



**CATARINA MARTINS
DE LEMOS**

**OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE DESCARGAS DE
MATERIAIS**



**CATARINA MARTINS
DE LEMOS**

**OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE DESCARGAS DE
MATERIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais, irmão, família e namorado.

o júri

presidente

Prof. Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre
professora auxiliar associada da Universidade de Aveiro

Doutor Telmo Miguel Pires Pinto
professor convidado associado da Universidade do Minho

Prof. Doutora Ana Maria Pinto de Moura
professora auxiliar associada da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à OLI - Sistemas Sanitários, S.A. que me deu a oportunidade de realizar estágio curricular e crescer quer a nível pessoal quer a nível profissional.

Ao meu orientador da empresa, Engenheiro Edgar Lopes por todo o apoio, paciência e pela transmissão de conhecimentos que levou à elaboração deste trabalho.

A todos os colaboradores da OLI pela ajuda disponibilizada desde o primeiro dia e integração na fábrica.

À minha orientadora da Universidade de Aveiro, professora doutora Ana Maria Pinto de Moura pela disponibilidade, profissionalismo e orientação na elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos que estiveram sempre presentes e me apoiaram nos dias bons e menos bons.

Aos meus pais pelas oportunidades proporcionadas, as quais me permitiram obter conhecimentos e experiências para o meu futuro.

palavras-chave

Problemas de rotas de veículos, logística, programação linear, indústria 4.0.

resumo

O presente trabalho foi elaborado na OLI - Sistemas Sanitários, S.A. e tem como intuito a otimização do fluxo de descargas de materiais. Os principais objetivos deste projeto são a diminuição do fluxo de materiais dos fornecedores de Serviços Externos e o nivelamento das descargas de materiais vindos dos fornecedores. Os fornecedores de Serviços Externos são um tipo de fornecedores da OLI que realizam pequenas pré-montagens e montagem de sacos de acessórios. Diariamente estes fornecedores realizam recolhas e entregas de materiais, fazendo com que exista um elevado fluxo dos mesmos. Como tal, pretende-se reduzir o número de entregas diárias dos Serviços Externos concentrando algumas entregas numa única receção, havendo assim uma entrega mais pormenorizada e controlada. Posto isto, aplicou-se um modelo de programação linear que realiza o cálculo de rotas diárias com o grupo de fornecedores de Serviços Externos. Com o propósito de nivelar as descargas de componentes foi desenvolvido uma aplicação que interliga os departamentos envolvidos no processo e onde é possível visualizar a carga de trabalho dos operadores logísticos diariamente através do plano de marcação de descargas dos fornecedores. Deste modo, as descargas de materiais encontram-se mais organizadas, o atendimento aos fornecedores melhorou consideravelmente e as descargas encontram-se mais niveladas com a introdução desta aplicação.

keywords

Vehicle routing problem, logistics, linear programming, industry 4.0.

abstract

The present work was elaborated on a company, OLI - Sistemas Sanitários, S.A. with the aim of optimize the unload flow. The main goals are diminish the material flow from the External Service suppliers and the leveling of the unload materials. The External Service suppliers are a type of OLI's suppliers that make small pre-assemblies and assembly of accessories bags. These suppliers pick and delivery material daily, which leads to a high flow. In this way, it is intended to reduce the daily number of deliveries from the External Service suppliers, concentrating some deliveries in one, thus a more detailed and controlled delivery. So, a linear programming model was developed to calculate daily routes with the group of External Service suppliers. With the purpose of leveling the material unloads, a software was developed which interconnects the involved departments and where it is possible to see the daily work load of logistics operators, through the suppliers' schedule plan. With the enforcement of this interface, the material unloads are more organized, the suppliers' service improved considerably, and unloads are leveling with the introduction of this application.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura do Trabalho	4
2. Estado da Arte	5
2.1. Gestão da Cadeia de Abastecimento e Logística	5
2.2. Toyota Production System	7
2.2.1. Sistema de Kanbans	9
2.2.2. Sistema Pull	9
2.2.3. Standard Work	9
2.3. A Evolução do Ambiente Industrial	10
2.3.1. Indústria 4.0	11
2.4. Problemas de Planeamento de Rotas	12
2.4.1. Problema de Rota de Veículos (VRP)	13
2.4.1. Métodos de Resolução de Problemas de Rotas de Veículos	16
3. Apresentação do Problema	21
3.1. A OLI - Sistemas Sanitários, S.A.	21
3.1.1. Produtos	22
3.1.2. Certificações	22
3.1.3. Inovação e Tecnologia	23
3.1.4. Princípios do Sistema de Gestão Integrado	23
3.1.5. Estrutura Organizacional	24
3.1.6. Posição de Mercado	25
3.1.7. Processo Produtivo	26
3.2. Departamento de Logística Externa	27
3.2.1. Descargas	27
3.2.2. Armazenamento	28
3.2.3. Abastecimento	28
3.2.4. Expedição	28
3.3. Análise da Situação Inicial	29
3.3.1. Descrição do Processo Recolha e Entrega de Materiais a Serviços Externos	30
3.4. Problemas Identificados	33
4. Apresentação e Implementação de Propostas de Melhoria	37
4.1. Otimização de Rota com os Fornecedores de Serviços Externos	37
4.1.1. Grupo Fornecedor Serviços Externos	37
4.1.2. Caixas Movimentadas para os Serviços Externos	40
4.1.3. Caixas Movimentadas para a OLI	41
4.1.4. Quantidade de Materiais Entregues	42
4.1.5. Quantidade de Materiais Recebidos	43
4.1.6. Volume de Material Entregue	44
4.1.7. Volume Ocupado pelos Materiais Recebidos	45
4.1.8. Paletes Movimentadas	46

4.1.9.	Peso Total dos Materiais.....	46
4.1.10.	Matriz de Distância	47
4.1.11.	Análise de Desperdício	47
4.1.12.	Formulação Matemática.....	49
4.2.	Interface do Planeamento de Descargas de Materiais.....	51
5.	Análise dos Resultados Obtidos	55
5.1.	Otimização de Rota com os Fornecedores de Serviços Externos	55
5.1.1.	Análise Sensibilidade	56
5.2.	Interface do Planeamento de Descargas de Materiais.....	63
6.	Considerações Finais.....	67
6.1.	Conclusões	67
6.2.	Trabalhos Futuros	69
	Referências Bibliográficas.....	71
	Anexos	73
	Anexo 1 – Layout Armazém.....	73
	Anexo 2 - Distância dos Fornecedores de Serviços Externos à OLI	74
	Anexo 3 - Mapa com a Distribuição dos Fornecedores Serviços Externos.....	75
	Anexo 4 - Mapa com a Distribuição dos Fornecedores Serviços Externos – Portugal	76
	Anexo 5 - Mapa com a distribuição dos Serviços Externos - Seleção Final.....	77
	Anexo 6 - Frequência de Descargas/Cargas em Média por Semana	78
	Anexo 7 - Fluxograma Interface de Descargas.....	79
	Anexo 8 – Análise Desperdício aos Serviços Externos	80
	Anexo 9 – Orçamentos Transportadoras	83

Índice de Figuras

Figura 1 - Cronograma de Estágio.....	3
Figura 2 - Fluxo logístico	6
Figura 3 - Cadeia de Valor de Michael Porter.....	7
Figura 4 - Casa do Toyota Production System (TPS)	8
Figura 5 - Revoluções Industriais	11
Figura 6 - Tecnologias da Indústria 4.0.....	12
Figura 7 - Vista Aérea da Empresa.....	22
Figura 8 - Estrutura Organizacional	24
Figura 9 - Mercado OLI.....	25
Figura 10 - Marcas OLI.....	25
Figura 11 - Fluxo Produtivo da OLI.....	26
Figura 12 - Atividades da Logística	27
Figura 13 - Planeamento Descargas	30
Figura 14 - Armazenamento de Material para Serviços Externos.....	31
Figura 15 - Correção de Material Pontual	32
Figura 16 - Zona de Receção Técnica	32
Figura 17 - Diagrama Spaghetti Fornecedor de Serviços Externos, 11 de Outubro 2018	34
Figura 18 - Zona de Descargas Situação Inicial	35
Figura 19 - Quadro Inicial	52
Figura 20 - Quadro Planeamento.....	52
Figura 21 - Planos de Descarga	53
Figura 22 - Monitor de Planeamento.....	54
Figura 23 - Análise SWOT.....	62
Figura 24 - Comparação cenário inicial versus cenário atual.....	66

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Frequência de Entrada de Fornecedores na OLI - Semana 48	2
Tabela 2 - Princípios do Sistema de Gestão Integrado.....	23
Tabela 3 - Encomenda Fornecedor Serviços Externos 11 de Outubro 2018.....	33
Tabela 4 - Frequência de Recolha e/ou Entrega em Média por Semana.....	39
Tabela 5 - Tabela de/para Serviços Externos	46
Tabela 6 - Matriz de Distância entre os Fornecedores de Serviços Externos.....	47
Tabela 7 - Análise de Desperdício do Operador Logístico	48
Tabela 8 - Resultados do Problema Rota Veículos	55
Tabela 9 - Preços por Componente dos Fornecedores	56
Tabela 10 - Comparação de custos C/ e S/ Milkrun.....	56
Tabela 11 - Comparação da Operação Carga e/ou Descarga C/ e S/ Milkrun	57
Tabela 12 - Custos Totais sem Milkrun.....	60
Tabela 13 - Custos Totais com Milkrun	60
Tabela 14 - Análise da Redução dos Preços dos Fornecedores.....	61
Tabela 15 - Resumo do Cumprimento do Horário dos Fornecedores	64
Tabela 16 - Tempo de Permanência dos Fornecedores na OLI.....	65

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Frequência de Entradas de Fornecedores na OLI - Semana 48	2
Gráfico 2 - Distância dos Serviços Externos à OLI.....	38
Gráfico 3 - Quantidade de Caixas Entregues aos Serviços Externos	40
Gráfico 4 - Quantidade de Caixas Entregues à OLI	41
Gráfico 5 - Quantidade de Material Entregue aos Serviços Externos	42
Gráfico 6 - Quantidade de Materiais Recebidos.....	43
Gráfico 7 - Volume de Materiais Entregues aos Serviços Externos.....	44
Gráfico 8 - Volume de Materiais Recebidos	45
Gráfico 9 - Análise de Desperdício por Fornecedor de Serviços Externos	48
Gráfico 10 - Alocação dos Recursos - Orçamento 1	58
Gráfico 11 - Alocação dos Recursos – Orçamento 2.....	59
Gráfico 12 - Cenários dos Preços Totais de Transporte	59
Gráfico 13 - Comparação Custos Totais.....	61
Gráfico 14 - Análise do Cumprimento do Horário - Semana 48.....	63
Gráfico 15 - Análise do Cumprimento do Horário Semana 13	64
Gráfico 16 - Tempo de Permanência dos Fornecedores na OLI	65

1. Introdução

Este capítulo tem como principal função contextualizar e definir os objetivos do estágio curricular do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial realizado na OLI - Sistemas Sanitários S.A., no departamento de Logística Externa.

1.1. Contextualização

A logística é uma área que está presente em todas as etapas da fábrica desde a entrada de material em armazém até à expedição do produto acabado ao cliente, tendo desta forma um papel preponderante. A principal função da logística, numa organização, é satisfazer as necessidades dos clientes internos e externos com rapidez e qualidade de acordo com os seus requisitos. Para tal, dever-se-á trabalhar sempre numa ótica de otimização permanente dos fluxos de materiais e readaptar-se às novas necessidades do mercado, de forma a diminuir custos e aumentar a eficiência. Tal só é possível se houver uma aposta permanente nas ferramentas de *lean production* e de redução de desperdícios, fazendo com que estas ferramentas sejam usadas como vantagem competitiva face à concorrência.

Inbound logistics é uma das atividades da logística relacionada com a descarga, receção e armazenamento de matéria-prima ou partes de um produto à unidade de produção e/ou armazém. O processo de receção de material corresponde à tarefa de verificar se o fornecedor entregou os materiais corretamente, na quantidade e qualidade desejadas e dar entrada em armazém desses mesmos materiais, de modo a ser possível a sua utilização na produção de componentes (Tompkins & Smith, 1998).

Apesar de a receção de materiais ser considerado um processo simples, qualquer falha na mesma pode causar grandes danos na satisfação de pedidos e posterior expedição para o cliente (Tompkins & Smith, 1998). Posto isto, é importante numa organização que o processo de *inbound* esteja bem coordenado e organizado de modo a que o fluxo de materiais seja efetuado da melhor maneira para não prejudicar as restantes atividades e setores da organização.

Atualmente na OLI existem ao longo do dia várias descargas de materiais de vários tipos de fornecedores, de entre os quais os Serviços Externos que efetuam entregas e recolhas de componentes para fazer pequenas pré-montagens e montagem de sacos de acessórios.

Como tal, a melhoria do fluxo de entrega e recolha de materiais vindos desse tipo de fornecedores é uma necessidade inerente ao departamento de Logística Externa, de modo a haver uma melhor organização na área das descargas. Pelo que surgiu o projeto de estágio a realizar

durante 8 meses na OLI - Sistemas Sanitários, S.A. intitulado de otimização do fluxo de descargas de materiais.

1.2. Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é a diminuição dos fluxos de materiais, por forma a diminuir o número de entregas diárias dos fornecedores de Serviços Externos. Entre as 8h00 e as 19h50 são realizadas inúmeras descargas de fornecedores havendo assim muito fluxo de material. Deste modo, os colaboradores envolvidos têm uma elevada carga de trabalho no seu dia-a-dia, devido ao facto do número de camiões a descarregar material que dão entrada na portaria ser bastante elevada.

	Nº Fornecedores	Nº Fornecedores de Serviços Externos	% Fornecedores de Serviços Externos
26-nov	44	8	18%
27-nov	27	7	26%
28-nov	30	7	23%
29-nov	41	11	27%
30-nov	29	9	31%

Tabela 1 - Frequência de Entrada de Fornecedores na OLI - Semana 48

A tabela 1 apresentada anteriormente evidencia o cenário exposto e refere-se à frequência do número de fornecedores de Serviços Externos numa semana de trabalho, desde o dia 26 de novembro 2018 até ao dia 30 de novembro 2018. Verifica-se que há uma grande quantidade de fornecedores que dão entrada na OLI por dia e que uma parte desses fornecedores, cerca de 25%, são relativos a Serviços Externos. Na figura seguinte está representado o gráfico com o número de fornecedores registados e o número de fornecedores de Serviços Externos para essa semana de trabalho.

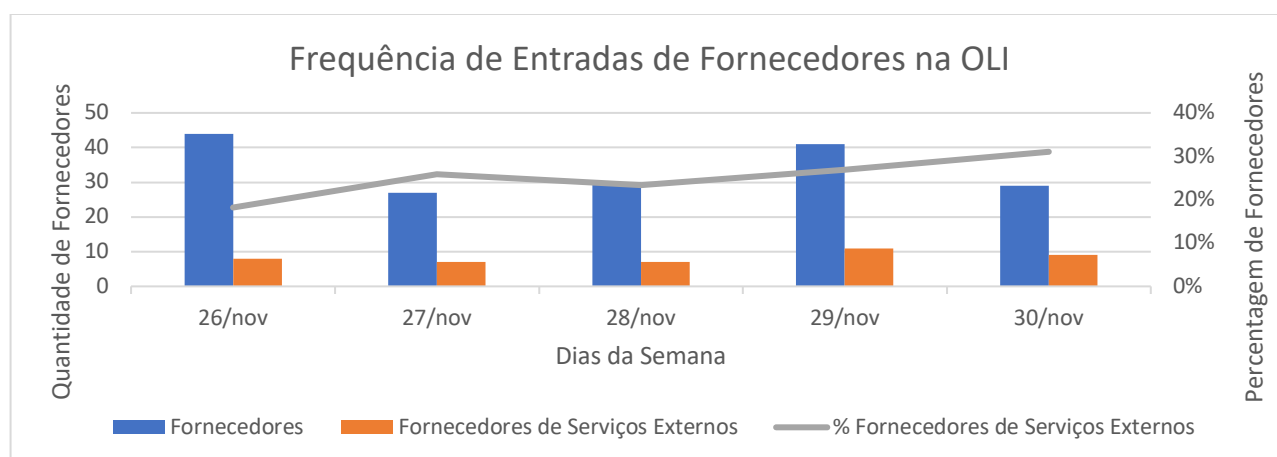


Gráfico 1 - Frequência de Entradas de Fornecedores na OLI - Semana 48

Para atingir o objetivo principal, numa primeira fase pretende-se um plano de entrega e recolha de componentes com base no histórico de modo a haver um nivelamento das descargas e, numa segunda fase, a redução do número de entregas diárias dos fornecedores de Serviços Externos concentrando algumas das entregas numa única receção. Deste modo, pretende-se ter uma entrega mais pormenorizada e controlada dos componentes com vista a uma redução de custos.

1.3. Metodologia

Este projeto tem por base uma metodologia na qual primeiramente é analisada a situação para identificação dos problemas bem como o registo dos resultados antes da implementação da melhoria. De seguida, é realizado um tratamento dos dados observados e recolhidos para posterior análise e investigação das melhores metodologias e soluções para resolver ou pelo menos minimizar os problemas identificados. Por fim, após a apresentação das soluções, as mesmas serão implementadas e monitorizadas para verificar se os resultados obtidos são os esperados ou se é necessário optar por outra solução.

Para atingir os objetivos pretendidos foi realizado um plano de trabalho a desenvolver durante o período de estágio com base no cronograma representado na figura 1.

Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
A	A							
	B	B	B	B				
		C	C	C				
			D	D				
			E	E	E	E		
						F	F	F

Figura 1 - Cronograma de Estágio

- A – Integração na empresa
- B – Recolha e tratamento de dados
- C – Pesquisa bibliográfica
- D – Análise dos dados
- E – Sugestões de melhorias
- F – Redação do relatório de projeto

Numa primeira fase passou por haver uma integração na empresa de modo a conhecer todos os processos e o ambiente da mesma.

De seguida, numa segunda fase, foi necessário recolher os dados necessários para compreender o estado atual relativamente ao processo de descargas de materiais. Posteriormente, o tratamento dos dados recolhidos teve de ser realizado de modo a conseguir reunir todas as informações necessárias e tirar as principais conclusões relativas ao estado atual do processo.

Numa terceira fase foi realizada uma revisão de literatura sobre os conceitos relacionados com os problemas do projeto com o intuito de encontrar formas de resolvê-los.

De seguida, os dados foram analisados de modo a estudar todos os pontos relacionados com a localização dos fornecedores de Serviços Externos, frequência de descargas, volume das encomendas, entre outros aspetos relevantes ao processo de descargas para ser possível fazer uma otimização do mesmo.

Na quarta fase foram implementadas ações de modo a melhorar o processo para de seguida serem estudados os impactos e analisar se efetivamente houve melhorias no processo.

Ao longo destas etapas foi realizada a redação da tese com base em todas as fases, dados recolhidos e analisados.

1.4. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo diz respeito à introdução, onde é feita uma contextualização ao trabalho, onde são expostos os principais objetivos e metodologia utilizada.

No segundo capítulo é apresentado o estado da arte, isto é, os componentes teóricos que suportam e sustentam a parte prática.

No terceiro capítulo é apresentada a empresa onde foi realizado o projeto de estágio, OLI - Sistemas Sanitários S.A., assim como o departamento onde foi realizado e o respetivo processo produtivo. Para além destes pontos, neste capítulo são expostos todos os problemas encontrados que necessitam de ser resolvidos.

No quarto capítulo são apresentadas propostas de melhoria tendo em conta os problemas identificados anteriormente.

No quinto capítulo é exposta a análise e os resultados após a implementação das soluções.

Por último, no sexto capítulo, são apresentadas as principais conclusões acerca do trabalho, as considerações finais e os trabalhos futuros.

2. Estado da Arte

Este capítulo está dividido em quatro tópicos, no qual está presente a revisão de literatura relacionada com o trabalho a desenvolver. Num primeiro tópico estão descritas as diferenças e semelhanças entre gestão da cadeia de abastecimento e logística. Num segundo tema é retratado o conceito *toyota production system* e seus principais elementos. No terceiro tópico é abordado a história e evolução do ambiente industrial, mais propriamente o tema da indústria 4.0. O último tópico está relacionado com os problemas de otimização, nomeadamente os problemas de rotas de veículos, as suas vertentes e os métodos de resolução dos mesmos.

2.1. Gestão da Cadeia de Abastecimento e Logística

Entre 1950 e 1960 os sistemas de distribuição não eram planeados nem formulados. No entanto, ao longo dos anos a distribuição física começou a ser desenvolvida aos poucos adaptando-se às necessidades dos consumidores e das empresas até que, no ano 2000 os conceitos de logística e de gestão da cadeia de abastecimento começaram a ser reconhecidos no mundo dos negócios (Rushton, Croucher, & Baker, 2017).

Gestão da cadeia de abastecimento pode ser entendida como um conjunto de organizações, pessoas, atividades, informação e recursos envolvidos na movimentação de produtos ou serviços do fornecedor até ao consumidor. As atividades envolvidas nesta movimentação vão desde a transformação dos materiais até ao produto final para entrega ao cliente final (Rushton et al., 2017).

O principal foco da gestão da cadeia de abastecimento é a gestão das relações de modo a atingir resultados com mais lucro para todas as partes envolvidas na cadeia de abastecimento (Kain & Verma, 2018) (Christopher, 2016).

A logística é uma das partes da cadeia de abastecimento responsável pelo fluxo do material e informação desde o fornecedor até ao cliente (Kain & Verma, 2018).

