. DE MANUSEAMENTO / <i>handling unit</i>:  ETIQUETA "M" Comprimento/Length 1200 Largura/Width 800 Altura/Height 885	
Embalagem de substituição e Emergência/ <i>substitution and Emergency packaging</i>:			
Referência / <i>Reference</i>	121912211C02F05		
Caixa / <i>Box</i>	UAPXTA2A13		
Prod. / <i>U.A. parts / CU</i> :	150		
Paleta	UMPLLG1231		
U.A's. / nível / <i>CU's / level</i> :	3	caixa: 1000 400 150	Paleta: 1200 1000 885
níveis U.A's. / <i>levels CU's</i> :	5		
Prod. / <i>U.M. / Parts / HU</i> :	2250		
Observações:			
Empilhamento / <i>Stacking</i>	Estático / <i>Static</i>	Em trânsito / <i>Transit</i>	
Níveis U.M.'s / <i>HU levels</i> :	3	3	
P. Bruto / <i>Gr weigh</i> (Kg):	572	572	
Altura / <i>Height</i> (mm):	2655	2655	
ELAB.:	Toni Lopes	Data :	03-02-2016 EDI. / REV. : C01


Informações sobre as dimensões das caixas (Unidades de acondicionamento)

Informações sobre as dimensões das paletas (Unidades de manuseamento)

6.3 ANEXO 3 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PEDIDO DE TRANSPORTE

Amostra	Tempo	Amostra	Tempo	Amostra	Tempo	Amostra	Tempo
1	00:01:36	26	00:01:39	51	00:01:28	76	00:01:32
2	00:01:48	27	00:01:37	52	00:01:27	77	00:01:17
3	00:01:44	28	00:01:21	53	00:01:46	78	00:01:24
4	00:01:34	29	00:01:32	54	00:01:42	79	00:01:37
5	00:02:05	30	00:01:11	55	00:01:15	80	00:01:34
6	00:01:37	31	00:01:28	56	00:01:20	81	00:01:43
7	00:01:40	32	00:02:09	57	00:01:32	82	00:01:23
8	00:01:31	33	00:01:33	58	00:01:28	83	00:01:51
9	00:01:24	34	00:01:14	59	00:01:18	84	00:01:27
10	00:01:33	35	00:01:24	60	00:01:43	85	00:01:46
11	00:01:50	36	00:02:13	61	00:01:54	86	00:01:39
12	00:01:24	37	00:01:27	62	00:01:33	87	00:01:43
13	00:01:43	38	00:01:19	63	00:01:19	88	00:01:52
14	00:01:46	39	00:01:24	64	00:01:15	89	00:01:36
15	00:01:24	40	00:01:25	65	00:02:08	90	00:01:55
16	00:01:33	41	00:01:21	66	00:01:44	91	00:01:41
17	00:01:41	42	00:01:31	67	00:01:19	92	00:01:24
18	00:02:04	43	00:01:16	68	00:01:21	93	00:01:57
19	00:01:58	44	00:01:32	69	00:01:19	94	00:01:41
20	00:01:31	45	00:01:31	70	00:01:35	95	00:01:22
21	00:01:12	46	00:01:18	71	00:01:18	96	00:01:27
22	00:01:41	47	00:01:17	72	00:02:03	97	00:01:35
23	00:02:07	48	00:01:50	73	00:01:23	98	00:01:28
24	00:01:54	49	00:01:44	74	00:01:53	99	00:01:17
25	00:01:14	50	00:01:25	75	00:01:21	100	00:01:24
Média 00:01:34 → 1 minuto e 34 segundos							