O conceito “logística” deriva da palavra “*Logistikos*” que significa ciência da computação e cálculo. No entanto, nos dias de hoje o conceito tem um sentido diferente, uma vez que é considerado um negócio relativo à movimentação de material (Kain & Verma, 2018).

De acordo com o *Council of Logistics Management* (CLM), a logística é definida como uma parte da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla de forma eficiente um fluxo de armazenamento de bens, serviços e informações entre um ponto de origem e o ponto de consumo, de modo a atender às necessidades dos clientes (Kain & Verma, 2018).

A missão da logística é planear e coordenar todas as atividades necessárias para atingir os níveis desejados de serviço e qualidade no menor custo possível. Como tal, a logística deve ser

vista como uma ligação entre o mercado e as atividades de um negócio. A figura 2 ilustra o conceito de logística (Christopher, 2016).

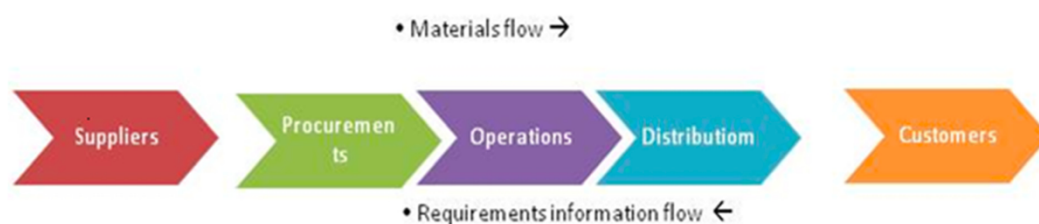


Figura 2 - Fluxo logístico
Fonte: (Laporte, 1992)

As atividades da cadeia de abastecimento são divididas em dois tipos: as atividades primárias e as secundárias. As primárias dizem respeito às operações, *inbound logistics*, *outbound logistics*, marketing e vendas e serviço. As atividades secundárias ou também designadas de atividades de suporte são o desenvolvimento tecnológico, gestão dos recursos humanos, infraestruturas e a aquisição. A logística interna (*inbound logistics*) engloba todas as atividades que envolvem a recepção, armazenamento e o manuseamento dos materiais para serem usados no processo produtivo, enquanto a logística de saída (*outbound logistics*) diz respeito ao processamento, embalagem e distribuição (Christopher, 2016).

A vantagem competitiva deriva do modo como as empresas organizam e realizam as suas atividades por toda a cadeia de abastecimento. Para ganhar vantagem competitiva sobre os rivais, a empresa deve entregar valor aos seus consumidores através da performance das suas atividades de uma melhor maneira do que os seus rivais, de modo a criar diferenciação (Christopher, 2016).

Na figura 3 está representado a cadeia de valor de Michael Porter onde explica que se as empresas combinarem as atividades primárias e secundárias conseguem obter vantagem competitiva perante a concorrência.

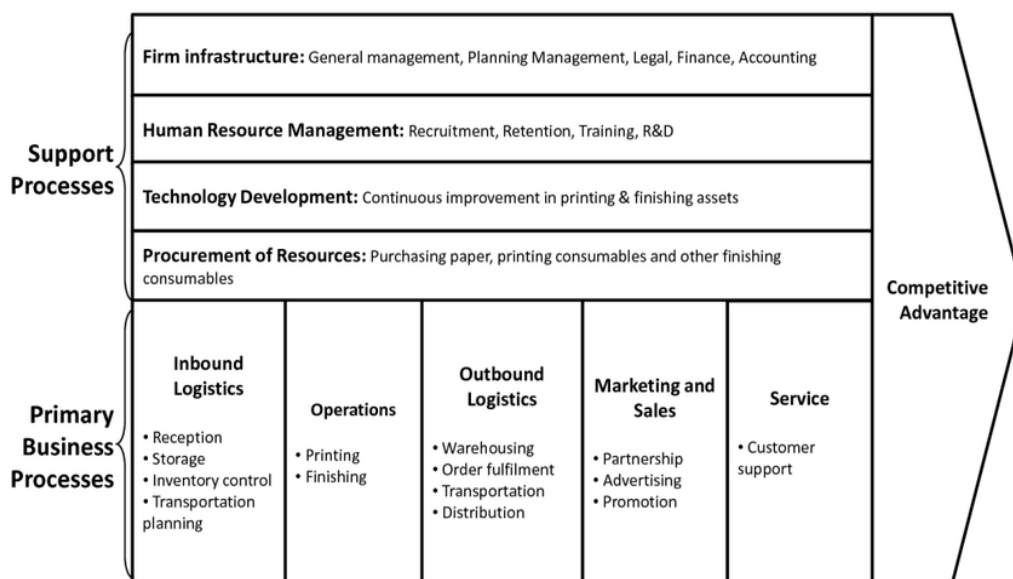


Figura 3 - Cadeia de Valor de Michael Porter
 Fonte: (Christopher, 2016)

Em jeito de conclusão, o conceito gestão da cadeia de abastecimento é bastante similar ao de logística, no entanto, também inclui os fornecedores e o consumidor final no processo, ou seja, engloba a parte do fornecedor (*upstream*) e a parte da procura (*downstream*) (Christopher, 2016).

2.2. Toyota Production System

A produção em massa é o termo utilizado para descrever uma produção em grande escala de produtos standardizados através de linhas de montagem. Este conceito surgiu no início do século XX por Henry Ford, o qual utilizou na sua empresa, a *Ford Motor*, com sucesso.

Após a 2ª Guerra Mundial a escassez de recursos levou ao abandono deste sistema e ao aparecimento do conceito *Toyota Production System* (TPS), o qual foi desenvolvido na *Toyota Motor Corporation*.

O Sakichi Toyota (fundador da Toyota), Kiichiro Toyota (filho do presidente) e Taiichi Ohno (chefe da produção da Toyota) notaram que as empresas americanas eram mais produtivas que as japonesas. Neste sentido e, de modo a alcançar os níveis de produtividade das empresas americanas, criaram um novo sistema de produção, o TPS (P. Womack, T. Jones, & Roos, 1999).

O conceito *lean production* surgiu para fazer face à produção em massa, que tal como o nome indica, considera a produção em grande escala de produtos standardizados (P. Womack et al., 1999).

A principal diferença entre o conceito *lean production* e produção em massa são os objetivos. Enquanto a produção em massa assenta em “*good enough*”, ou seja, um número

considerável de defeitos, produtos estandardizados e níveis de inventário consideráveis, o *lean production* assenta na perfeição, ou seja, diminuição de custos, zero defeitos, zero inventários e variedade de produtos (P. Womack et al., 1999).

O TPS é normalmente apresentado como uma casa que tem várias divisões, com funções bem definidas, mas que se interligam internamente (figura 4).

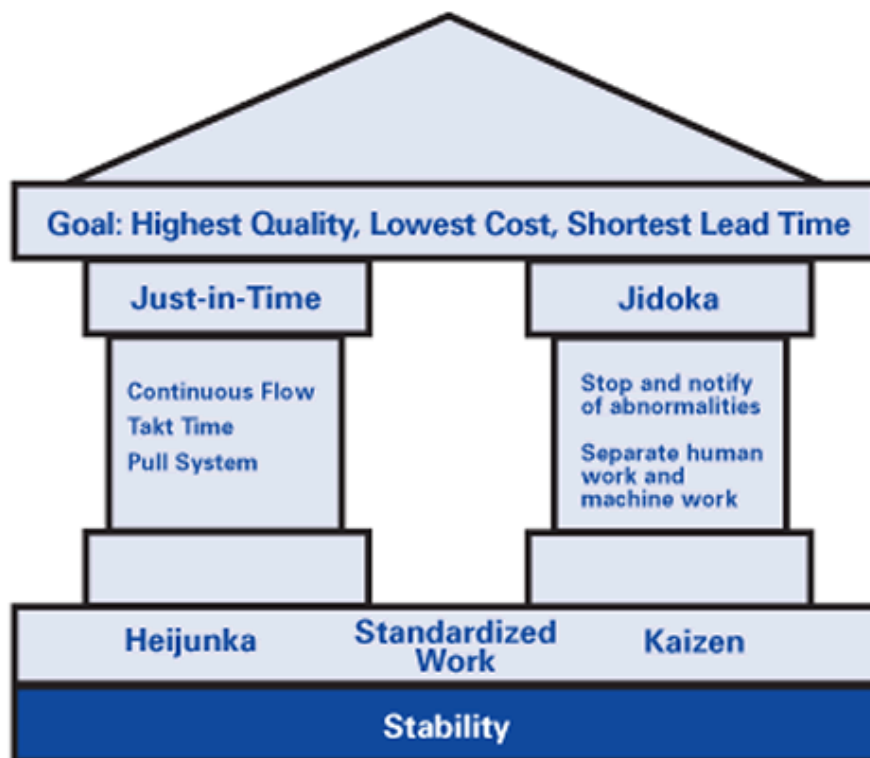


Figura 4 - Casa do Toyota Production System (TPS)
Fonte:(Lean Enterprise Institute, 2014)

Na base desta casa encontram-se presentes os conceitos fundamentais:

- *Heijunka* – nivelamento da produção;
- *Kaizen* – melhoria contínua;
- Standard work – normalizar o trabalho;

Relativamente aos pilares da casa estão representados os conceitos:

- *Just-in-time* (JIT) – sistema que determina que tudo deve ser produzido, comprado ou transportado no momento exato;
- *Jidoka* – é um conceito que em japonês significa “automatização com um toque humano”, ou seja, é fornecer às máquinas e operadores a capacidade de detetar a ocorrência de condições anormais.

O principal objetivo do *lean manufacturing* é a maximização da utilização dos recursos através da eliminação do desperdício, através da implementação de várias técnicas como, por exemplo, o sistema de *kanbans*, controlo visual, sistema pull, 5S's, *standard work*, *total productive maintenance* (TPM) e *kaizen*. De seguida são apresentadas algumas das técnicas mais utilizadas de modo a entender o funcionamento das mesmas (Sundar, Balaji, & Satheeshkumar, 2014).

2.2.1. Sistema de Kanbans

Em 1960 a empresa Toyota criou o sistema *kanban* que trata de um sistema visual de abastecimento e controlo de stocks. Um *kanban* é um subsistema do *lean manufacturing* que foi criado com o intuito de controlar o nível de inventário, produção e consumo de componentes (Poppendieck, 2002).

2.2.2. Sistema Pull

O sistema pull baseia-se nas necessidades de produção em função dos requisitos do cliente e inputs do mercado. Com este tipo de metodologia reduz-se o desperdício, reduz-se os stocks e consequentemente os tempos de inventário (Poppendieck, 2002).

2.2.3. Standard Work

Normalizar o trabalho é um dos principais elementos do *lean manufacturing*, uma vez que após o trabalho estar estandardizado é mais fácil operar com eficiência.

Segundo (Poppendieck, 2002), o *standard work* é considerado uma ferramenta básica para a melhoria contínua, o qual refere-se ao método mais seguro e eficaz para realizar um trabalho repetitivo num menor tempo possível, como resultado da utilização eficiente de recursos: pessoas, máquinas e materiais.

O *standard work* é descrito como um conjunto de ferramentas de análise que são resultados no conjunto de *Standard Operating Procedures (SOPs)*. O SOP contém o processo de trabalho como as etapas do processo, as sequências de trabalho, o tempo de ciclo e *work-in-process*.

Uma vez o trabalho estandardizado é possível melhorar e controlar o processo.

2.3. A Evolução do Ambiente Industrial

O ambiente industrial evoluiu ao longo dos anos de forma descontínua. As discontinuidades são identificadas por saltos disruptivos nos processos de fabrico, resultando em níveis de produtividade maiores. É a partir destas discontinuidades que apareceram as quatro revoluções industriais (Bortolini, Ferrari, Gamberi, Pilati, & Faccio, 2017).

A primeira revolução ocorreu entre o final do século XVIII e meados do século XIX. Nesta revolução houve um salto disruptivo com o aparecimento da energia a vapor que permitiu fabricar produtos customizados para o cliente final (Bortolini et al., 2017).

A segunda revolução industrial ocorreu do final do século XIX até meados do século XX, a qual envolveu o uso de eletricidade nos processos de fabrico permitindo um grande volume de produtos parecidos a custo unitário baixo. A este tipo de produção deu-se o nome de produção em massa (Bortolini et al., 2017).

De seguida, deu-se a terceira revolução industrial que durou desde o final do século XX até ao início do século XXI com a introdução da eletrónica, tecnologia da informação (TI) e automação. Estas tecnologias permitiram desenvolver um novo paradigma de produção, customização em massa, permitindo deste modo uma maior variedade de produtos a preços competitivos e em grandes quantidades (Bortolini et al., 2017).

Atualmente, o ambiente industrial está a passar pela quarta revolução industrial, chamada de indústria 4.0. O conceito de indústria 4.0 está relacionado com a conexão existente entre os sistemas, máquinas, clientes, fornecedores e objetos. A *Internet of Things* (IoT) é um conceito bastante usado e associado à quarta revolução industrial a qual é descrita como uma rede mundial de objetos conectados entre si baseados em protocolos de comunicação padrão (Bortolini et al., 2017).

Na figura seguinte um esquema das quatro revoluções industriais está representado com a respetiva descrição.





	1st industrial revolution	2nd industrial revolution	3rd industrial revolution	4th industrial revolution
				
Period	1780-1860	1870-1950	1970-2000	2000 -
Technology innovation	steam power & machine tools	electricity	electronic, IT, automation	Internet connected sensors
Production paradigm	craft production	mass production	mass customization	personalized production

Figura 5 - Revoluções Industriais
 Fonte: (Bortolini et al., 2017)

2.3.1. Indústria 4.0

O conceito indústria 4.0 foi proposto pela primeira vez em 2010 o qual é definido como a transformação abrangente de toda a produção industrial através da fusão de tecnologias de informação e comunicação (TIC) com os processos tradicionais de fabrico. Este novo estado industrial afeta as regras de competição, a estrutura da indústria e a procura dos clientes (Santos, Brittes, Fabián, & Germán, 2018).

A quarta revolução industrial é resultado do crescimento das empresas, mais propriamente o crescimento dos processos nas empresas. Este crescimento fez com que houvesse necessidade de torná-los mais flexíveis e com a grande quantidade de dados existentes houve a necessidade de os analisar e de os ter disponível em tempo real (Santos et al., 2018).

Na figura 6 estão presentes as várias tecnologias associadas à indústria 4.0, as quais são adaptadas aos sistemas produtivos das empresas.

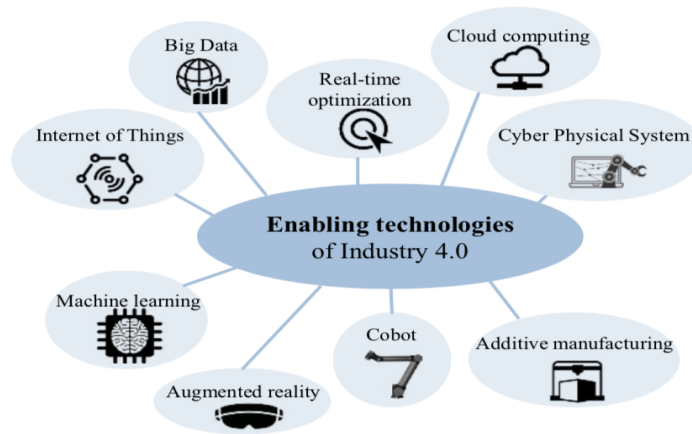


Figura 6 - Tecnologias da Indústria 4.0
 Fonte: (Bortolini et al., 2017)

Deste modo, a indústria 4.0 permite que as empresas otimizem os seus processos, operem automaticamente e sejam capazes de corrigir falhas com pouca ou nenhuma intervenção humana. Num futuro prevê-se que as empresas sejam controladas por máquinas e robots capazes de operarem praticamente sozinhos sem precisarem de humanos.

2.4. Problemas de Planeamento de Rotas

Muitas organizações são confrontadas todos os dias com um grande número de problemas de otimização, alguns deles com diferentes soluções, sendo que as empresas têm de saber analisá-las e utilizar critérios para selecionar a melhor alternativa. As empresas ao escolherem a melhor alternativa estão interessadas em maximizar ou minimizar uma função de avaliação. Portanto, planejar os problemas, aplicar o raciocínio e definir objetivos é algo muito importante neste campo de modo a fazer sempre boas escolhas (Rothlauf, 2011).

Segundo (Rothlauf, 2011), o planeamento de um processo envolve o planeamento ou problemas de otimização, sendo que este é visto como um processo sistemático e racional. O planeamento de um processo passa por várias etapas, as quais são enumeradas de seguida:

1. Reconhecimento de um problema;
2. Definição do problema;
3. Construção de um modelo para o problema;
4. Resolução do modelo;
5. Validação das soluções obtidas;
6. Implementação de uma solução.

Numa primeira fase é necessário analisar bem os processos de modo a identificar possíveis problemas.

De seguida, é necessário definir o (s) problema (s) em concreto e descrevê-lo (s), baseando-se nas observações efetuadas. Nesta fase são também expostas restrições e alternativas.

A terceira etapa passa por construir um modelo matemático para o problema, sendo que muitos destes problemas são de otimização combinatória. Os problemas de otimização combinatória preocupam-se em alocar a eficiência dos recursos limitados para atingir os objetivos desejados, pretendendo deste modo encontrar soluções que são ótimas ou próximas de serem ótimas, indo ao encontro de alguns objetivos e tendo em atenção as restrições existentes.

Posteriormente, o modelo matemático tem de ser implementado utilizando algoritmos, normalmente usando teorias de otimização. Estes algoritmos têm como principal objetivo encontrar a solução ótima, com o valor mínimo ou máximo, tendo em consideração o pretendido.

De seguida é necessário validar as soluções, ou seja, avaliá-las. Nesta fase entra, por exemplo, a análise de sensibilidade que estuda se a solução ótima depende da variação do modelo.

Finalizando, após a validação já é possível implementar as soluções encontradas, sendo que primeiro é implementada apenas uma alternativa para analisar o resultado e só se substitui a solução caso exista uma que gere um resultado melhor que o existente.

2.4.1. Problema de Rota de Veículos (VRP)

O problema de rota de veículos ou também conhecido por *Vehicle Routing Problem* (VRP) surgiu em 1959 por Dantzig e Ramser. Este tipo de problemas tem tido um papel bastante importante nas áreas da logística e da distribuição física de materiais, daí se ter desenvolvido e ganho importância ao longo dos anos (Afshar-nadjafi & Afshar-Nadjafi, 2014).

O VRP é considerado um problema clássico de otimização combinatória que tem como principal objetivo desenhar uma ou mais rotas ótimas desde um ou vários armazéns até um ou vários consumidores distribuídos geograficamente numa determinada região, tendo em conta uma série de restrições (Laporte, 1992).

Tal como já foi referido, devido à complexidade deste tipo de problemas há necessidade de recorrer a modelos matemáticos para os resolver. Como tal, a função objetivo e um conjunto de restrições são escritas de modo a descrever o problema, tal como o número de veículos, o tipo de veículos, janelas temporais, limite de carga, entre outros (Chen Chiang & Chen Yang, 2017).

O problema de rota de veículos divide-se em várias variantes dependendo do tipo de restrições impostas. Nesta seção irão ser expostas algumas das variantes mais conhecidas e utilizadas do VRP, assim como o problema do caixeiro-viajante.

2.4.1.1. Traveling Salesman Problem (TSP)

O problema do Caixeiro-Viajante ou também conhecido como *Traveling Salesman Problem* (TSP) consiste num caixeiro-viajante ter que visitar um conjunto de cidades a partir de outra, a chamada cidade inicial ou central, e retornar para essa cidade. O principal objetivo é minimizar a distância percorrida pelo caixeiro-viajante. O VRP é uma generalização do problema do caixeiro-viajante (Kumar & Panneerselvam, 2012).

2.4.1.2. Vehicle Routing Problem with Time Windows (VRPTW)

O VRPTW consiste em servir um conjunto de clientes num período de tempo definido com mínimo custo, sem violar a capacidade do veículo e o tempo total de viagem. As restrições associadas a este tipo de problemas englobam veículos idênticos, um armazém central, um conjunto de consumidores e uma network que liga o armazém central aos clientes (Kumar & Panneerselvam, 2012). Uma vez que esta variante do VRP restringe as janelas temporais este é considerado ainda mais complexo que o VRP (Jia, Li, Dong, & Ya, 2013).

O VRPTW é considerado um problema com objetivos múltiplos, no sentido que existem três objetivos principais os quais são a minimização do número de rotas, o tempo de viagem e o tempo de espera que é necessário para entregar dentro da janela temporal definida os materiais aos clientes (Cardoso, Sch, Mazayev, & Ey, 2015).

2.4.1.3. Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

O CVRP é uma versão clássica do VRP que consiste na construção de um conjunto de rotas tendo em conta as seguintes restrições: as rotas têm de começar e acabar no armazém central, a procura tem de ser alcançada, a capacidade do veículo não pode ser excedida, os clientes têm de ser visitados apenas por um veículo e os custos devem ser os mínimos possíveis (Subramanian, Uchoa, & Satoru, 2013).

A principal restrição deste tipo de problemas não são limitações em termos de tempo, mas sim a soma da procura total de cada rota não poder exceder a capacidade do veículo, sendo que todos os veículos têm de ter a mesma capacidade, ou seja, capacidade homogênea (Subramanian et al., 2013).

2.4.1.4. Multiple Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP)

O MDVRP é uma generalização do problema CVRP que consiste num conjunto de veículos. Tal como o CVRP cada veículo deve começar a rota e acabar no mesmo armazém, todos os requisitos do cliente devem ser conhecidos apenas por um veículo, as janelas temporais dos consumidores devem ser consideradas, para além de que a soma da procura satisfeita por um veículo não exceda a sua capacidade (Subramanian et al., 2013).

Este problema divide-se em vários níveis, no qual, numa primeira fase, os clientes são alocados a vários armazéns, geralmente utiliza-se o critério de proximidade, e, numa segunda fase, as rotas são traçadas de modo a ligar os clientes alocados ao mesmo armazém (Viera & Tansini, 2004).

O principal objetivo é satisfazer a procura de todos os clientes minimizando o número de veículos e a distância das rotas (Viera & Tansini, 2004).

2.4.1.5. Asymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem (ACVRP)

O ACVRP é uma variante do problema CVRP onde os custos de um par de vértices que representam as cidades a visitar não são necessariamente lineares. Esta variante é muito mais realista no sentido em que as cidades e ruas não são simétricas. O principal objetivo é minimizar o custo correspondente à distância percorrida (Subramanian et al., 2013).

2.4.1.6. Open Vehicle Routing Problem (OVRP)

Esta variante consiste em o veículo, após completar a sua rota de visitar todos os clientes, não necessitar de voltar ao armazém geral. Os principais objetivos são minimizar o número de veículos e minimizar os custos da viagem (Subramanian et al., 2013).

2.4.1.7. Dynamic Vehicle Routing Problems (DVRP)

O DVRP é um tipo de problema que apareceu mais recentemente devido ao aparecimento e posterior crescimento das tecnologias da informação. Esta variante destaca-se por novas encomendas aos clientes aparecerem mesmo quando está a ser efetuada a rota, o que leva a um cálculo em tempo real da nova rota tendo em conta as novas encomendas e capacidade. Ao mudar o planeamento em tempo real e durante a execução da rota torna-se um processo dinâmico cuja informação chega e é atualizada em tempo real (Kumar & Panneerselvam, 2012).

2.4.1.8. Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem (HFVRP)

A principal restrição deste tipo de variante é o facto de que podem existir diferentes tipos de veículos e o número existente destes é ilimitado. Consiste na formação de um conjunto de rotas de veículos a começar e acabar no mesmo armazém considerando que cada cliente só pode ser visitado uma única vez. O principal objetivo é o de minimizar os custos associados às rotas e de satisfazer as necessidades dos clientes sem exceder a capacidade do veículo (Onut, Kamber, & Altay, 2014).

2.4.1.9. Vehicle Routing Problem with Split Deliveries (VRPSD)

Quando a procura do cliente é igual ou superior à capacidade do veículo é necessário visitar esse cliente mais do que uma vez de modo a que a procura seja satisfeita. Esta variante do VRP introduzida por Dror e Trudeau em 1989 considera isso mesmo, ou seja, quando a capacidade do veículo é excedida cada cliente pode ser servido por mais do que um veículo (Archetti, Savelsbergh, & Grazia, 2008).

2.4.1.10. Vehicle Routing Problem with Pickups and Deliveries

O conceito VRPSPD é uma subclasse do VRP proposto em 1989 por Min com o principal objetivo de diminuir os custos e a deslocação do (s) veículo (s) (Fan, 2011). Hoje em dia, este tipo de problemas tem inúmeras utilizações, principalmente no que diz respeito à área da logística inversa (Wassan & Nagy, 2014).

O problema consiste num conjunto de veículos homogéneos ou heterogéneos que transportam os materiais desde o armazém até ao consumidor e do consumidor até ao armazém, ou seja, é um caso em que combina tanto a entrega como a recolha de materiais numa única paragem, de modo que não viole as restrições de capacidade (Wassan & Nagy, 2014) (Zhao, Huan Mu, Wang, & W. Sutherland, 2016).

2.4.1. Métodos de Resolução de Problemas de Rotas de Veículos

Uma vez que os problemas de rotas de veículos são classificados como NP-completo são necessárias heurísticas para resolver este tipo de problemas. De entre os vários métodos

estudados destacam-se os métodos exatos, as heurísticas clássicas e as meta-heurísticas. Nesta seção irão ser mencionados e explicados esses algoritmos desenvolvidos.

2.4.1.1. Métodos Exatos

Os métodos exatos são especialmente usados para resolver o problema CVRP dos quais se destaca o algoritmo “*Branch-and-Bound*” (Kumar & Panneerselvam, 2012).

O “*Branch-and-Bound*” (B&B) é um algoritmo que pretende resolver problemas de rotas de veículos baseando-se em dois conceitos fundamentais: *branching* e *bounding*. O *branching* consiste em construir uma árvore que permita dividir o problema principal em problemas de dimensões mais reduzidas, subproblemas, para simplificar a sua resolução. De seguida é necessário definir um critério para escolher o subproblema a analisar e só em último lugar é que se aplica o *bounding* no qual se define o limite superior, sendo este a melhor solução obtida até à altura, e se define um limite inferior que é obtido pela resolução de um problema com relaxação linear das restrições. Caso a solução não melhore a função objetivo então esta é rejeitada.

Portanto o algoritmo B&B para minimizar o problema consiste em três componentes principais:

- A função *bounding* que permite criar um subespaço a partir do espaço que é o problema principal;
- Aplicar a estratégia escolhida para selecionar o subespaço de soluções a ser investigado na iteração atual;
- A regra *branching* aplicada a um subespaço, subdividindo o subespaço em dois ou mais subespaços a serem investigados nas próximas iterações.

2.4.1.2. Heurísticas Clássicas

As heurísticas são um conjunto de procedimentos que ajudam a resolver problemas de rota de veículos (VRP). No entanto, é necessário ter cuidado quando são aplicados estes métodos, de modo a assegurar que apenas rotas que sejam exequíveis e viáveis sejam originadas (Laporte, 1992).

De entre os vários algoritmos que existem destaca-se o de “*Clarke and Wright Algorithm*” e “*The Sweep Algorithm*”.

O “*Clarke and Wright Algorithm*” também conhecido como algoritmo de *savings* foi proposto em 1964 e é considerado o método mais utilizado para resolver VRPs.

O método começa com uma rota de veículos que contém um armazém principal e um outro vértice. De seguida uma outra rota vai se juntar à inicial, de acordo com o critério da maior poupança e assim sucessivamente até a rota estar completa.

O “*The Sweep Algorithm*” (Wren, 1971; Wren e Holliday, 1972; Gillett e Miller, 1974) é um algoritmo que ajuda na resolução de problemas CVRPs com um, ou mais, armazéns e vértices localizados num plano.

Numa primeira fase um veículo é escolhido, iniciando a rota no vértice que tenha o menor ângulo. Posteriormente é escolhido o próximo vértice com o menor ângulo e assim sucessivamente, de modo a que a capacidade do veículo não seja excedida.

2.4.1.3. Meta-Heurísticas

Nos últimos 20 anos um novo tipo de algoritmos aproximados que combina métodos de heurística básica apareceu, de modo a explorar de forma eficaz o espaço de pesquisa, ao qual se deu o nome de meta-heurísticas. Pode considerar-se que as meta-heurísticas são um conjunto de conceitos usados para definir métodos heurísticos, ou seja, é um algoritmo geral que pode ser aplicado em diferentes problemas de otimização adaptando-se às especificações de cada problema.

Segundo (Blum & Roli, 2003), as meta-heurísticas dividem-se em cinco categorias:

1. *Nature-Inspired vs Non-Nature Inspired* - Uma maneira de classificar as meta-heurísticas é relativamente às origens dos algoritmos. Os algoritmos classificados como *nature-inspired* são, por exemplo, o Algoritmo Genético e o Algoritmo das Formigas, enquanto os algoritmos classificados como *non-nature inspired* são, por exemplo, a Pesquisa Tabu e o de Pesquisa Local.
2. *Population-Based vs Single Point Search* - Esta categoria baseia-se no número de soluções, ou seja, algoritmos como os de Pesquisa Tabu, Pesquisa Local e o de Pesquisa da Vizinhança Variável são considerados problemas com uma única solução.
3. *Dynamic vs Static Objective Function* - As meta-heurísticas também podem ser classificadas de acordo com a função objetivo usada. Existem muitos algoritmos em que a função objetivo é a mesma ao longo da pesquisa. No entanto, existem outras funções objetivos que podem modificar-se durante a aplicação do algoritmo.
4. *One vs Various Neighborhood Structures* - Esta categoria baseia-se no modo como a vizinhança está estruturada, ou seja, se é apenas uma única vizinhança ou um conjunto de estruturas de vizinhanças chamadas de *Variable Neighborhood Search* (VNS).
5. *Memory Usage vs Memory-less Methods* - Uma característica muito importante é classificar as meta-heurísticas consoante o uso que elas fazem do histórico, ou seja, se usam ou não memória.

De seguida são apresentados dois dos métodos mais conhecidos para resolução do VRP utilizando meta-heurísticas que é o *Simulated Annealing* e o *Tabu Search*.

O *Simulated Annealing* é uma meta-heurística cujo principal objetivo é o de encontrar o mínimo global para uma função contínua. Basicamente é um algoritmo que simula a cadeia de Markov de estados finitos não estacionários cujos espaços de estados é o domínio da função do custo a ser minimizada (Blum & Roli, 2003). Em cada iteração deste algoritmo a solução atual e a nova solução encontrada são comparadas e, caso a nova solução não melhore a função objetivo, esta pode ser considerada com uma probabilidade variável, pelo que, nas últimas iterações o algoritmo irá convergir para um ótimo local e não um ótimo global.

O *Tabu Search* introduzido por Glover em 1986 é uma meta-heurística utilizada para a resolução de problemas que explora o espaço de soluções movendo-se em cada iteração da solução atual para a melhor solução até ao momento. Neste método é possível a deterioração da função objetivo ao contrário dos outros métodos clássicos. A Pesquisa Tabu só rejeita uma nova solução se esse caminho já tiver sido percorrido anteriormente assegurando desta maneira novos conjuntos de soluções escapando aos ótimos locais (Jia et al., 2013).

3. Apresentação do Problema

Neste capítulo é apresentada a empresa onde foi realizado o projeto de estágio, a OLI - Sistemas Sanitários, S.A., a sua história, evolução, produtos comercializados e produzidos, a posição da mesma no mercado, entre outros aspetos relevantes.

De seguida, o funcionamento do departamento de Logística Externa é exposto e são apresentadas as áreas no qual o mesmo se divide.

Por último, é apresentada a situação inicial da área de descargas, local onde foi realizado este trabalho e os problemas identificados a partir desta análise.

3.1. A OLI - Sistemas Sanitários, S.A.

A Oliveira & Irmão foi fundada no dia 1 de março de 1954, em Aveiro, por António Rodrigues Oliveira e por Saul Rodrigues Oliveira, como uma pequena empresa familiar com o negócio de comercialização de artigos e fundição e de equipamentos para a agricultura.

Em 1993 integrou o grupo Silmar sediado em Itália, que atua em quatro setores: aquecimento, alumínio, hidráulica, cromagem e antifogo, dando-se a criação da OLI Itália.

A OLI obteve a sua primeira certificação, NP EN ISSO 9002, em 1998, tendo em conta a política de qualidade.

Em 2007 iniciou-se o projeto da implementação do *kaizen*, com o objetivo de uma diminuição dos desperdícios e uma melhoria continua nos processos.

No ano de 2012, a OLI passa a deter a OLI Rússia e em 2016 a OLI Alemanha.

Em 2017, ao fim de 63 anos, a empresa mudou o nome para OLI - Sistemas Sanitários, S.A., devido à internacionalização e à necessidade do seu nome ser reconhecido a nível internacional. O lema da empresa é bastante simples “Antecipar necessidades. Encontrar soluções de futuro”.

Atualmente, a OLI - Sistemas Sanitários, S.A. é detida em 50% pela empresa Oliveira & Irmãos e 50% pela empresa Valsir com sede em Itália. Em termos de entidades inclui:

- OLI - Sistemas Sanitários, S.A., Aveiro
- OLI, SRL., em Brescia, Itália
- OLI RUS, em Moscovo, Rússia
- OLI Sanitärssysteme, em Möckmühl, Alemanha
- Moldaveiro – Moldes, Lda, em Aveiro, Portugal
- Soplasmor – Sociedade Plásticos do Norte, em Matosinhos, Portugal

A principal missão da OLI é criar soluções de banho hidricamente sustentáveis e ser uma empresa de excelência reconhecida pela criação de valor, inovação, relações éticas e paixão pelas pessoas e pelo planeta.

Os principais princípios são os de implementar sistemas de gestão estratégica ao longo de toda a cadeia de valor e partilhar os princípios organizacionais da política do sistema de gestão integrado, principalmente o princípio da melhoria continua e envolvê-los na missão da empresa.

3.1.1. Produtos

Com uma área total de 82 mil metros quadrados a OLI consegue controlar toda a cadeia de valor desde a ideia até à comercialização (figura 7). A sede em Aveiro é composta pelas instalações industriais e administrativas e instalações comerciais designadas também por AZIA – Armazém da Zona Industrial de Aveiro. A principal atividade é a conceção, produção e comercialização de autoclismos e mecanismos para a indústria cerâmica. No entanto, também comercializa equipamentos para casas de banho e instalações de aquecimento.

Hoje em dia, a OLI é conhecida como a maior produtora de autoclismos da Europa do Sul com uma produção semanal de 43 700 autoclismos e 64 000 mecanismos. De salientar que a OLI é a única empresa portuguesa a produzir autoclismos interiores.



Figura 7 - Vista Aérea da Empresa
Fonte:("OLI," 2019)

3.1.2. Certificações

A nível da qualidade é certificada pela NP EN ISO 9001, em termos de ambiente pela NP ISO 14001 e a nível da segurança pela NP4397.

Na vertente de investigação, desenvolvimento e inovação (IDI) a NP 4457 é a que prevalece.

Em termos ambientais, a OLI projeta e produz autoclismos respeitando as questões ambientais. Quanto à eficiência hídrica, na OLI é possível encontrar diversos modelos de autoclismos certificados pela ANQIP com o nível Classe A, o que significa que a empresa usa de forma eficiente e consciente a água.

3.1.3. Inovação e Tecnologia

Nos últimos anos, a OLI tem investido bastante na tecnologia de modo a estar a par da inovação. Há inúmeros exemplos do desenvolvimento e inovação da OLI, entre eles, a massificação da dupla descarga do autoclismo, o desenvolvimento da torneira de boia que permite o rápido e silencioso enchimento dos autoclismos, o sistema autossustentável *Hydroboost* que utiliza a energia criada pela água para efetuar descargas, entre outros.

Todas estas inovações permitiram à OLI obter a certificação de Sistemas de Gestão e Investigação, Desenvolvimento e Inovação.

3.1.4. Princípios do Sistema de Gestão Integrado

O processo de melhoria contínua inicia-se com a monitorização dos processos e identificação dos fatores para a evolução. Portanto, é possível fazer mais e melhor assumindo uma atitude de pesquisa por falhas e de possíveis soluções de melhoria. Para ajudar na gestão da empresa e do seu processo produtivo existe um *software* de gestão integrado chamado IFS (*Industrial and Financial Systems*) que ajuda a interligar os vários departamentos e conhecer em tempo real o que se passa em cada setor da empresa.

Tendo em conta o sistema de gestão integrado é possível observar na tabela seguinte o que se deve e não deve fazer, ou seja, o conjunto de princípios que os colaboradores OLI devem respeitar e cumprir.

A fazer ...	A não fazer ...
Ter sentido crítico e curiosidade intelectual pelo que se passa dentro e fora da OLI	Acomodar-se ao que está estabelecido
Procurar a melhoria contínua e a inovação em todas as atividades	Não contribuir com novas ideias e soluções
Dar resposta perante uma nova situação/imprevisto, ajustando os procedimentos e metodologias de trabalho	Resistir à mudança
Monitorizar proactivamente o seu desempenho em função dos objetivos, indicadores, planeamento e <i>standards</i> definidos	Desresponsabilizar-se e não monitorizar o seu desempenho
Trabalhar com responsabilidade e qualidade e garantir que não existem erros	Desvalorizar os erros cometidos e não atuar sobre a sua fonte

Tabela 2 - Princípios do Sistema de Gestão Integrado

3.1.5. Estrutura Organizacional

Na figura seguinte está representada a estrutura hierárquica da OLI a qual se divide em três grandes grupos: a Administração, os Recursos Humanos e o Sistema de Gestão Integrada. Para além destes grupos, há quatro direções gerais: Direção de Apoio, Direção Comercial, Direção de Compras e Direção Industrial.

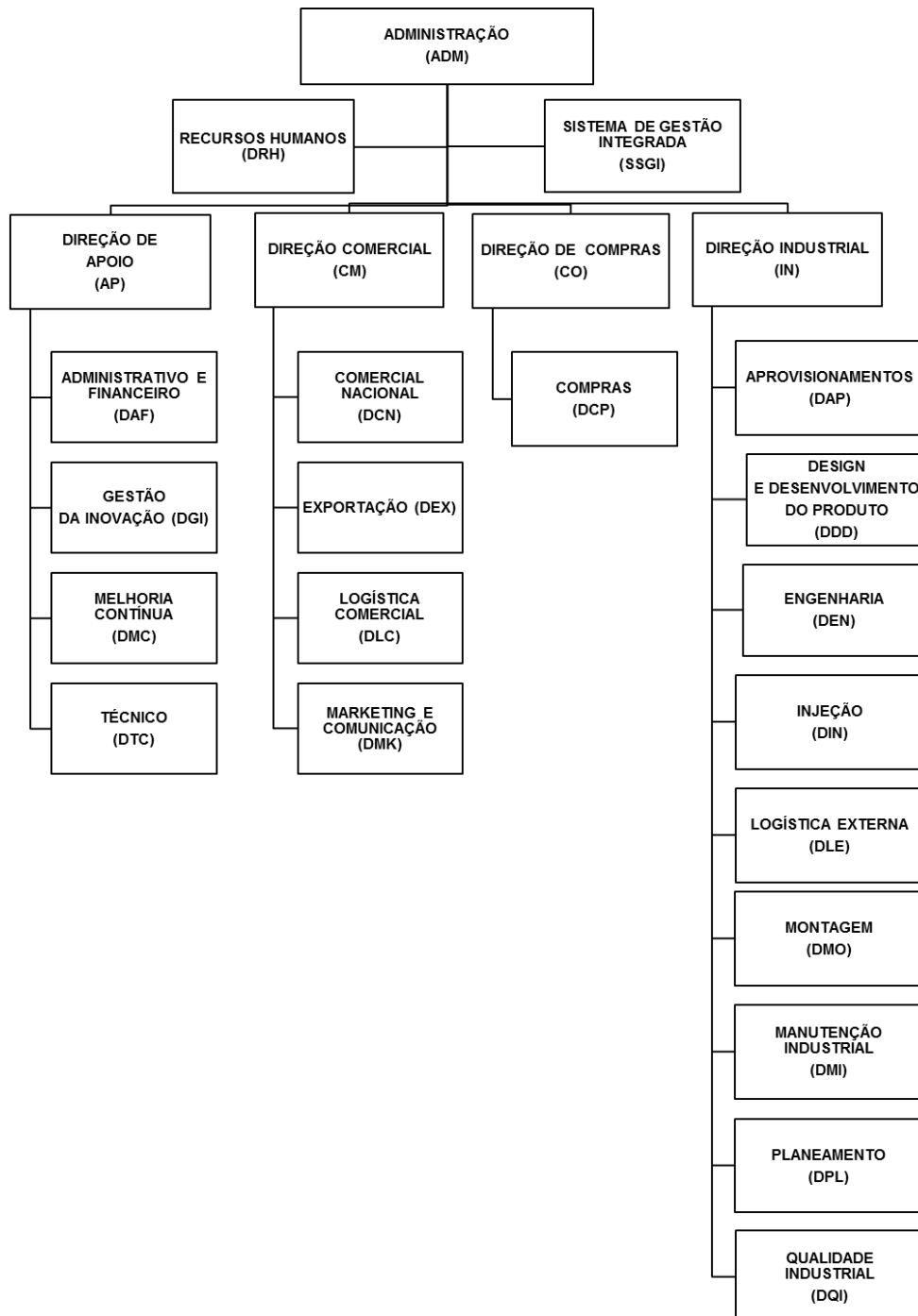


Figura 8 - Estrutura Organizacional
Fonte: ("OLI," 2019)

3.1.6. Posição de Mercado

No que diz respeito ao volume de negócios registados, em 2018 verificou-se que este aumentou face ao ano anterior, atingindo os 56,3 milhões de euros. Cerca de 80% do que é produzido é para exportar para mais de 80 países dos cinco continentes (figura abaixo). Uma vez que cada mercado tem as suas próprias características, ou seja, é único, a OLI adapta-se aos diversos mercados, inovando e desenvolvendo produtos personalizados e diferentes fazendo com que se destaque da concorrência.