6.4 ANEXO 4 - FORMULÁRIO DE APROVAÇÃO DE TRANSPORTES URGENTES

 FICO Cables Lda.		Formulário de Aprovação - Supply Chain Department Aprovação de Expedições e Transportes Urgentes						<small>I-LL-CA/MA-05-A Pg. 1 of 1 Edição: 1 Elaborado por: Fernanda Pinto Data: 05/08/2014</small>					
Data de envio/ Data de recolha:		Requisitado por:				Pessoa de Contacto (cliente/fornecedor)							
Nº autorização (ex:1/11_13) (nº sequencial/mês/2014)		Departamento: (mark "X")		Supply Chain	Manutenção	Compras	Gestão de Projectos	Engenharia	Qualidade	Nome			
Área Principal (mark "X"):		FORNECEDOR	CLIENTE	Outro Departamento:		Número		Nº de Conta Depart: (quando pago pela FICOSA)		Número	Mail:		
Responsabilidade de pagamento:		FICOSA	A SER FATURADO	Nº da fatura / documento (quando a faturar ao cliente ou fornecedor)		Número		Custo absorvido pelo projecto ou PO do cliente		S/N	Fax:		
Fornecedor/ Nome Cliente				Código Projecto				Tel:					
Endereço e País:													
Motivo:													
Transportador e transporte													
Custo de Transporte *		EUR		Tipo de Custo: (mark "X")		Estimado	Real	CUSTO REAL (valor fatura)		Custo	Nº Fatura	Número	
Detalhes do Frete													
Nº	Referência	Quantidade	Nº de Guia de remessa	Volumes	Dimensões (cm)	Volumétrico =m3 (CxLxA)	Peso bruto (Kg)	Comentários					
1													
2													
3													
4													
5													
Total													
<small>* Nota: Sempre que realizar um envio por "courrier" é necessário consultar a taxa de combustível em vigor e a tabela do mesmo para apuramento do peso volumétrico. Caso o peso volumétrico seja superior ao peso real prevalece o peso volumétrico. Cálculo Peso volumétrico UPS = (C x L x A em cm) /5000. Cálculo Peso Volumétrico TNT Global Express = (C x L x A em metros) * 167Kg / TNT Economy Express = (C x L x A em metros) *250 Kg</small>													
Dados Transportadora/Transitário													
Nome Pessoa de Contacto		Endereço de E-mail			Nº de Telefone		Nº de Fax		Data de recolha		Data de entrega		Matricula
									28/fev		02/mar		
Aprovações e data (caso o aprovador não esteja disponível, por favor digitalize este formulário e envie-o por e-mail a solicitar a aprovação. Anexe o e-mail da aprovação a este formulário.) Pedido de aprovação transporte urgente													
Responsável Departamento (que originou o custo)				Responsável Planificação				Coordenador Logística Externa/ Supply Chain Manager		Aprovadores para custos de transporte acima de 500€ Diretor de Fábrica			
Date:				Autorizado (Coordenador Transp.): _____									