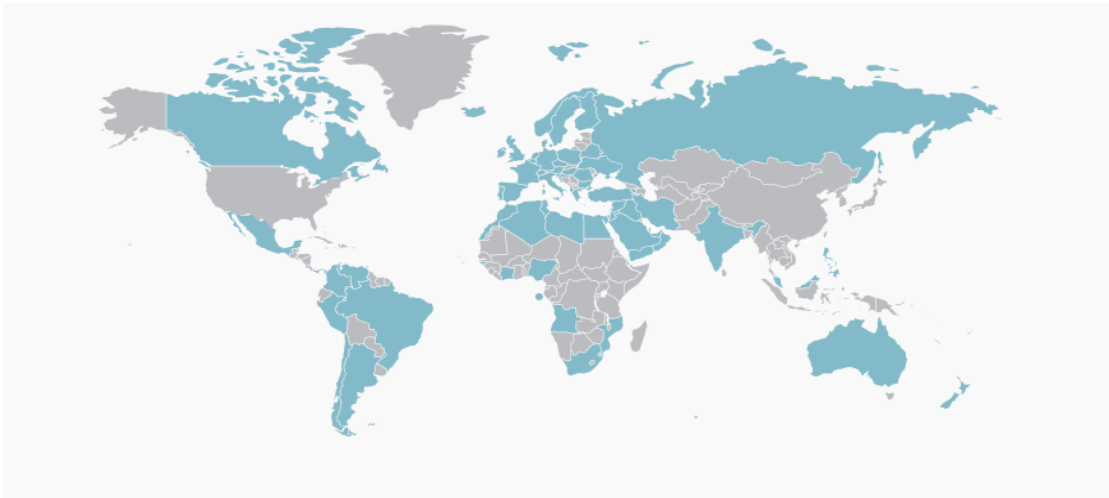


Figura 9 - Mercado OLI
Fonte: (“OLI,” 2019)

Em todos os continentes existem diversas marcas onde a OLI está presente, como por exemplo, Torre dos Clérigos (Portugal), Hotel Palm Cove (Austrália), Hotel Amazon Discovery (Peru) e Estádio Municipal de Aveiro (Portugal), entre outras.



Figura 10 - Marcas OLI

3.1.7. Processo Produtivo

O fluxo produtivo começa com a entrada de uma encomenda de um cliente que leva a um planeamento de produção e marcação de cargas. A marcação de cargas diz respeito ao planeamento de quando irá ser feito o processo de carga no camião para entrega ao cliente de modo a cumprir com os prazos de entrega. Já quanto ao planeamento da produção, o departamento de Planeamento Industrial analisa as necessidades de material que irá ser comprados aos fornecedores externos. Os materiais adquiridos ao darem entrada no sistema são armazenados para que, quando forem necessários irem para as linhas de injeção e/ou de montagem.

O processo de fabrico inicia-se com a injeção das matérias-primas adquiridas nas máquinas de injeção, sendo posteriormente armazenadas nos armazéns, até irem para as linhas de montagem, ou irem diretamente para os supermercados das linhas de montagem, caso as peças sejam necessárias no momento.

As peças injetadas e os restantes materiais adquiridos vão para as linhas de montagem de produção do produto final ou intermédio (produtos que irão ser utilizados noutras linhas de montagem). As linhas de montagem estão divididas em vários setores: torneiras, válvulas, embalagens, placas, blisters, CBT, estruturas, mecanismos, autoclismos falsos, autoclismos exteriores, autoclismos interiores e sacos de acessórios.

O produto finalizado é enviado para armazém onde fica guardado, para de seguida ser faturado e expedido para o cliente.

Na figura seguinte é possível observar o fluxo produtivo descrito anteriormente.



Figura 11 - Fluxo Produtivo da OLI

O projeto a desenvolver terá lugar no departamento de Logística Externa pelo que é importante conhecer como este funciona e as principais tarefas associadas ao departamento.

3.2. Departamento de Logística Externa

O departamento de Logística Externa (DLE) é responsável pela entrada do material em armazém até à expedição do produto acabado ao cliente final (figura 12). O DLE funciona 5 dias por semana em 3 turnos.

As tarefas associadas ao departamento são as seguintes:

- Receção da matéria-prima;
- Alocação do material ao armazém;
- Abastecimento às células produtivas;
- Expedição do produto acabado ao cliente.

Deste modo, o DLE divide-se em quatro processos: descargas, armazenamento, abastecimento e expedição.

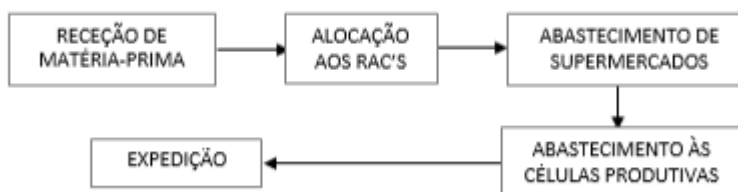


Figura 12 - Atividades da Logística

3.2.1. Descargas

O processo de descarga de materiais adquiridos aos fornecedores é consequência das necessidades de produção que levam a encomendar matérias-primas. Uma vez que a empresa só fabrica material injetado é necessário adquirir os restantes materiais e os pigmentos necessários para a injeção. As atividades relacionadas com o processo de descarga vão desde a receção dos materiais adquiridos, entrada do material no sistema ERP da empresa e identificação da mercadoria até ao respetivo armazenamento. O processo de descargas irá ser a área de foco do projeto, pelo que irá ser explicado detalhadamente mais à frente.

3.2.2. Armazenamento

O armazenamento diz respeito à organização dos materiais, tanto adquiridos como injetados em armazém. Os armazéns onde os materiais são armazenados estão divididos em tipologia de produto e estes são distribuídos consoante o tipo.

3.2.3. Abastecimento

O abastecimento está relacionado, tanto com as linhas de montagem como com os supermercados. O supermercado é o local onde os componentes são armazenados, para que a sua utilização seja a mais ergonómica possível. Uma vez que a dimensão dos supermercados vai ao encontro da dimensão da célula, estes são dimensionados com os componentes mais utilizados nas respetivas células nos últimos seis meses.

Relativamente ao abastecimento das linhas de montagem, este é assegurado pelos comboios logísticos ou também designados de *mizus*. O princípio de funcionamento segue a lógica caixa cheia/ caixa vazia, isto é, os *mizus* recolhem dos supermercados as caixas com o material que é necessário abastecer às linhas produtivas consoante as necessidades por *shop order* e, conseqüentemente, recolhem das linhas as caixas vazias.

A *query* é o documento que contém as necessidades do que é necessário recolher do supermercado para entregar às linhas. Estas necessidades são colocadas pelos chefes de linha nos quadros de nivelamento duas horas antes da produção para os *mizus* terem tempo de abastecer as células de produção. Para além disto, no supermercado o *mizu* gere os *kanbans*, os quais são retirados das caixas vazias e colocados no quadro de construção de lote para gestão das caixas que foram gastas nas células. Após a construção de um lote, os *kanbans* são colocados no sequenciador para os abastecedores recolherem os materiais que são necessários abastecer ao supermercado.

No entanto, existem casos excecionais em que o abastecimento à linha é realizado diretamente pelo abastecedor, como é o caso das gaiolas de esferovite e na área da injeção.

3.2.4. Expedição

A expedição é a área da logística responsável por enviar o produto acabado ao cliente. A equipa responsável trata, desde o armazenamento do produto final até à colocação do mesmo no veículo que irá levar os produtos até ao cliente final.

3.3. Análise da Situação Inicial

Diariamente existem diversas descargas de materiais vindas de fornecedores e consequentemente várias entradas de material em armazém. A descarga de materiais funciona cinco dias por semana desde as 8h até às 19h50, sendo que existem três colaboradores da Logística Externa responsáveis pela receção da matéria-prima e respetiva alocação ao armazém.

De entre os vários tipos de fornecedores, existem os chamados Serviços Externos, empresas de pequenas dimensões contratadas pela OLI para fazer sacos de acessórios e/ou pré-montagens cuja cadência não é tão acentuada. Estes fornecedores deslocam-se no próprio veículo à OLI para recolher os materiais necessários para executarem o seu trabalho, para depois entregarem novamente já com as pré-montagens e sacos de acessórios feitos.

Apesar de a OLI ter uma linha de montagem de sacos de acessórios, esta não tem capacidade de produzir todos os que são necessários. Foi então estipulado que a linha apenas produz sacos de acessórios cuja cadência é mais acentuada e cujas peças neles utilizadas são de pequenas dimensões, contratando pequenas empresas para executar o restante trabalho, ou seja, os Serviços Externos. Esta decisão de subcontratar empresas deve-se ao facto de os custos associados não serem tão elevados comparativamente com os de ter mais linhas de montagem de acessórios na própria fábrica.

A lista de fornecedores de Serviços Externos é composta por 33 entidades, Portuguesas, Italianas e Finlandesas, sendo que muitas delas se deslocam frequentemente à OLI, enquanto outras apenas se deslocam muito raramente, uma vez que são de longe.

Quanto ao planeamento de descargas dos fornecedores, este é efetuado pelo departamento de Planeamento Industrial o qual interage com os diversos fornecedores para adquirir os materiais e matérias-primas necessárias consoante as necessidades da empresa. De modo a que o planeamento esteja disponível para os colaboradores colocou-se um quadro branco personalizado na área das descargas onde se colocam os cartões com os nomes dos fornecedores no dia da semana e hora planeada. Este quadro é atualizado regularmente consoante o planeamento e as respetivas alterações.

Para além disto, neste quadro é possível ver algumas informações relevantes e indicadores, tais como o número de descargas diárias, as quais são atualizadas também diariamente. De modo a este quadro ser mais visual, os cartões com os nomes dos fornecedores são de cores diferentes para distinguir os fornecedores com janela temporal definida (cor azul), janela temporal não definida (amarelo) e devoluções (vermelho).

O quadro encontra-se representado na figura seguinte, sendo possível ver os diferentes elementos que se fazem acompanhar e a sua organização.



Figura 14 - Armazenamento de Material para Serviços Externos

Os fornecedores de Serviços Externos podem ter hora agendada e então têm prioridade sobre os restantes. Caso contrário, aguardam pela sua vez e são atendidos consoante a ordem de chegada. Quando os Serviços Externos chegam à OLI dirigem-se à zona de descargas e comunicam a sua chegada utilizando um telefone que se encontra nessa mesma área para o efeito. O colaborador responsável pela carga dirige-se à zona de descargas e, se a mercadoria for pontual, entrega diretamente ao fornecedor, caso contrário, o colaborador recolhe a respetiva palete e carrega o veículo com a mercadoria.

3.3.1.2. Recolha de Materiais dos Serviços Externos

Para haver uma descarga de material é necessário surgir uma necessidade de produção que leva a uma encomenda ao fornecedor. Os fornecedores podem ter hora planeada e, tal como já foi referido, nesse caso, têm prioridade sobre os restantes, caso contrário utiliza-se a regra da ordem de chegada. Ao chegarem à zona de descargas os fornecedores de Serviços Externos, tal como já foi mencionado, comunicam a sua chegada utilizando um telefone e o colaborador logístico ao receber a chamada irá ao encontro do fornecedor.

Se a mercadoria vinda do fornecedor for pontual, esta é colocada numa corrediça na zona de descargas (figura 15), caso contrário, é necessário analisar se a mercadoria já se encontra em paletes ou não. Caso não esteja em paletes, deve-se formar a palete e só depois é que se descarrega a mercadoria. Se não estiver em paletes, deve descarregar-se de imediato a mercadoria e de seguida dar entrada no IFS com auxílio da guia de transporte que se faz acompanhar da encomenda entregue pelo fornecedor.



Figura 15 - Corrediça de Material Pontual

Por último, caso seja material que necessita de ser rececionado coloca-se o mesmo na zona de receção técnica (figura 16), caso contrário, é imediatamente identificado e armazenado no armazém consoante o tipo de material (ver anexo 1).



Figura 16 - Zona de Receção Técnica

3.4. Problemas Identificados

O problema que se vivencia no Departamento de Logística Externa diz respeito à quantidade de entregas e recolhas de materiais dos fornecedores de Serviços Externos todos os dias úteis da semana que acabam por se tornar significativas no processo de descargas de materiais, apesar dos mesmos serem considerados materiais supérfluos.

Para além disto tornou-se uma necessidade mudar o modo como o planeamento está a ser realizado, tentando deste modo concentrar algumas entregas numa única receção e reduzir a quantidade de entregas diárias.

Na tabela 3 está representado o percurso e tempo que um colaborador demora a efetuar a entrega e/ou recolha de material de um dos fornecedores mais frequentes, no dia 11 de Outubro 2018.

Nº Deslocação	Tempo (seg)	Tipo de Deslocação
1	38.17	Entrega mercadoria
2	31.89	Recolha de mercadoria
3	69.39	Entrega de mercadoria
4	65.73	Recolha de mercadoria
5	19.15	Trajeto sem mercadoria
6	45.67	Recolha de mercadoria
7	20.01	Trajeto sem mercadoria
8	27.86	Recolha de mercadoria
9	47.87	Recolha de mercadoria
10	55.97	Recolha de mercadoria
11	20.05	Trajeto sem mercadoria
12	68.65	Recolha de mercadoria
13	107.65	Entrega de mercadoria
14	12.89	Arrumar paletes vazias
Nº Paletes Entregues		3
Nº Paletes Recebidas		7
Tempo Total Despendido (seg)		630.95
Tempo Desperdiçado (seg)		72.1
Tempo Médio Despendido/Trajeto (seg)		45

Tabela 3 - Encomenda Fornecedor Serviços Externos 11 de Outubro 2018

Um aspeto a notar é o facto de não existir um planeamento rigoroso, o que leva a que muitas das vezes houvesse fornecedores planeados para a mesma hora ou com intervalos pequenos acarretando muita entropia e tempos de espera por parte dos fornecedores elevados. Na figura 18 está presente um cenário real e que diariamente afeta a OLI, a zona de descargas com vários fornecedores à espera de serem atendidos.



Figura 18 - Zona de Descargas Situação Inicial

Um último ponto encontrado é o facto de não ser possível calcular os KPIs (*Key Performance Indicator*), ou seja, os indicadores que permitem medir a capacidade do processo, nomeadamente o cumprimento do horário por parte dos fornecedores e o tempo médio de permanência na OLI.

Tendo em conta os problemas identificados é necessário propor soluções que resolvam ou minimizem os problemas existentes, as quais serão apresentadas de seguida.

4. Apresentação e Implementação de Propostas de Melhoria

Tal como exposto no capítulo anterior, a situação inicial foi analisada e a partir da mesma foi possível identificar um conjunto de problemas relacionados com os fornecedores de Serviços Externos. Como tal, houve a necessidade de identificar e desenhar propostas de melhoria de modo a resolver ou minimizar os problemas existentes. Neste capítulo são exibidas e descritas as soluções a serem implementadas.

4.1. Otimização de Rota com os Fornecedores de Serviços Externos

Tendo em conta o problema do elevado fluxo de material e de descargas de fornecedores de Serviços Externos todos os dias úteis da semana, irá ser sugerida uma rota otimizada com esses mesmos fornecedores.

Uma vez que o problema se encontra reconhecido e explorado já é possível definir o modelo de programação linear que determina rotas ótimas com um conjunto de fornecedores de Serviços Externos, de acordo com as encomendas diárias. Para tal, numa primeira fase foi realizado um estudo e recolha de dados necessários à construção da rota otimizada. De seguida, com os dados recolhidos foi implementado um modelo de programação linear que caracteriza e resolve o problema. Numa terceira fase foi testado o modelo e avaliadas as soluções obtidas, em conjunto com os Serviços Externos, para verificar se foram ou não atingidos os objetivos.

4.1.1. Grupo Fornecedores Serviços Externos

Primeiramente foi analisada a localização dos fornecedores e a sua distância à OLI. No anexo 3, está representado, a vermelho, um mapa que mostra a distribuição dos vários Serviços Externos da OLI pela Europa. Uma vez que existem vários fornecedores a uma distância considerável da OLI não faz sentido contemplar os mais afastados no estudo, pois deixava de ser uma solução eficiente, pelo que se utilizou o critério da distância para analisar quais dos fornecedores é que fariam sentido utilizar no estudo. Para fazer esta análise foram contempladas as várias alternativas que os fornecedores têm para se deslocarem à OLI sendo, deste modo, necessário realizar a média da distância a percorrer por cada fornecedor, encontrando-se os dados no anexo 2. No gráfico 2 está representada a distância média dos fornecedores, em quilómetros à OLI, de modo a entender quais deles é que devem ser incluídos no estudo.

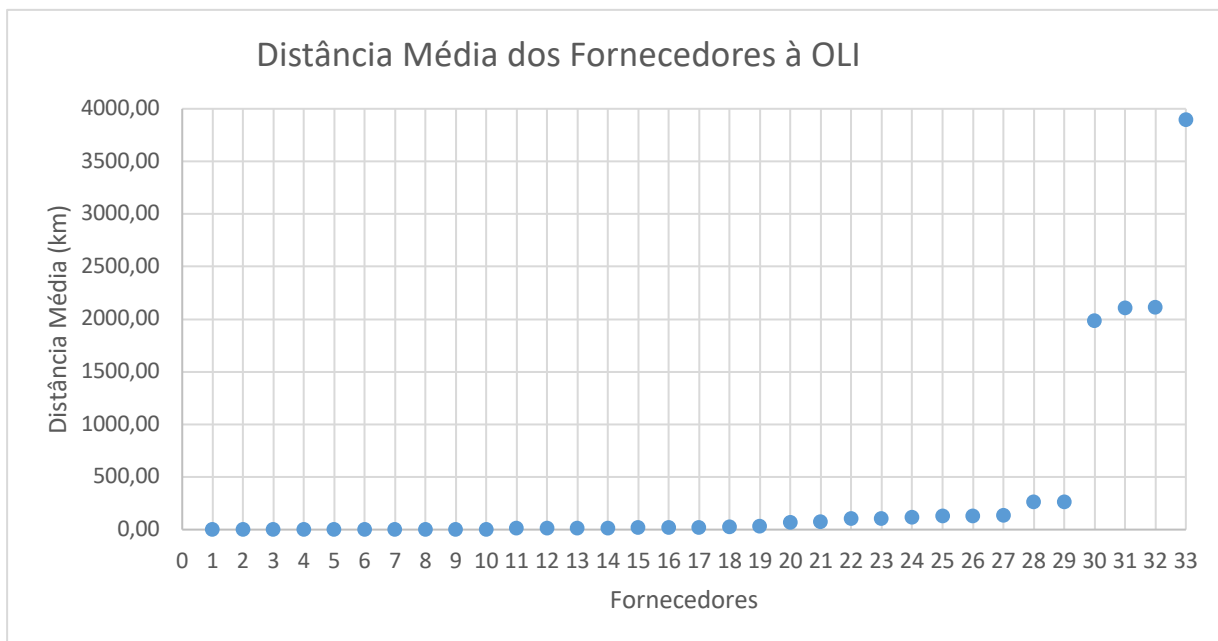


Gráfico 2 - Distância dos Serviços Externos à OLI

Nesta fase foram excluídos da análise todos os fornecedores que se encontram a mais de 40km da OLI passando de 33 fornecedores de Serviços Externos para 19 fornecedores.

Destes 19 fornecedores de Serviços Externos há quatro que não podem ser incluídos no estudo por motivos internos.

No anexo 4 está presente um mapa com a distribuição dos Serviços Externos em Portugal Continental e no anexo 5 os fornecedores escolhidos para estudo e análise.

De seguida, outro parâmetro a analisar foi a frequência com que os fornecedores de Serviços Externos se deslocam à OLI para entregar e/ou receber material. Para tal, examinou-se durante várias semanas as entradas dos fornecedores na portaria da OLI a partir dos registos efetuados pelo segurança (ver anexo 6). A partir destes dados constatou-se que existem muitos fornecedores que se dirigem poucas vezes à OLI e, como tal, destes 15 fornecedores apenas 6 deles se dirigem à OLI pelo menos 2 vezes por semana, sendo estes os escolhidos (ver tabela 4).

Fornecedor	Frequência de Recolha e/ou Entrega em Média/Semana
19	4
13	4
5	4
6	4
10	3
2	2

Tabela 4 - Frequência de Recolha e/ou Entrega em Média por Semana

Seguidamente, após o grupo de Serviços Externos escolhido é necessário proceder com a recolha dos dados para a definição do modelo de programação linear, os quais são:

1. Número de caixas movimentadas;
2. Quantidade de materiais entregues e recebidos;
3. Volume de material entregues e recebidos;
4. Número de paletes;
5. Matriz de distância entre os fornecedores.

Para tal, foi considerado um período de seis meses de modo a ser mais rigoroso o estudo relativo às encomendas realizadas aos fornecedores, desde o dia 5 de junho de 2018 até ao dia 5 de dezembro de 2018, ou seja, desde a semana 23 até à semana 49, sendo que nesta última semana apenas estão contemplados três dias úteis.

4.1.2. Caixas Movimentadas para os Serviços Externos

Relativamente ao número de caixas movimentadas para os Serviços Externos, no gráfico seguinte é possível verificar que ao longo do período contemplado houve uma média de 7 292 caixas por semana.

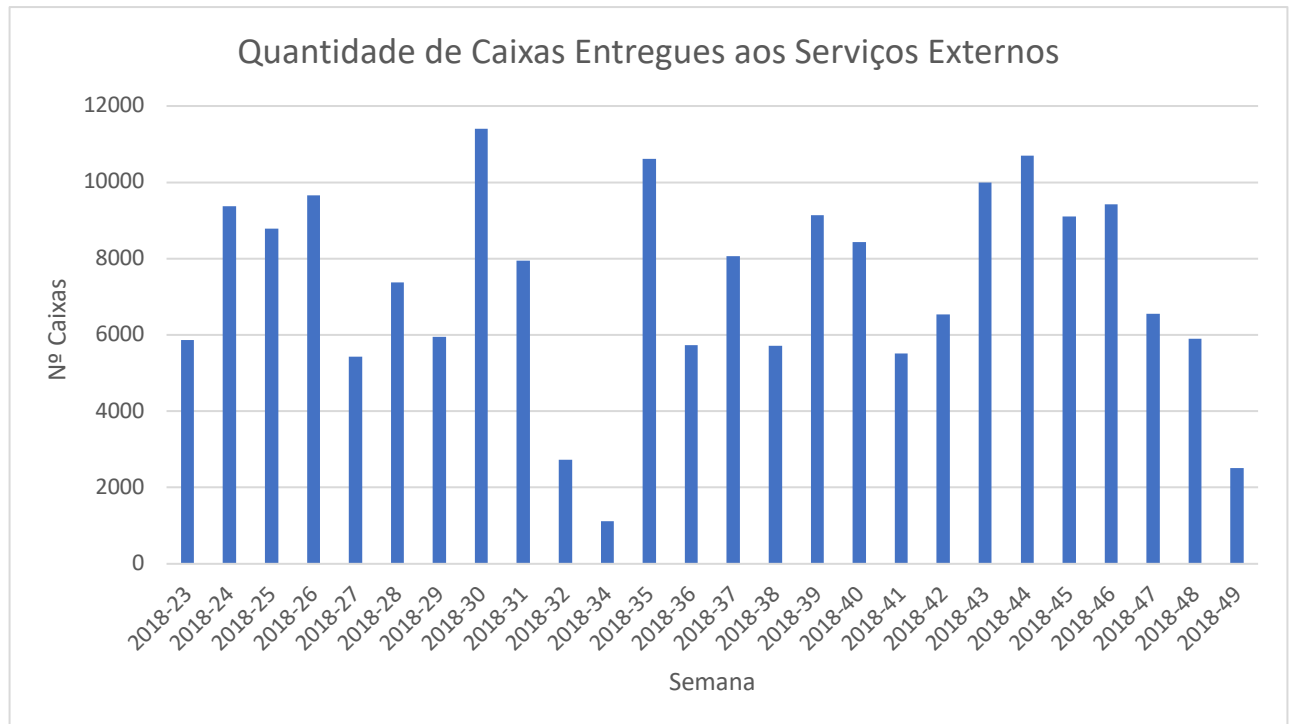


Gráfico 3 - Quantidade de Caixas Entregues aos Serviços Externos

A semana 30 corresponde à semana onde houve uma maior movimentação de caixas para os Serviços Externos e, pelo contrário, a semana 34 foi aquela onde houve uma menor movimentação de caixas sendo que esta coincide com a paragem para férias.

4.1.3. Caixas Movimentadas para a OLI

No gráfico seguinte está registado o número de caixas por semana que a OLI recebeu dos Serviços Externos, em média 728 caixas.

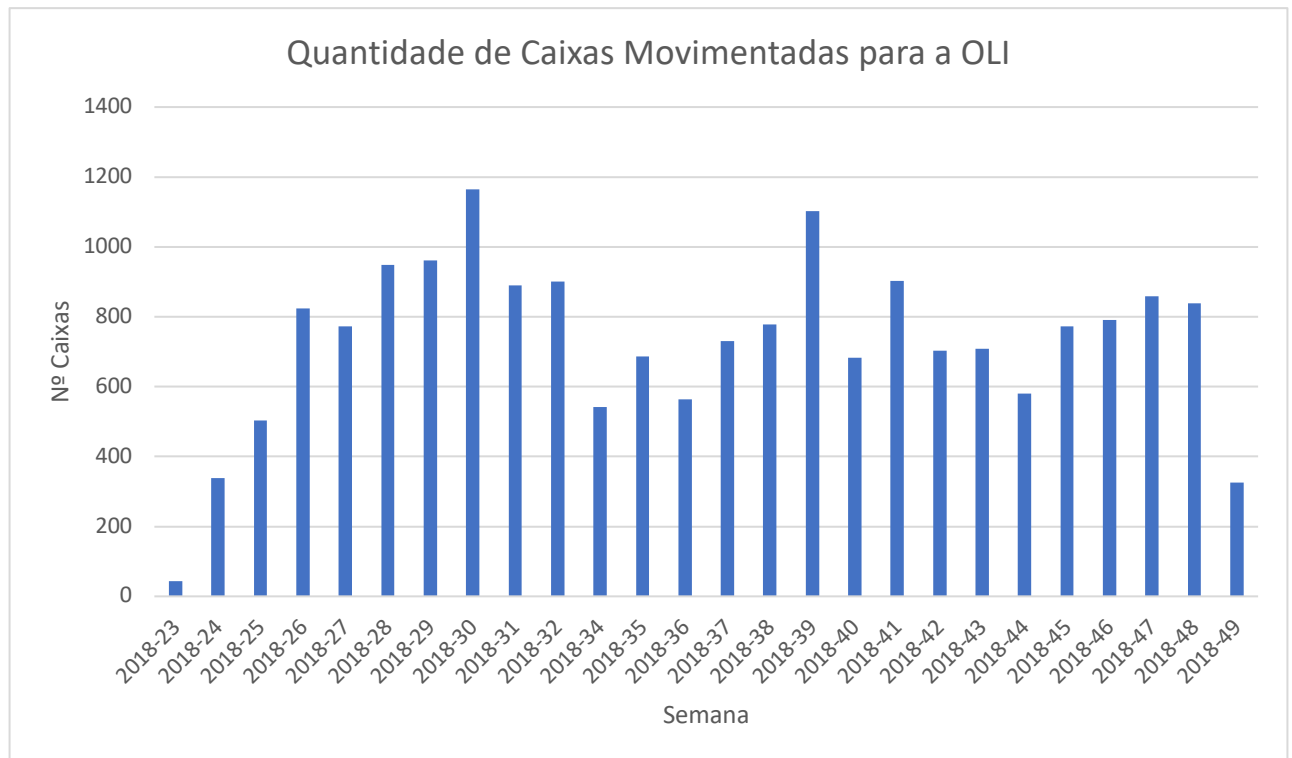


Gráfico 4 - Quantidade de Caixas Entregues à OLI

A partir deste gráfico é possível concluir que as semanas onde houve o registo de maior número de caixas foi nas semanas 30 e 39. Pelo contrário, nas semanas 23, 24 e 49 o número de caixas que deram entrada na OLI foi o menor registado.

4.1.4. Quantidade de Materiais Entregues

Um outro aspeto a ter em conta é a quantidade de materiais entregues aos Serviços Externos. No gráfico seguinte está representado a quantidade de materiais movimentados para os Serviços Externos por semana.

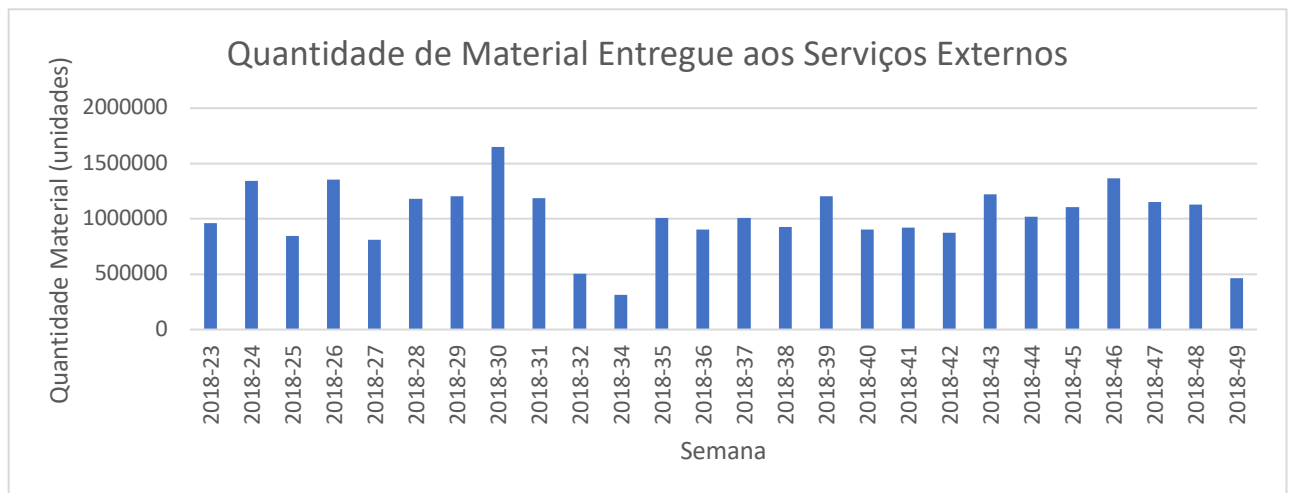


Gráfico 5 - Quantidade de Material Entregue aos Serviços Externos

A partir deste gráfico é possível concluir que, por semana, a média é de 1 021 801 unidades de material movimentado para os Serviços Externos, salientando-se que há semanas em que a movimentação é mais significativa.

4.1.5. Quantidade de Materiais Recebidos

De seguida, foram recolhidos os dados relativos à quantidade de material entregue pelos fornecedores semanalmente, em unidades de material. Todas as semanas, em média são recebidos, aproximadamente, 69 545 unidades de material vindo dos fornecedores de Serviços Externos.

No gráfico seguinte está representada a quantidade de material recebido por semana em unidades. A semana na qual a quantidade de material recebido é maior e menor são respetivamente, a semana 30 e a semana 34.

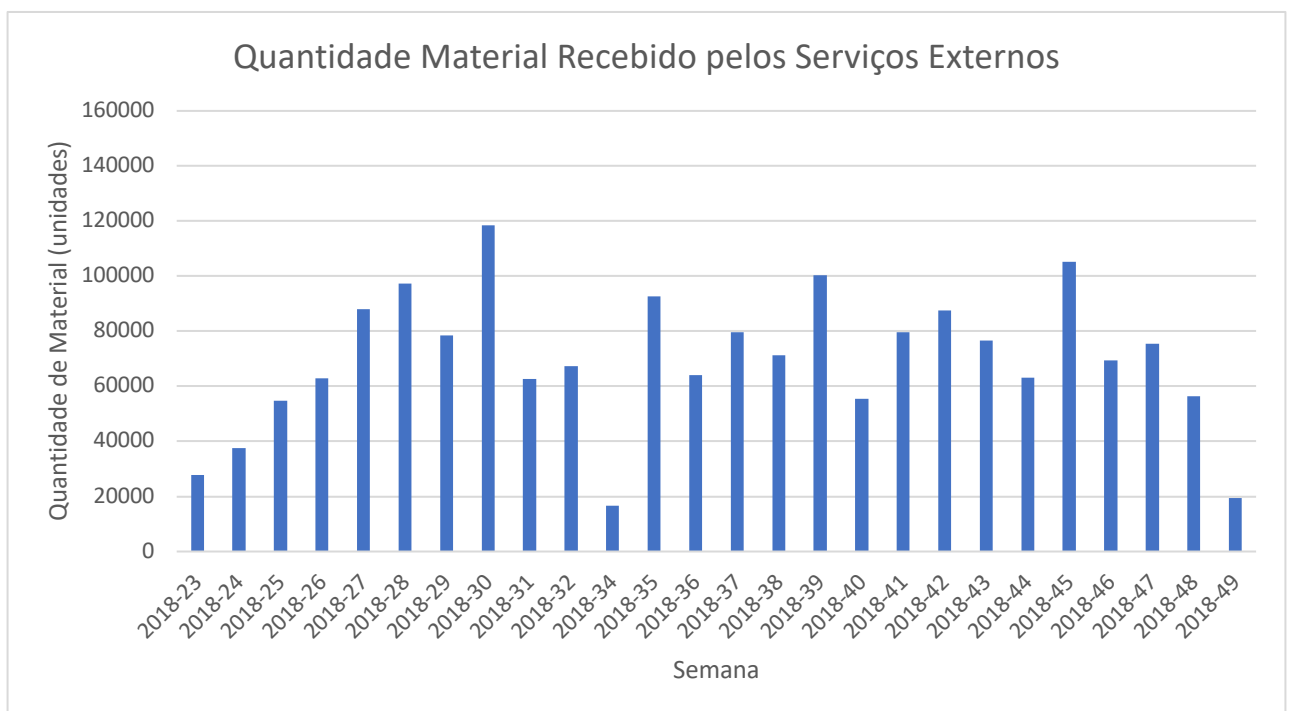


Gráfico 6 - Quantidade de Materiais Recebidos

4.1.6. Volume de Material Entregue

Para analisar o volume de material entregue aos Serviços Externos foi necessário realizar um estudo relativo às dimensões das caixas onde os materiais são transportados e a respetiva quantidade por caixa. Tendo em conta as quantidades de material entregue foi possível chegar à conclusão das quantidades de caixas movimentadas e posteriormente do volume de materiais entregues.

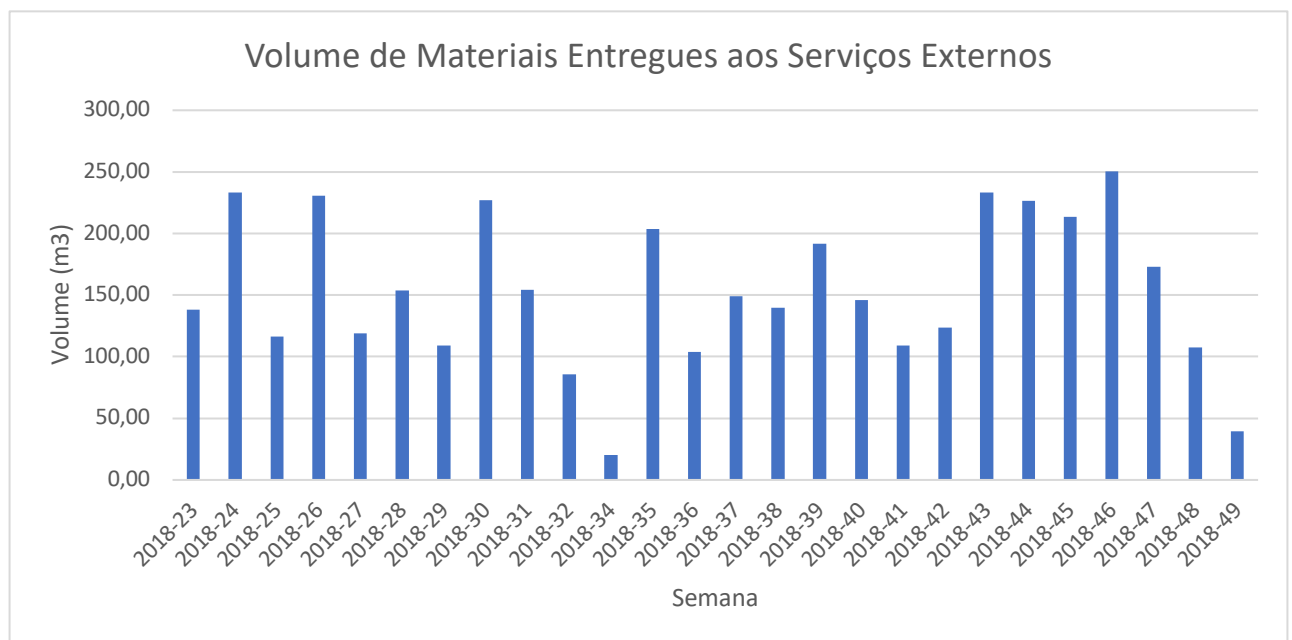


Gráfico 7 - Volume de Materiais Entregues aos Serviços Externos

Ao analisar o gráfico 7 é possível verificar que o volume transportado é muito variável, dependendo de semana para semana e de fornecedor para fornecedor, no entanto, em média por semana é de 154 m³.

4.1.7. Volume Ocupado pelos Materiais Recebidos

Relativamente ao volume que as encomendas ocupam, realizou-se a mesma análise e estudo ao volume ocupado pelos materiais entregues aos Serviços Externos, relativamente ao tipo de caixa e quantidade por caixa. No gráfico seguinte está representado o volume semanal de encomendas, no total dos fornecedores, em m³, sendo que a média é de 19,9 por semana.

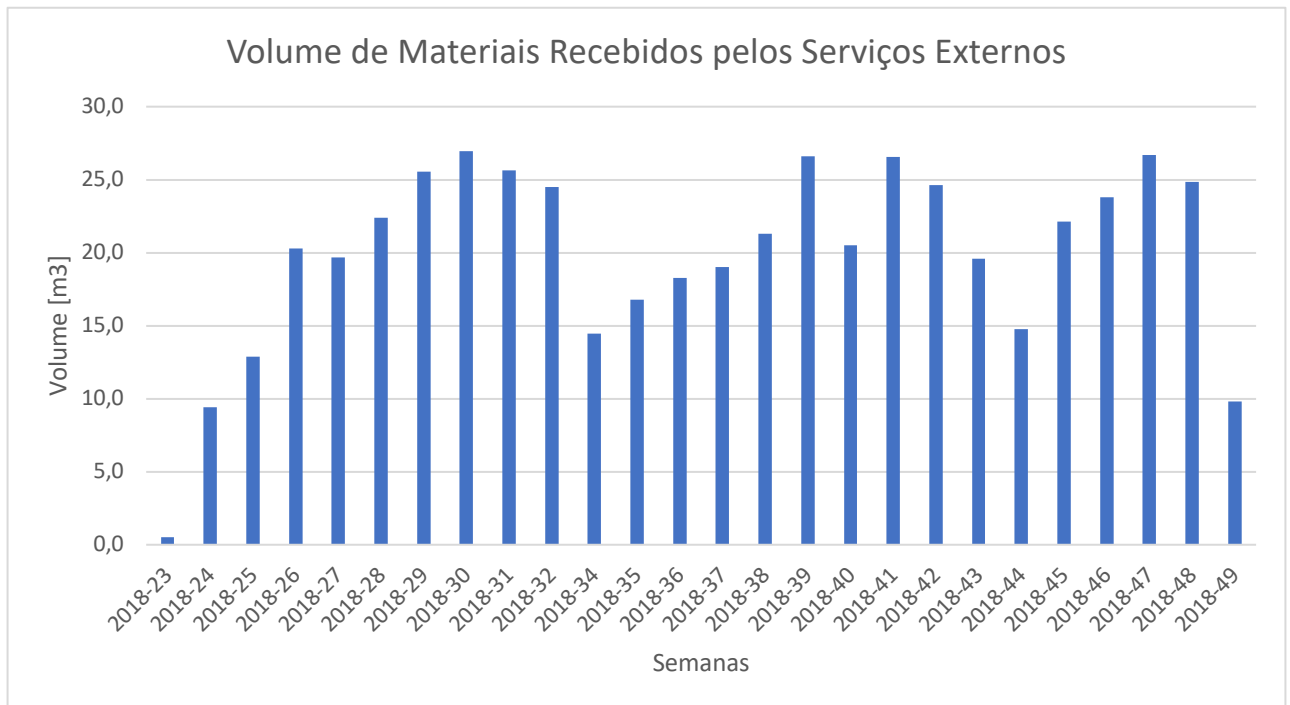


Gráfico 8 - Volume de Materiais Recebidos

4.1.8. Paletes Movimentadas

Para analisar o número de paletes diárias que em média vão para cada fornecedor e vêm para a OLI, considerou-se que todos os materiais vão em paletes standard de dimensões 1200X800 mm. A altura máxima considerada, quando vai para Serviços Externos, é 1,60 m, no entanto, devido ao peso quando o material vem dos Serviços Externos para a OLI, considera-se uma altura de 1,40 m. Na tabela seguinte estão presentes a média de paletes por dia para cada fornecedor.

Fornecedor	Nº Paletes Entregues	Nº Paletes Recebidas
10	1	1
13	2	2
6	3	2
5	1	2
2	1	1
19	2	1
Total Paletes	10	9

Tabela 5 - Tabela de/para Serviços Externos

4.1.9. Peso Total dos Materiais

Relativamente ao peso total dos materiais que são entregues e enviados para os fornecedores de Serviços Externos calculou-se o peso de cada caixa consoante a quantidade estipulada por caixa e o peso de cada componente.

O peso total dos materiais recebidos dos Serviços Externos é em média 941 kg/dia e o peso máximo registado num dia útil é de 3 436 kg. Comparativamente ao peso dos materiais que são enviados para os fornecedores de Serviços Externos conclui-se que são relativamente maiores, em média 2 053 kg/dia e o peso máximo registado é de 5 773 kg.

4.1.10. Matriz de Distância

Outro aspecto a analisar diz respeito à distância dos fornecedores de Serviços Externos entre si e em relação à própria OLI. Para calcular as distâncias foi utilizado o mesmo critério, ou seja, calcular a média da distância, dando origem à matriz que se encontra abaixo representada.

A matriz de distâncias representada é chamada de matriz de adjacência 7x7, uma vez que é simétrica ao longo da diagonal principal. Estes tipos de matrizes são utilizadas para representar grafos, pelo que será útil para calcular a rota, de modo a minimizar a distância.

	OLI	10	13	6	5	2	19
OLI	0	6,7	18,4	4,9	3,6	2,0	37,4
10	6,7	0	25,0	4,2	11,2	10,2	41,6
13	18,4	25,0	0	25,8	13,9	25,1	28,3
6	4,9	4,2	25,8	0	8,7	6,1	44,8
5	3,6	11,2	13,9	8,7	0	5,0	31,0
2	2,0	10,2	25,1	6,1	5,0	0	38,4
19	37,4	41,6	28,3	44,8	31,0	38,4	0

Tabela 6 - Matriz de Distância entre os Fornecedores de Serviços Externos

4.1.11. Análise de Desperdício

Para abordar uma linguagem *lean production* é importante analisar os desperdícios associados ao serviço de entregas e recolhidas de materiais aos Serviços Externos, pois de acordo com (Poppendieck, 2002) o desperdício é algo que não acrescenta valor diretamente.

Para todos os fornecedores a análise foi efetuada dentro dos mesmos parâmetros. As tarefas foram agrupadas em duas categorias:

- Desperdício necessário - tarefas que apesar de serem consideradas desperdício são necessárias para o processo;
- Desperdício - todas as tarefas que não acrescentam valor ao processo.

No anexo 8 encontram-se representadas as tabelas detalhadas para cada fornecedor com as atividades e a classificação das mesmas. As atividades a laranja são consideradas desperdício e a amarelo são as atividades que são consideradas desperdício necessário.