6.5 ANEXO 5 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE UM FORMULÁRIO DE PEDIDO APROVAÇÃO

Amostra	Tempo	Amostra	Tempo	Amostra	Tempo	Amostra	Tempo
1	00:01:07	26	00:02:34	51	00:01:13	76	00:01:13
2	00:01:49	27	00:02:03	52	00:01:20	77	00:01:11
3	00:01:02	28	00:01:14	53	00:02:21	78	00:02:32
4	00:01:15	29	00:01:04	54	00:02:05	79	00:01:23
5	00:03:25	30	00:01:08	55	00:01:06	80	00:01:32
6	00:01:19	31	00:01:09	56	00:01:37	81	00:02:21
7	00:01:05	32	00:01:41	57	00:01:19	82	00:02:17
8	00:02:31	33	00:02:13	58	00:01:21	83	00:01:33
9	00:02:05	34	00:00:58	59	00:02:15	84	00:01:34
10	00:01:16	35	00:01:17	60	00:02:32	85	00:01:23
11	00:01:25	36	00:00:46	61	00:01:19	86	00:02:01
12	00:02:37	37	00:01:09	62	00:01:15	87	00:01:20
13	00:01:13	38	00:01:14	63	00:01:29	88	00:01:29
14	00:03:09	39	00:02:09	64	00:01:35	89	00:01:37
15	00:01:26	40	00:01:44	65	00:01:33	90	00:01:20
16	00:01:55	41	00:03:13	66	00:02:04	91	00:01:40
17	00:01:24	42	00:01:22	67	00:01:22	92	00:02:36
18	00:03:00	43	00:01:51	68	00:01:08	93	00:01:24
19	00:01:07	44	00:01:30	69	00:01:17	94	00:01:14
20	00:01:59	45	00:01:32	70	00:01:56	95	00:01:38
21	00:01:37	46	00:00:58	71	00:01:25	96	00:01:35
22	00:01:04	47	00:01:27	72	00:01:22	97	00:01:16
23	00:01:48	48	00:02:15	73	00:01:42	98	00:01:11
24	00:02:53	49	00:02:49	74	00:01:37	99	00:01:20
25	00:01:01	50	00:01:02	75	00:01:19	100	00:02:27
Média 00:01:39 → 1 minuto e 39 segundos							

Tempo médio gasto por dia em preenchimento de formulários de TU		
Média de Formulários de TU por dia	4,38	00:07:15
Média de tempo de preenchimento de Formulários de TU	00:01:39	
máx tempo	00:03:25	00:44:25
máx pedidos	13	

Tempo diário máximo dispendido no preenchimento de formulários de TU

6.6 ANEXO 6 - CRONOMETRAGEM DO TEMPO DE PREENCHIMENTO DE FORMULÁRIO DE PEDIDO DE TRANSPORTE IMPLEMENTANDO A APLICAÇÃO DE GESTÃO DE TRANSPORTES

Amostra	Tempo	Amostra	Tempo	Amostra	Tempo	Amostra	Tempo
1	00:00:42	26	00:00:54	51	00:00:36	76	00:00:31
2	00:00:49	27	00:00:47	52	00:00:41	77	00:00:39
3	00:00:46	28	00:00:46	53	00:00:45	78	00:00:40
4	00:00:38	29	00:00:52	54	00:00:51	79	00:00:37
5	00:00:31	30	00:00:38	55	00:00:43	80	00:00:41
6	00:00:41	31	00:00:42	56	00:00:54	81	00:00:54
7	00:00:48	32	00:00:43	57	00:00:42	82	00:00:34
8	00:00:33	33	00:00:45	58	00:00:46	83	00:00:39
9	00:00:55	34	00:00:46	59	00:00:42	84	00:00:39
10	00:00:36	35	00:00:33	60	00:00:36	85	00:00:53
11	00:00:40	36	00:00:36	61	00:00:43	86	00:00:45
12	00:00:33	37	00:00:40	62	00:00:40	87	00:00:44
13	00:00:40	38	00:00:42	63	00:00:51	88	00:00:52
14	00:00:36	39	00:00:51	64	00:00:36	89	00:00:40
15	00:00:32	40	00:00:38	65	00:00:38	90	00:00:32
16	00:00:46	41	00:00:51	66	00:00:53	91	00:00:31
17	00:00:45	42	00:00:42	67	00:00:34	92	00:00:37
18	00:00:55	43	00:00:49	68	00:00:51	93	00:00:45
19	00:00:50	44	00:00:36	69	00:00:41	94	00:00:55
20	00:00:37	45	00:00:31	70	00:00:36	95	00:00:41
21	00:00:34	46	00:00:37	71	00:00:33	96	00:00:38
22	00:00:49	47	00:00:48	72	00:00:38	97	00:00:39
23	00:00:39	48	00:00:46	73	00:00:44	98	00:00:50
24	00:00:40	49	00:00:47	74	00:00:37	99	00:00:47
25	00:00:33	50	00:00:35	75	00:00:51	100	00:00:33
Média 00:00:42 → 42 segundos							