Como tal, nesta análise o colaborador logístico foi acompanhado nas descargas de cada fornecedor e cronometrado o tempo que demora a realizar cada tarefa, resultando o conjunto de dados que se encontram resumidos na tabela 7 e no gráfico correspondente, gráfico 9.

	19	5	6	2	13	10
Tempo Total (seg)	642,71	613	3106	341	252,85	341
Tempo Desperdício (seg)	192,42	111	1439	74	72,79	74
% Desperdício	30%	18%	46%	22%	29%	22%

Tabela 7 - Análise de Desperdício do Operador Logístico

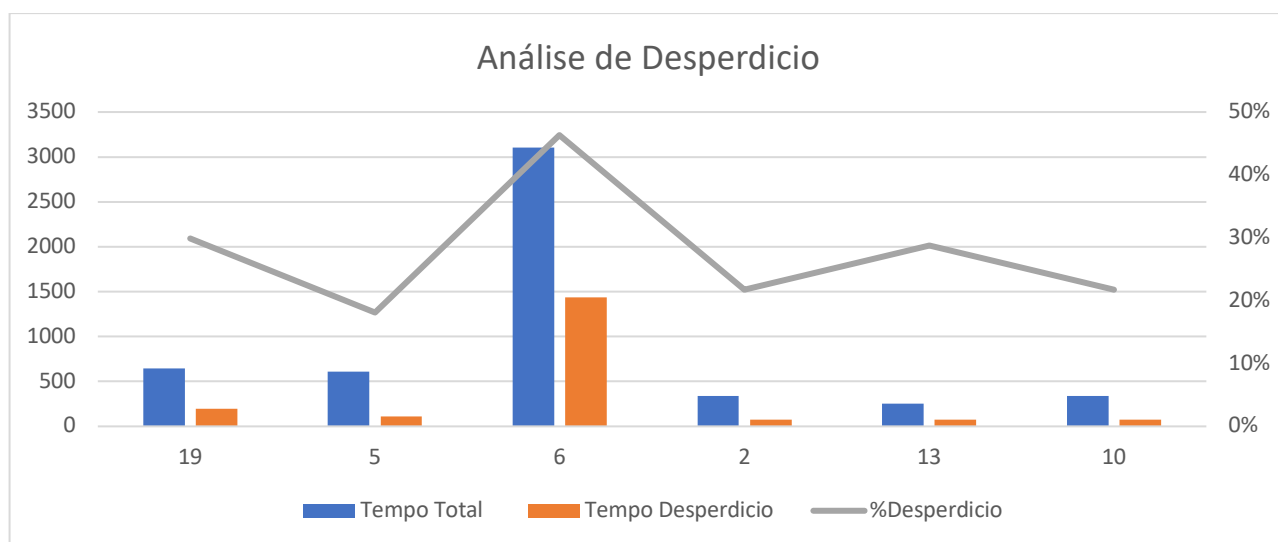


Gráfico 9 - Análise de Desperdício por Fornecedor de Serviços Externos

Através da análise desta tabela é possível verificar que o fornecedor cuja percentagem de desperdício é maior corresponde ao fornecedor 6. O mesmo se deve ao facto de esta ter um grande volume de encomendas para entregar e receber, pelo que acaba por ter um maior tempo de descarga e, conseqüentemente, um maior tempo de desperdício, pois nem todo o material necessário cabe no veículo ligeiro e a descarga e carga é efetuada caixa-a-caixa.

Para o conjunto dos seis fornecedores de Serviços Externos analisados a tarefa que representa um maior volume de desperdício é carregar e descarregar o veículo caixa-a-caixa, uma vez que os mesmos não estão preparados nem têm capacidade de levar uma palete. O único

fornecedor onde este problema não existe é no fornecedor 13, pois o veículo tem capacidade volumétrica suficiente para serem colocadas paletes.

4.1.12. Formulação Matemática

Após reunidos todos os parâmetros necessários à construção do modelo é importante conhecer as principais limitações, as quais são:

1. A capacidade do veículo não pode ser excedida;
2. O ponto inicial e final é a OLI;
3. O veículo tem de percorrer todos os fornecedores nos quais exista uma encomenda associada.

Seguidamente, procedeu-se à elaboração do modelo de programação linear e desenvolvimento do algoritmo, baseado no trabalho de (Moura, 2018).

O problema é definido por um grafo $G(C, A)$ onde cada fornecedor é representado por um vértice. O conjunto de fornecedores é representado por $C=\{1, \dots, cl\}$ e o conjunto de arestas é dado por $A=\{(i,j): i,j \in C, i \neq j\}$.

A distância entre o fornecedor i e o fornecedor j é traduzida por d_{ij} . Cada fornecedor tem uma procura associada d_i e um conjunto de componentes que vai recolher p_i .

Assume-se que o número de veículos é igual a 1, o qual tem associado uma capacidade máxima em termos de peso.

Foi criada uma variável binária para o modelo x_{ij} , que indica se o arco (i,j) é atravessado pelo veículo ou não.

A variável inteira l_i representa a carga que se encontra no veículo após visitar o fornecedor i . Para além desta variável houve necessidade de criar uma variável de decisão ld_i relacionada com a carga a entregar ao fornecedor i e aos fornecedores seguintes. Relativamente a variável lp_i é a variável que traduz a carga recolhida após visitar o fornecedor i .

Considerando as variáveis enumeradas, o modelo matemático é traduzido por:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^{cl} \sum_{j=1}^{cl} (d_{ij} \times x_{ij}) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1, i \neq j}^{cl} x_{ij} = 1, \forall j \neq 1 \in C \quad (2)$$

$$\sum_{i=1, j \neq i}^{cl} x_{ij} = 1, \forall i \neq 1 \in C \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{cl} x_{1i} \leq NV \quad (4)$$

$$ld_i \geq ld_j + d_i - M \times (1 - x_{ij}), \forall i, j \neq 1 \in C \quad (5)$$

$$l_j \geq ld_j - d_j + p_j, \forall j \neq 1 \in C \quad (6)$$

$$l_j \geq l_i - d_j + p_j - M \times (1 - x_{ij}), \forall i, j \neq 1 \in C \quad (7)$$

$$d_i \leq ld_i \leq Q, \forall i \in C \quad (8)$$

$$p_i \leq l_i \leq Q, \forall i \neq 1 \in C \quad (9)$$

$$lp_j \geq lp_i + p_j - M \times (1 - x_{ij}), \forall i \neq 1, j \in C \quad (10)$$

$$p_i \leq lp_i \leq Q, \forall i \in C \quad (11)$$

$$l_i = lp_i + ld_i - d_i, \forall i \neq 1 \in C \quad (12)$$

A função objetivo (1) tem como intenção minimizar a distância total da rota. As restrições (2) e (3) asseguram que cada fornecedor é visitado exatamente uma vez pelo veículo. A restrição (4) assegura que o número de rotas criadas não excede o número de veículos disponíveis. A restrição (5) diz respeito à carga que tem de ser carregada no armazém para entregar aos

fornecedores. A restrição (6) indica a carga que existe no veículo após visitar o primeiro fornecedor e a restrição (7) diz respeito à carga que se encontra no veículo após visitar os restantes fornecedores da rota. As restrições (8) e (9) garantem que a capacidade do veículo não é violada. A restrição (10) garante que a quantidade recolhida pelo veículo em cada fornecedor tem de ser descarregada no armazém, neste caso, na OLI. A restrição (11) garante que a capacidade do veículo não é violada. A última restrição (12) correlaciona as várias variáveis relacionadas com a quantidade que é carregada em cada fornecedor. Nas restrições (5), (7) e (10) é introduzido um parâmetro M , que é uma constante positiva que tem um valor muito elevado relativamente aos restantes coeficientes da função, o qual é utilizado para criar inequações válidas.

4.2. Interface do Planeamento de Descargas de Materiais

A indústria 4.0 é um tema muito abordado nos dias de hoje no mundo industrial com o principal objetivo de conectar as pessoas, os dados e os processos, ou seja, ter um ecossistema conectado.

Com o intuito de resolver o problema do nivelamento das descargas e o modo como estas estão a ser planeadas, resolveu-se desenvolver uma aplicação para o planeamento das descargas, cujo principal objetivo é o de planear as descargas dos fornecedores de modo a haver um cruzamento com o registo das entradas na portaria, existindo assim uma interligação entre os sistemas.

Para esta interface, numa primeira fase analisou-se de entre todos os fornecedores os que são fixos, ou seja, aqueles que realizam regularmente descargas na OLI, de modo a fixá-los no horário acordado com estes fornecedores. Só após esta fase estar concluída é que se procedeu aos restantes fornecedores, os quais ficaram com os horários ainda disponíveis.

O funcionamento da interface irá ser explicado de forma a se entender o modo como todos os sistemas estão interligados.

No quadro inicial é possível ver o planeamento de qualquer um dos dias, bastando alterar a data. Para além disto, existem dois planos caso existam marcações de descargas para o mesmo horário, plano A e plano B.

Dia: 11/10/2018 Periódico Plano A

Fornecedor: Plano de Marcações

Adicionar descarga

Fornecedor	Hora descarga	Hora fim
PETIBOL - EMBALAGENS DE PLASTICO SA	08:00:00	08:45:00
100 METROS UNIPessoal LDA	12:30:00	12:45:00
PETIBOL - EMBALAGENS DE PLASTICO SA	13:30:00	14:00:00
SAICA PACK PORTUGAL SA	14:15:00	14:30:00

Sair

Figura 19 - Quadro Inicial

O planeamento é da responsabilidade do Departamento de Planeamento Industrial o qual, para planear apenas tem de indicar o dia, escolher o fornecedor e, caso a descarga seja periódica escolher a opção de descarga regular nos dias pretendidos. De seguida, podem incluir algumas notas que depois podem ser visualizadas pelos operadores logísticos. Por último é necessário escolher o intervalo de tempo que a descarga irá demorar a ser realizada consoante a encomenda.

Esta interface está disponível no computador da área das descargas onde os colaboradores apenas têm de iniciar descarga e onde é possível visualizar e até mesmo adicionar notas relevantes.

Fornecedor:

Hora de inicio: Hora de fim: Plano:


Historico:

Notas:

Atualizar Descarregar Sair

Figura 20 - Quadro Planeamento

No quadro inicial também é possível ver os planos de descarga para o dia pretendido ou o intervalo de dias.



Fornecedor	Hora descarga	Hora fim	Plano
PETIBOL - EMBALAGENS DE PLASTICO SA	2018/10/15 08:00:00	2018/10/15 08:45:00	A
POLIVERSAL - PLASTICOS TECNOLOGIA SA	2018/10/15 09:45:00	2018/10/15 10:00:00	A
ADAO FERREIRA BARBOSA & FILHOS LDA	2018/10/15 10:00:00	2018/10/15 10:15:00	A
PETIBOL - EMBALAGENS DE PLASTICO SA	2018/10/15 13:30:00	2018/10/15 14:00:00	A
SAICA PACK PORTUGAL SA	2018/10/15 14:15:00	2018/10/15 14:30:00	A
MILK_RUN - IETA	2018/10/15 14:30:00	2018/10/15 15:30:00	B
FLEXICEL PORTUGAL UNIPessoal LDA	2018/10/15 14:45:00	2018/10/15 15:00:00	A
PLASGAL - PRODUÇÃO DE EMBALAGENS, LDA	2018/10/15 15:00:00	2018/10/15 15:15:00	A
CELANESE SALES GERMANY GMBH	2018/10/15 15:30:00	2018/10/15 16:00:00	A
GRAFICA IDEAL DE AGUEDA - INDUSTRIAS GRAFICAS	2018/10/15 16:00:00	2018/10/15 16:15:00	A

Figura 21 - Planos de Descarga

Esta aplicação está disponível na zona das descargas onde é possível ver o planeamento para o dia. Neste terminal podem ser visualizadas as horas planeadas de descarga, o fornecedor e ainda o estado da mesma. O estado refere-se à situação em que se encontra a descarga, caso o fornecedor não esteja à hora planeada o estado passa de “planeado” a “atrasado”.

Quando o fornecedor chega à OLI, o segurança dá entrada do fornecedor num *software* que está em comunicação com a interface das descargas fazendo com que nesta o estado do fornecedor passe de “planeado” a “aguardar” e a respetiva hora de chegada.

De seguida, quando o colaborador logístico dá início à descarga o estado passa a “descarga”. A partir do momento em que o colaborador acaba a descarga e clica no botão “finalizar descarga” a linha desse fornecedor desaparece do monitor.

2018-11-29 09:52:31



PLANEADO	FORNECEDOR	ESTADO	CHEGADA	PLANO
09:00:00	SOCIEDADE TRANSFORMADORA PAPEIS	ATRASADO		A
09:30:00	IETA - IND ESTOFOS TRANSF	ATRASADO		B
10:00:00	MARIA DE LURDES BARROSO FERNANDES	AGUARDAR	09:51:02	A
10:45:00	LEIRITECNICA - COMECIO DE	PLANEADO		A
11:00:00	VERSALIS SPA	PLANEADO		A
12:00:00	SMURFIT KAPPA - PORTUGAL SA	PLANEADO		A
12:15:00	SAICA PACK PORTUGAL SA	PLANEADO		A
12:30:00	FERNANDO GONÇALVES LDA	PLANEADO		A
12:45:00	CROJAF - PLASTICOS LDA	PLANEADO		B
13:00:00	DS SMITH PACKAGING PORTUGAL S A	PLANEADO		A
13:30:00	PETIBOL - EMBALAGENS DE PLASTICO SA	PLANEADO		A
14:30:00	IMPORTINOX - IMPORTAÇÃO E	PLANEADO		B

Figura 22 - Monitor de Planeamento

Para um melhor entendimento do procedimento da interface de descargas e como esta está interligada com a interface existente na portaria e monitor de descargas, no anexo 7 encontra-se representado um fluxograma com as atividades envolvidas no processo.

5. Análise dos Resultados Obtidos

De acordo com as melhorias propostas e implementadas é importante proceder à análise dos resultados obtidos tendo em conta a situação inicial e após o processo aplicado. Neste capítulo serão apresentados e interpretados os resultados obtidos de acordo com os dados recolhidos.

5.1. Otimização de Rota com os Fornecedores de Serviços Externos

Uma vez feita a análise dos vários parâmetros relevantes ao problema e realizada a formulação do problema é necessário passar à análise da viabilidade do modelo. Para tal, o modelo foi introduzido num *solver*, *IBM CPLEX Optimizer*, que permite resolver problemas de programação linear.

Para testar o modelo, foram resolvidas dez instâncias e na tabela seguinte são apresentados os resultados em termos de tempo de processamento (CPU) e distância total percorrida.

Instância	Distância Total (km)	CPU (seg)
1	23,20	0,04
2	99,70	0,06
3	88,30	0,20
4	93,70	0,02
5	96,50	0,05
6	94,50	0,13
7	93,70	0,02
8	91,30	0,02
9	93,70	0,02
10	54,80	0,12
Média	82,94	0,07

Tabela 8 - Resultados do Problema Rota Veículos

Analisando a tabela 8 conclui-se que a distância total, isto é, o valor da função objetivo varia dependendo do número de fornecedores que o veículo visita. Na instância 1 a distância percorrida é menor que nos outros casos uma vez que apenas visita quatro fornecedores. Relativamente ao CPU, este também oscila, sendo que o valor médio é de 0,07 segundos.

O número de variáveis e o número de restrições geradas em média das dez instâncias é respetivamente, 48 e 105, variando com o número de fornecedores.

5.1.1. Análise Sensibilidade

Analisados todos os parâmetros necessários para a criação de uma rota ótima para os fornecedores de Serviços Externos e a conceção do modelo, passou-se à análise de sensibilidade, de modo a verificar se esta solução tem retorno para a empresa. Para tal, analisaram-se os custos de transporte, custos de operação com o operador logístico e preços praticados pelos fornecedores para verificar o *payback* comparativamente com a situação atual sem *milkrun*.

Deste modo, numa primeira fase foram negociados os preços praticados dos componentes com os fornecedores de Serviços Externos a serem incluídos para verificar se os mesmos reduzem os preços com a aplicação do *milkrun*.

Na tabela 9 estão presentes a lista de fornecedores de Serviços Externos e o respetivo desconto que cada fornecedor irá fazer com a aplicação do *milkrun*. Apenas dois fornecedores concordaram reduzir os preços praticados. Relativamente aos restantes, como são pequenos fornecedores, decidiram não alterar os preços praticados.

Fornecedores	Desconto/Artigo
10	0%
13	1%
6	0%
5	0%
2	0%
19	2,5%

Tabela 9 - Preços por Componente dos Fornecedores

Com base nestas reduções e nas quantidades encomendadas de cada fornecedor, no ano 2018, calcularam-se os preços praticados com *milkrun* e compararam-se os mesmos com os preços atuais. Os valores obtidos encontram-se resumidos na tabela 10, onde a poupança observada comparando ambos os cenários, com e sem a aplicação do *milkrun*, é de 3 496€.

Preços sem Milkrun	218 350,92 €
Preços com Milkrun	214 855,09 €
Redução Custos	3 495,83 €
Percentagem Redução Custos	1,6 %

Tabela 10 - Comparação de custos C/ e S/ Milkrun

Seguidamente, através da análise de desperdício das tarefas desempenhadas pelo operador logístico durante o processo de descarga e carga, foram calculados quais os custos totais após a eliminação das tarefas desperdício, tarefas essas que estão representadas a laranja nas tabelas no anexo 8, as quais irão deixar de ser realizadas com a implementação do *milkrun* (tabela 11).

No conjunto dos seis fornecedores a redução anual de horas de trabalho corresponde a 102,7 horas, o que significa que ao fim de 1 ano haveria uma redução de 1 169,75 euros, isto é, considerando que o operador logístico tem um custo médio hora de 11,39€ para a empresa.

	Horas Operação (horas)	Custos Totais (€)
Operação Carga e Descarga/Ano	273,4	3114,03
Desperdício Carga e Descarga/Ano	102,7	1169,75
Operação Carga e Descarga Milkrun/Ano	170,7	1944,27

Tabela 11 - Comparação da Operação Carga e/ou Descarga C/ e S/ Milkrun

Numa próxima fase, foram solicitados orçamentos a várias transportadoras para analisar a proposta dos mesmos tendo em conta as principais necessidades:

1. Localização dos fornecedores;
2. Número de paletes diárias movimentadas;
3. Frequência de descarga.

5.1.1.1. Orçamento 1

No primeiro orçamento fornecido foi oferecido um veículo dedicado à OLI 8 horas/dia, todos os dias úteis do ano. O veículo está dimensionado para uma carga útil de 3 500 kg e um limite em termos de quilómetros diário de 200 km, sendo que sempre que este valor é ultrapassado tem de se pagar um valor extra por cada quilómetro efetuado.

A partir da análise efetuada do tempo que é necessário o veículo tendo em consideração a pior situação, ou seja, o veículo percorrer os seis fornecedores de Serviços Externos, conclui-se que o ideal é o veículo estar disponível para cerca de meio-dia de trabalho. Considerando uma média de descarga e carga de 15 minutos em cada fornecedor e o tempo de deslocação entre os fornecedores considerando a rota ótima para os seis fornecedores, o tempo de serviço necessário é de 3,7 horas fazendo com que haja um excesso de capacidade no orçamento fornecido (gráfico 10).

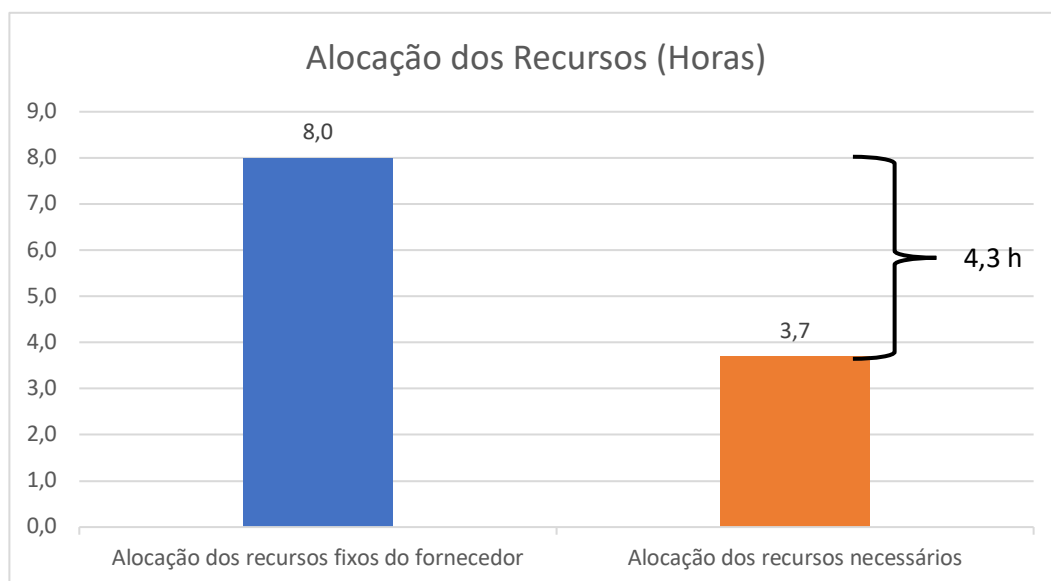


Gráfico 10 - Alocação dos Recursos - Orçamento 1

Um outro fator também já mencionado é a limitação em termos de quilômetros do veículo. Uma vez que, nos dias em que há necessidade de percorrer todos os fornecedores, tendo em conta a rota ótima, são efetuados 100 km em sensivelmente meio-dia de trabalho, significa que, se a OLI viesse a utilizar este mesmo veículo, para ocupar as 8 horas, ultrapassaria os quilômetros estipulados, uma vez que os restantes fornecedores são mais longínquos.

O orçamento 1 encontra-se mais detalhado no anexo 9, onde os preços e todas as restrições da proposta são expostas.

Deste modo, surgiu a necessidade de procura de mais orçamentos de transportadoras para fazer face a este orçamento pouco balanceado.

5.1.1.2. Orçamento 2

O segundo orçamento fornecido por outra transportadora baseia-se em três cenários.

Ambos os orçamentos são dimensionados para um veículo que suporta 10 a 19 paletes, ou seja, 4 a 8 toneladas. Relativamente ao tipo de serviço, a transportadora oferece um veículo dedicado 8 horas por dia, com e sem contrato de 1 ano, sendo que dependendo desta condição, os custos são diferentes. Uma outra proposta é o veículo estar em posse da OLI 4 horas por dia sem contrato.

Comparando estas três propostas e tendo em consideração a alocação dos recursos, a proposta 3 é aquela que vai ao encontro do pretendido, uma vez que a alocação dos recursos efetivamente necessários para o processo é de aproximadamente 3,7 horas e a alocação do veículo é de 4 horas (gráfico 11).

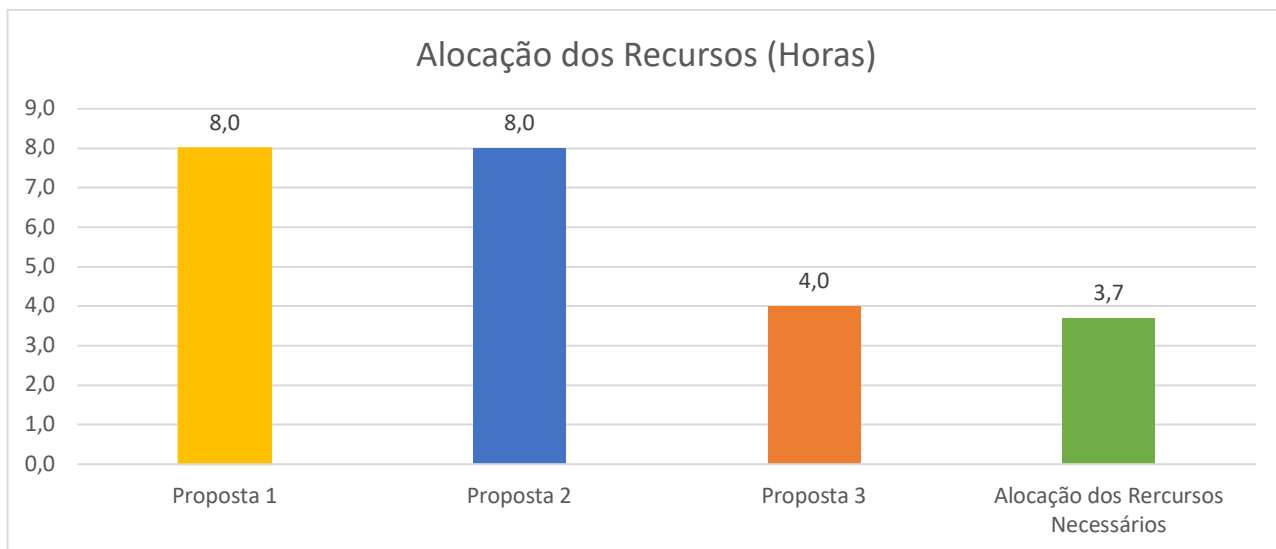


Gráfico 11 - Alocação dos Recursos – Orçamento 2

Para além deste aspeto, existe um outro parâmetro importante que é o facto de não existir um limite de quilómetros e apenas se pagar por cada quilómetro efetuado por dia a partir do momento em que o veículo sai da OLI.

O segundo orçamento encontra-se com todos os detalhes no anexo 9, de modo a ser mais explícito.

5.1.1.3. Análise Global

Comparando os dois orçamentos fornecidos é possível verificar que os preços de transportes por ano não são muito diferentes entre si (gráfico 12).

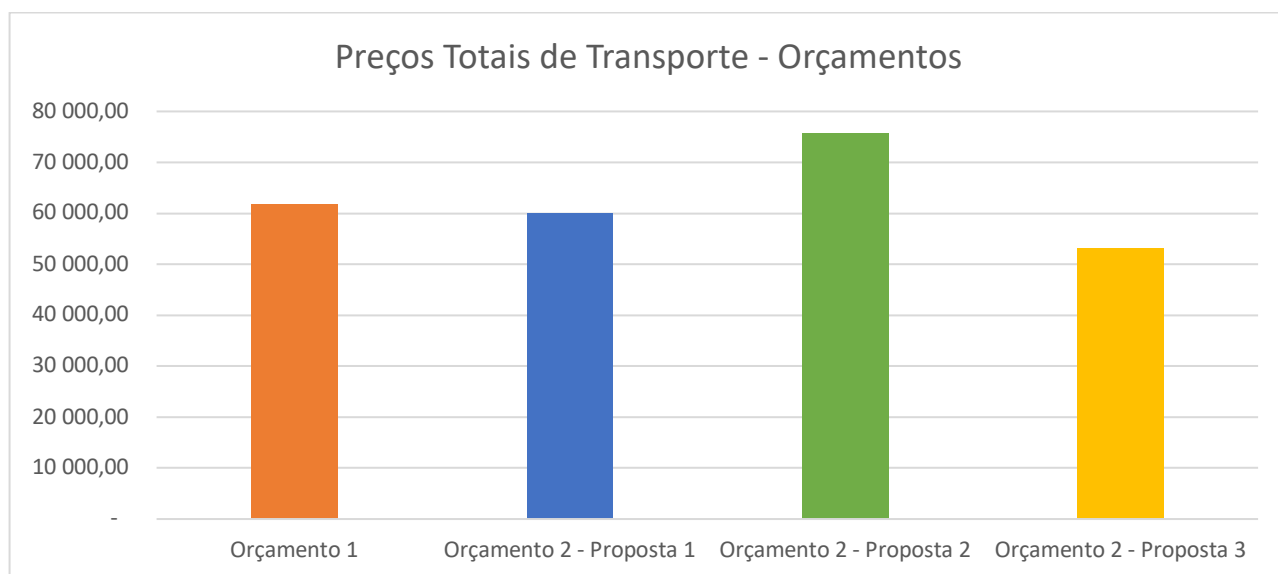


Gráfico 12 - Cenários dos Preços Totais de Transporte

Analisando todas as propostas, constatou-se que a que melhor satisfaz as necessidades é a proposta 3 do segundo orçamento por duas razões que são o facto de a alocação dos recursos estar mais balanceada tendo em conta os recursos necessários e, de entre todas as propostas, ser a que representa o preço mais baixo.

Sendo que já se encontram apresentados todos os custos envolvidos no processo logístico é possível calcular os custos totais e analisar se a implementação do *milkrun* é viável ou não.

Na tabela 12 estão presentes os custos associados ao processo atual, sem o *milkrun*, por outro lado, na tabela 13 encontram-se representados os custos com a implementação do *milkrun*.

Custos Totais Sem <i>Milkrun</i>/Ano	
Preços Fornecedores	218 350,92 €
Custos Operação	3 114,03 €
Total	221 464,95 €

Tabela 12 - Custos Totais sem *Milkrun*

Custos Totais <i>Milkrun</i>/Ano	
Preço Orçamento 2 - Proposta 3	53 172,00 €
Custos Operação	1 944,27 €
Preços Fornecedores	214 855,09 €
Total	269 971,36 €

Tabela 13 - Custos Totais com *Milkrun*

Analisando as tabelas é possível verificar que não existe uma poupança efetiva, pelo que não é viável a aplicação da técnica *milkrun*, pois os custos sem *milkrun* são mais reduzidos que os custos com o mesmo, sendo que a diferença entre os custos é de 48 506,41 euros. Para uma melhor visualização o gráfico 13 contém estes custos e a diferença dos mesmos.

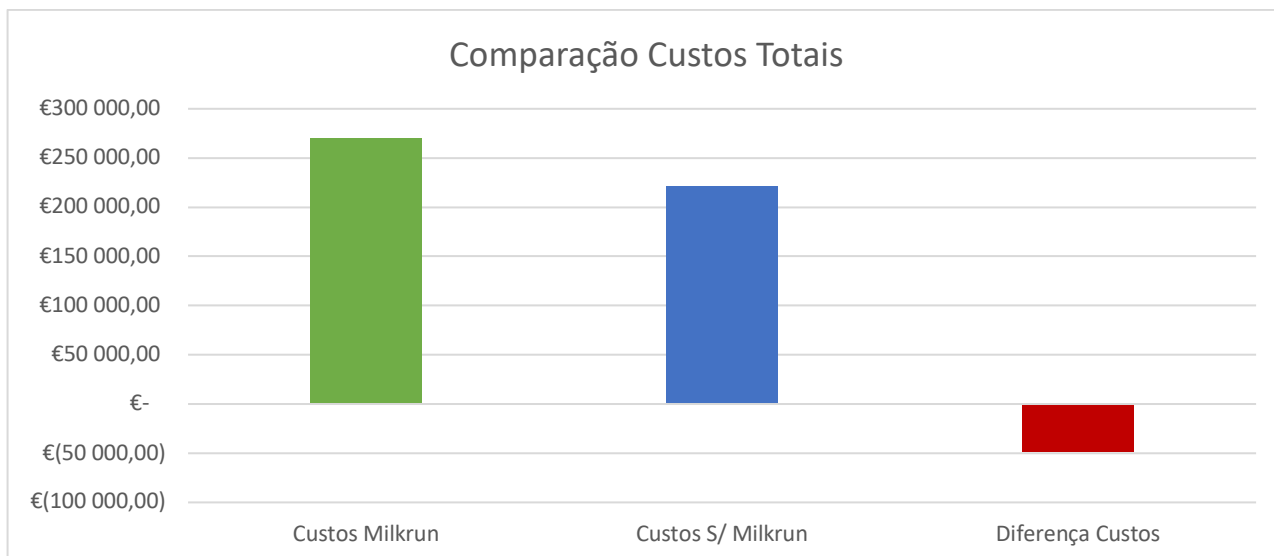


Gráfico 13 - Comparação Custos Totais

Visto que não há *payback* com os preços praticados pelos fornecedores foi estudado qual teria de ser a redução dos preços para que a implementação do milkrun para os fornecedores de Serviços Externos fosse viável. Verificou-se que a viabilidade deste projeto só é possível a partir de uma redução de 22,21% do preço praticado pelos fornecedores atualmente (tabela 14).

Redução dos Custos (%)	Custos Totais (€)
3%	6 550.53 €
6%	13 101.06 €
10%	21 835.09 €
15%	32 752.64 €
20%	43 670.18 €
22%	48 954.28 €
23%	50 220.71 €

Tabela 14 - Análise da Redução dos Preços dos Fornecedores

5.1.2. Análise SWOT

Analisar o ambiente interno e externo da empresa é fulcral na estratégia de negócio da mesma, pois permite conhecer todas as oportunidades, fraquezas, ameaças e forças. A ferramenta estratégica utilizada é a matriz de SWOT, a qual permite tomar decisões e gerir o processo mais facilmente e dinamicamente (Pickton & Wright, 1998).

Para esquematizar os pontos fortes e fracos da implementação de uma rota otimizada com os fornecedores de Serviços Externos foi realizada uma análise SWOT. Como tal, para elaborar a matriz SWOT, numa primeira fase fez-se uma listagem com todas as vantagens e desvantagens da implementação da rota otimizada com os fornecedores para ser possível agrupá-las num dos quadrantes da matriz.

Na figura 23, está presente a análise de SWOT que permite visualizar o cenário com os prós e contras.

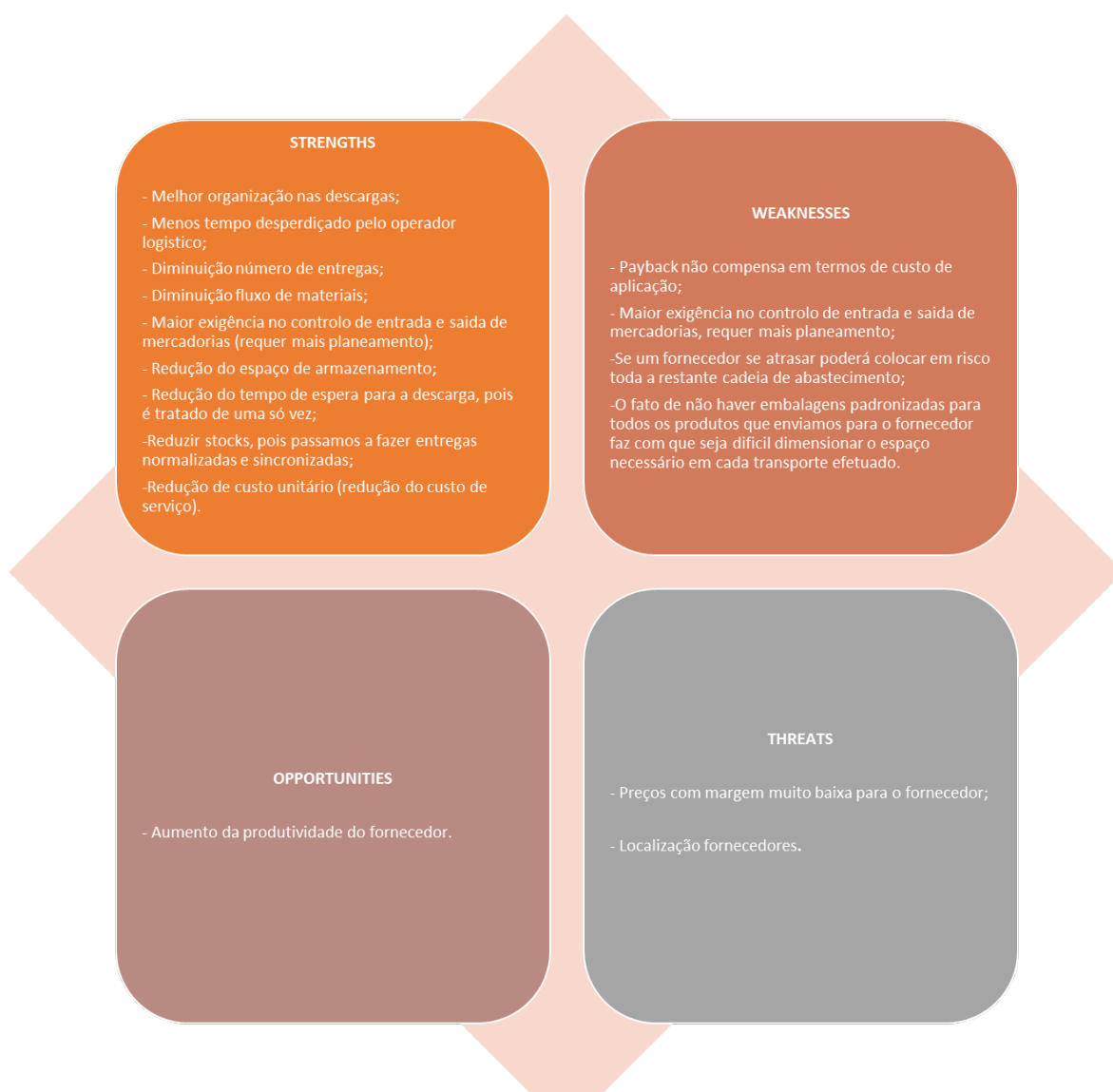


Figura 23 - Análise SWOT

5.2. Interface do Planeamento de Descargas de Materiais

A interface do planeamento de descargas foi uma melhoria proposta e implementada em novembro de 2018. Ao longo destes meses foi possível analisar e notar melhorias progressivas e significativas no processo de descargas.

Para além de facilitar os colaboradores na zona de descargas a visualizarem ao início do dia a carga de trabalho, é ainda possível controlar de forma mais eficiente o processo de descargas, desde o planeamento até à descarga propriamente dita. O cumprimento dos horários é outro parâmetro no qual já se nota uma preocupação crescente por parte dos fornecedores.

Para avaliar o impacto que a aplicação teve no cumprimento dos horários por parte dos fornecedores foram comparados os dados recolhidos pela interface durante uma semana de trabalho no início da implementação (novembro) e após alguns meses de implementação (março).

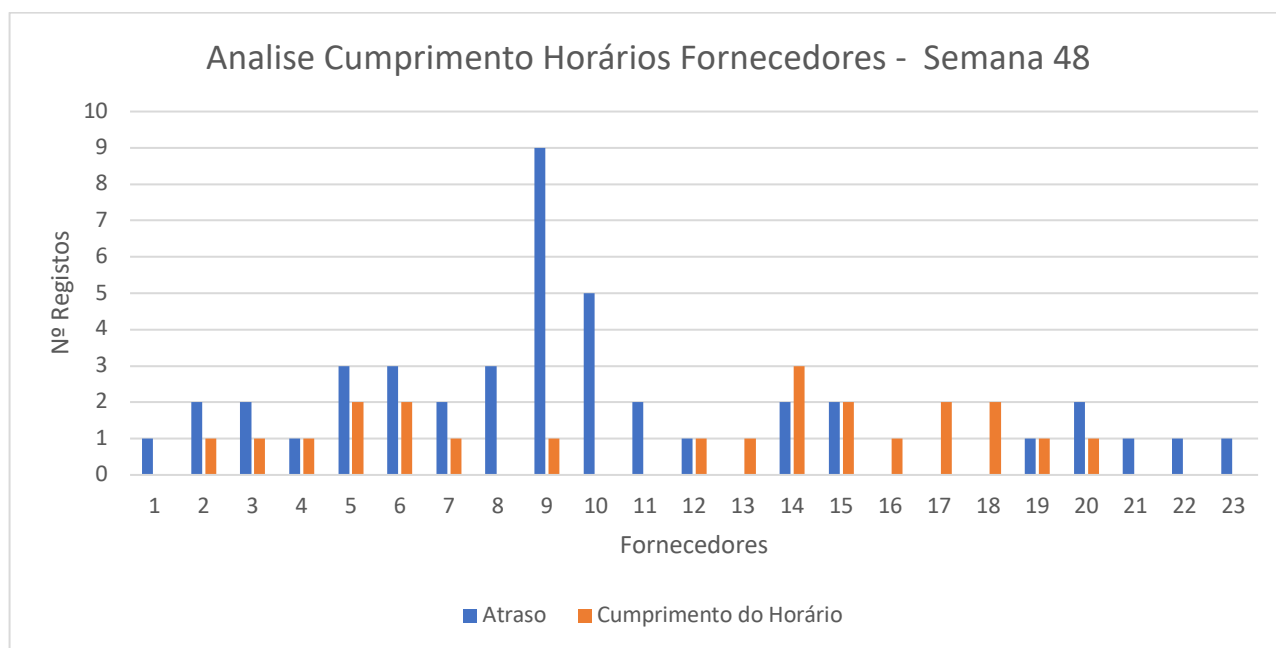


Gráfico 14 - Análise do Cumprimento do Horário - Semana 48

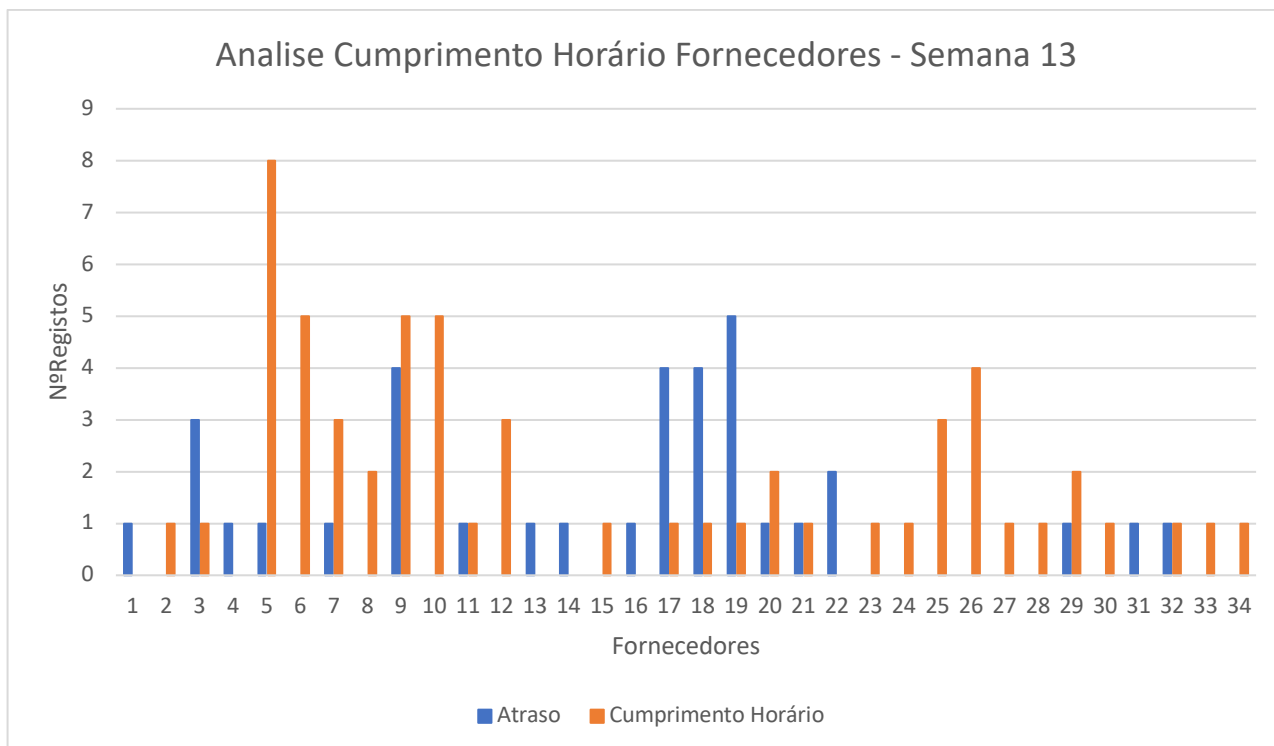


Gráfico 15 - Análise do Cumprimento do Horário Semana 13

Como é possível visualizar pelos gráficos acima representados, o número de atrasos dos fornecedores diminuiu na generalidade dos casos. No gráfico 13 verifica-se que os fornecedores na maior parte dos registos não cumpriam com o horário planeado, sendo que 66% das descargas efetuadas durante o período analisado não cumpriam o horário estipulado. Após quase 4 meses da aplicação estar a ser utilizada (gráfico 14), os fornecedores têm maior preocupação em cumprir com o horário planeado, sendo que os atrasos representam 38% dos registos dos fornecedores. Na tabela 15 está representado um resumo dos dados no início da implementação e após alguns meses da interface estar a ser utilizada.

	Início da Implementação	Após 4 meses da Implementação
Nº Não Cumprimento Horário	44	35
Nº Cumprimento Horário	23	58
Total Registos	67	93
Não Cumprimento Horário (%)	66%	38%

Tabela 15 - Resumo do Cumprimento do Horário dos Fornecedores

Com a implementação desta ferramenta na OLI, o tempo de permanência dos fornecedores na empresa reduziu. Este tempo de permanência dos fornecedores na OLI engloba o momento desde que o fornecedor entra na OLI até o mesmo sair pela portaria.

Para fazer esta análise comparou-se o tempo de permanência dos fornecedores, a partir das entradas e saídas efetuadas na portaria, no primeiro trimestre de 2018 e no primeiro trimestre de 2019 (tabela 16).

	2018	2019	%Redução
JANEIRO	01:36:56	00:59:53	2.6%
FEVEREIRO	01:35:20	00:45:33	3.5%
MARÇO	00:54:26	00:51:47	0.2%

Tabela 16 - Tempo de Permanência dos Fornecedores na OLI

Antes da implementação da aplicação das descargas, o tempo de permanência dos fornecedores, em média no conjunto dos 3 meses, era de 82 minutos. Atualmente, após a implementação do *software*, o tempo médio é de 52 minutos, pelo que houve uma redução de 30 minutos. No gráfico 16 abaixo representado está presente a analogia entre os três meses no início deste ano e o mesmo período no início do ano passado.

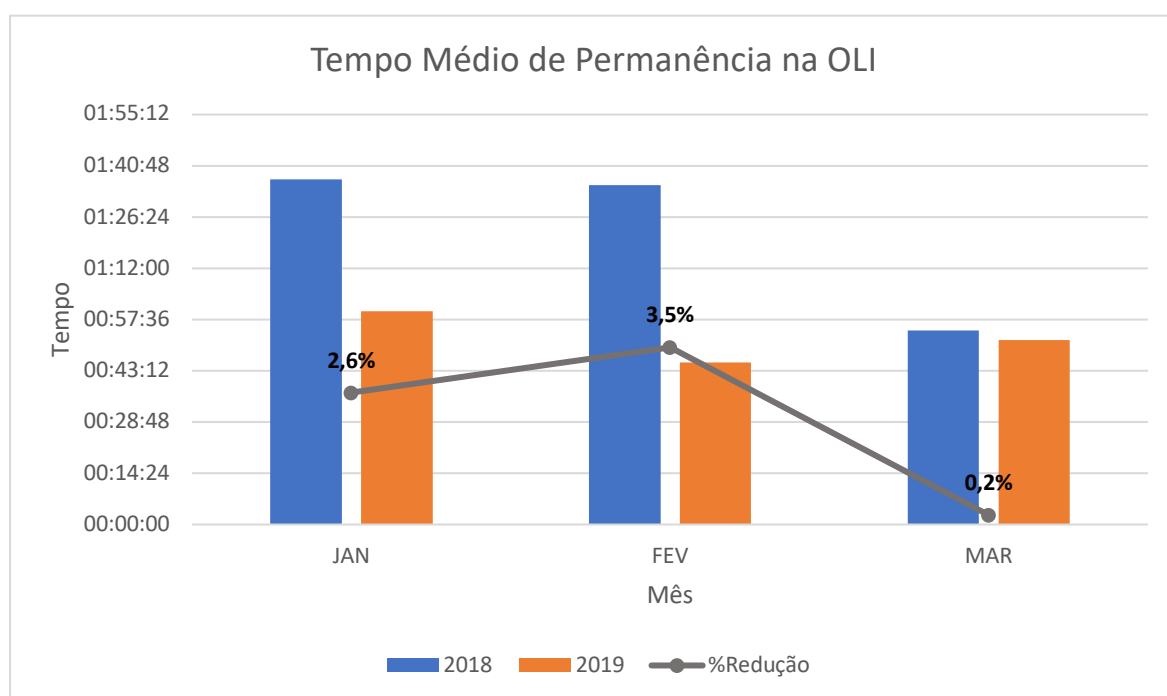


Gráfico 16 - Tempo de Permanência dos Fornecedores na OLI

Após a implementação desta ferramenta passamos a estar capazes de monitorizar o tempo de descarga dos operadores com base nos KPI's, sendo este um dos principais objetivos desta interface.

Outro aspeto que teve muita relevância com a implementação do *software* das descargas foi relativamente ao nivelamento de descargas. Atualmente, os horários planeados com os fornecedores encontram-se mais escalonados, fazendo com que não haja tantos fornecedores marcados para a mesma hora, como se verificava na situação demonstrada na imagem à esquerda (figura 24). Na imagem à direita (figura 24) encontra-se representado o cenário atual na área de descargas, o qual se verifica que não existe no mesmo horário tantos fornecedores nessa mesma área.



Figura 24 - Comparação cenário inicial versus cenário atual

Os benefícios mais notórios da implementação da interface de descargas é sem dúvida a facilidade de controlar a carga de trabalho diária dos operadores logísticos e o nível de organização dos mesmos, sendo que, deste modo, o serviço é mais fácil, rápido e eficiente.

6. Considerações Finais

Este último capítulo é dedicado às considerações finais do trabalho realizado e às dificuldades e limitações sentidas. Por fim, são também referidos os trabalhos futuros a serem realizados tendo em conta o projeto desenvolvido.

6.1. Conclusões

Concluindo, o projeto de estágio esteve dividido em duas partes: numa primeira parte que diz respeito à otimização de uma rota com os fornecedores de Serviços Externos e numa segunda parte que complementa a primeira, refere-se ao desenvolvimento de uma interface das descargas para o nivelamento das mesmas.

De forma a resolver os problemas evidenciados e reportados pelo departamento de Logística Externa, os quais são o elevado fluxo de materiais devido ao número de entregas dos fornecedores de Serviços Externos e a necessidade de organizar e nivelar a carga de trabalho nas descargas analisou-se a situação inicial da área das descargas de modo a encontrar soluções que minimizem ou resolvam os problemas mencionados.

Deste modo, a partir da análise à situação inicial das descargas e de um estudo pormenorizado aos fornecedores de Serviços Externos relativamente à localização dos mesmos e encomendas realizadas e recebidas, a solução encontrada foi criar um *milkrun* com um grupo 6 fornecedores de Serviços Externos.

Segundo (Brar & Saini, 2011) as principais vantagens do *milkrun* são a redução nos custos de transporte, melhoria na capacidade de resposta do fabricante e eficiência do sistema. Para além das vantagens mencionadas, de acordo com (Sadjadi, Jafari, & Amini, 2009) as vantagens do *milkrun* incluem diminuição do *stock* de materiais no armazém, melhoria nas operações logísticas e melhoria na performance da cadeia de abastecimento e logística.

No entanto, a partir da análise de resultados efetuada é possível concluir que os custos de aplicação são elevados relativamente aos custos com os fornecedores sem o *milkrun*, uma vez que os preços têm uma margem muito baixa para os fornecedores de Serviços Externos.

Relativamente aos custos de transporte e os orçamentos fornecidos, estes são bastante elevados. Em relação ao preço dos componentes praticados pelos fornecedores não existiu uma redução significativa e a diminuição dos custos com a redução das tarefas consideradas desperdício não são suficientes para existir um *payback* para que a implementação do *milkrun* seja rentável.

Quanto aos custos totais com a implementação do *milkrun* estes são superiores aos custos totais atuais, pois com o *milkrun* vamos acrescentar custos de tarefas que antes não existiam como é o caso dos custos que estão incluídos nos orçamentos fornecidos, tais como: o custo com a contratação de uma pessoa alocada ao veículo, os custos de combustível, o aluguer do veículo, entre outros. Os custos mencionados anteriormente não estão contemplados nos preços que os fornecedores de Serviços Externos praticam ao deslocarem-se à OLI para fazerem descarga e carga de material, pelo que acaba por acarretar custos.

Apesar de na teórica o *milkrun* ser viável e haver retorno, neste caso em concreto a aplicação do *milkrun* a estes fornecedores não compensa.

Relativamente ao problema vivenciado da falta de organização da carga de trabalho dos operadores logísticos, foi proposta a criação de uma interface de descargas. Esta interface foi implementada no final do ano de 2018 e já se verificam melhorias bastante notórias na área das descargas.

Para além de esta interface interligar os vários departamentos envolvidos no processo de planeamento de descargas, nomeadamente, o departamento de Planeamento Industrial e Logística Externa fazendo com que haja uma maior comunicação, também há uma maior gestão visual dos fornecedores que estão previstos descarregar na OLI.

Outra melhoria identificada é o facto de os operadores logísticos se organizarem melhor na área de descargas, pois conseguem visualizar a carga de trabalho diária e, deste modo, precaver quais os horários onde esta é maior.

Para além das melhorias mencionadas, um fator positivo da implementação desta interface é o facto de ser possível controlar todos os envolvidos no processo, isto é, atualmente já é possível controlar se os fornecedores chegam dentro da janela temporal planeada, o tempo que os colaboradores logísticos demoram a atender os fornecedores e o tempo dos fornecedores na própria OLI. Como tal, é possível conhecer e analisar os indicadores das descargas (KPIs), que até então não existiam para esta área específica, e a partir dos mesmos o processo ser melhorado continuamente.

Deste modo, a conceção e implementação desta interface levou a uma diminuição e até mesmo à resolução de problemas que eram bastante frequentes nas descargas. No entanto, é necessário haver uma manutenção frequente para que esta interface não caia em desuso e que seja possível melhorá-la e torná-la mais completa.

6.2. Trabalhos Futuros

Os problemas mencionados e as oportunidades de melhoria desenvolvidas são apenas uma parte do que poderá ser feito no departamento de Logística Externa, mais propriamente na área de descargas da OLI - Sistemas Sanitários. Como tal, são apresentadas algumas propostas de trabalho futuro para completar o trabalho desenvolvido até ao momento:

- Uma vez que a rota com fornecedores de Serviços Externos não é viável, pois verificou-se que os preços têm margem muito baixa relativamente aos custos totais, pretende-se alargar esta rota a fornecedores maiores e cujos preços não sejam tão reduzidos.
- A partir do estudo e análise efetuada aos fornecedores de Serviços Externos, melhorar ainda mais o processo de entrega e recolha de materiais a este tipo de fornecedores, uma vez que há várias tarefas consideradas desperdício que podem ser eliminadas e o processo não se encontra totalmente eficaz.
- Relativamente à interface das descargas, melhorar o monitor na área das descargas de modo a indicar os indicadores diários (KPIs) mais relevantes para o processo, como é o caso do tempo de descarga dos fornecedores, atraso dos fornecedores relativamente ao horário estipulado, entre outros.
- Uma vez que os operadores logísticos têm de se deslocar ao monitor das descargas para indicar início e fim de descarga, a ideia passa por criar um meio, como um PDA (*personal digital assistant*) que permita executar essas mesmas tarefas à distância sem haver deslocação ao computador, tornando deste modo o processo mais eficiente e rigoroso.

Referências Bibliográficas

- Afshar-nadjafi, B., & Afshar-Nadjafi, A. (2014). A constructive heuristic for time-dependent multi-depot vehicle routing problem with time-windows and heterogeneous fleet. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2014.04.007>
- Archetti, C., Savelsbergh, M. W. P., & Grazia, M. (2008). An Optimization-Based Heuristic for the Split Delivery Vehicle Routing Problem, (1), 1–5.
- Blum, C., & Roli, A. (2003). Metaheuristics in Combinatorial Optimization : Overview and Conceptual Comparison, 1–42.
- Bortolini, M., Ferrari, E., Gamberi, M., Pilati, F., & Faccio, M. (2017). Assembly system design in the Industry 4.0 era: a general framework. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317316117>
- Brar, G., & Saini, G. (2011). Milk Run Logistics: Literature Review Directions. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 1. <https://doi.org/978-988-18210-6-5>
- Cardoso, P. J. S., Sch, G., Mazayev, A., & Ey, E. (2015). A Solution for a Real-time Stochastic Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows Contextualization and Problem Formulation, 51, 2227–2236. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.501>
- Chen Chiang, W., & Chen Yang, C. (2017). Considering the performance bonus balance in the Vehicle Routing Problem with Soft Time Windows. *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing*, 11, 2156–2163.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management*. (Financial Times, Ed.) (2nd ed.).
- Fan, J. (2011). The vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery based on customer satisfaction. *Procedia Engineering*, 15, 5284–5289. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.979>
- Jia, H., Li, Y., Dong, B., & Ya, H. (2013). An Improved Tabu Search Approach to Vehicle Routing Problem, 96(Cictp), 1208–1217. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.138>
- Kain, R., & Verma, A. (2018). Logistics Management in Supply Chain - An Overview. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 3811–3816. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.634>
- Kumar, S. N., & Panneerselvam, R. (2012). A Survey on the Vehicle Routing Problem and Its Variants. *Intelligent Information Management*, 4, 66–74. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4236/iim.2012.43010>
- Laporte, G. (1992). The Vehicle Routing Problem : An overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research*, 59, 345–358.
- Lean Enterprise Institute, I. . (2014). *Lean Lexicon 5th Edition*. Lean Enterprise Institute, Inc.
- Moura, A. (2018). *Solving the Capacitated Simultaneous Delivery and Pick- up Problem*.
- OLI. (2019). Retrieved February 3, 2019, from <https://www.oli-world.com/pt/>
- Onut, S., Kamber, M. R., & Altay, G. (2014). A heterogeneous fleet vehicle routing model for solving the LPG distribution problem: A case study. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/490/1/012043>
- P. Womack, J., T. Jones, D., & Roos, D. (1999). *The Machine that Changed the World*.
- Pickton, D., & Wright, S. (1998). What ' s swot in strategic analysis ?, 1697(March). [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1697\(199803/04\)7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1697(199803/04)7)
- Poppendieck, M. (2002). *Principles of Lean Thinking*.
- Rothlauf, F. (2011). *Optimization Problems*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-72962-4>
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2017). *The handbook of logistics and distribution management*. (Kogan Page Publishers, Ed.) (6th ed.).
- Sadjadi, S. J., Jafari, M., & Amini, T. (2009). A new mathematical modeling and a genetic algorithm search for milk run problem (an auto industry supply chain case study). *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 44(1–2), 194–200. <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1648-5>
- Santos, L., Brittes, G., Fabián, N., & Germán, A. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *Intern. Journal of Production Economics*, 204(July),

- 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- Subramanian, A., Uchoa, E., & Satoru, L. (2013). A hybrid algorithm for a class of vehicle routing problems. *Computers and Operation Research*, 40(10), 2519–2531. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2013.01.013>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1998). *The Warehouse management handbook* (2nd Editio). Tompkins Press.
- Viera, O., & Tansini, L. (2004). *Adapted Clustering Algorithms for the Assignment Problem in the MDVRPTW*.
- Wassan, N., & Nagy, G. (2014). Vehicle Routing Problem with Deliveries and Pickups: Modelling Issues and Meta-heuristics Solution Approaches. *International Journal of Transportation*, 2(1), 95–110. <https://doi.org/10.14257/ijt.2014.2.1.06>
- Zhao, F., Huan Mu, D., Wang, C., & W. Sutherland, J. (2016). Solving vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery using parallel simulated annealing algorithm. *Journal of Shipping and Transport Logistics*, 8(1). <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2016.073323>

Anexos

Anexo 1 – Layout Armazém



Adquiridos Exteriores



Adquiridos Interiores e Estruturas



Adquiridos Geral

Anexo 2 - Distância dos Fornecedores de Serviços Externos à OLI

	Trajeto 1 (km)	Trajeto 2 (km)	Trajeto 3 (km)	Distância Média (km)
1	1.3	2.1	2.4	1.93
2	1.9	2	-	1.95
3	2.4	3	3.7	3.03
4	3.6	-	-	3.60
5	3.6	-	-	3.60
6	4.9	-	-	4.90
7	4.6	5.4	-	5.00
8	5.7	5.6	6.3	5.87
9	6.1	-	-	6.10
10	6.7	-	-	6.70
11	8.9	13.3	18.9	13.70
12	16.8	15.8	15.5	16.03
13	18.9	16	20.3	18.40
14	18.9	16	20.3	18.40
15	20.2	25.9	19.5	21.87
16	16.6	28.7	20.4	21.90
17	27.1	19	22.7	22.93
18	38.4	27	29.7	31.70
19	37.4	-	-	37.40
20	75.8	72.1	69.4	72.43
21	71.8	67.7	85.5	75.00
22	100	118	113	110.33
23	100	118	113	110.33
24	105	123	125	117.67
25	127	131	140	132.67
26	121	143	134	132.67
27	118	142	146	135.33
28	250	263	277	263.33
29	258	262	278	266.00
30	1987	1999	1981	1989.00
31	2093	2131	2114	2112.67
32	2095	2133	2115	2114.33
33	3830	3970	-	3900.00

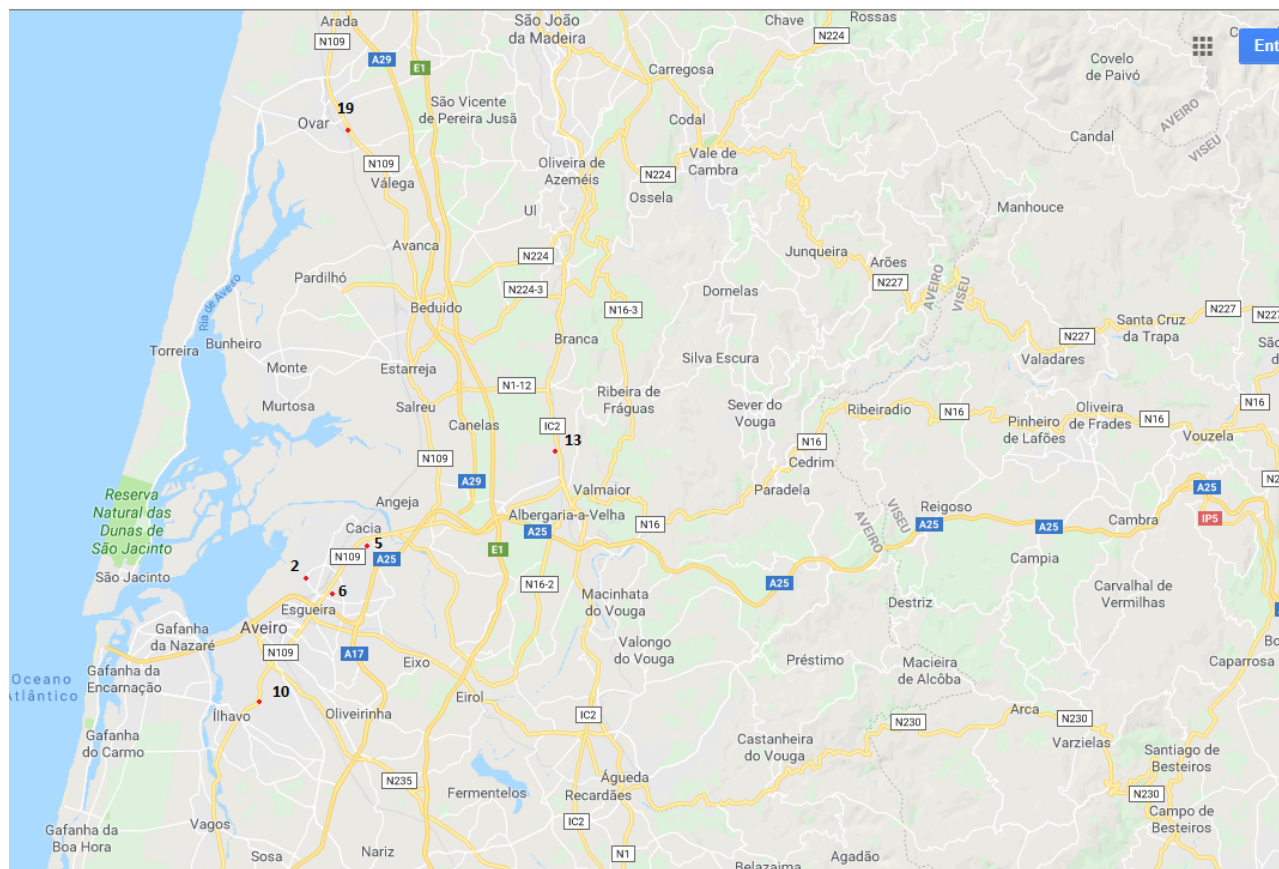
Anexo 3 - Mapa com a Distribuição dos Fornecedores Serviços Externos



Anexo 4 - Mapa com a Distribuição dos Fornecedores Serviços Externos – Portugal



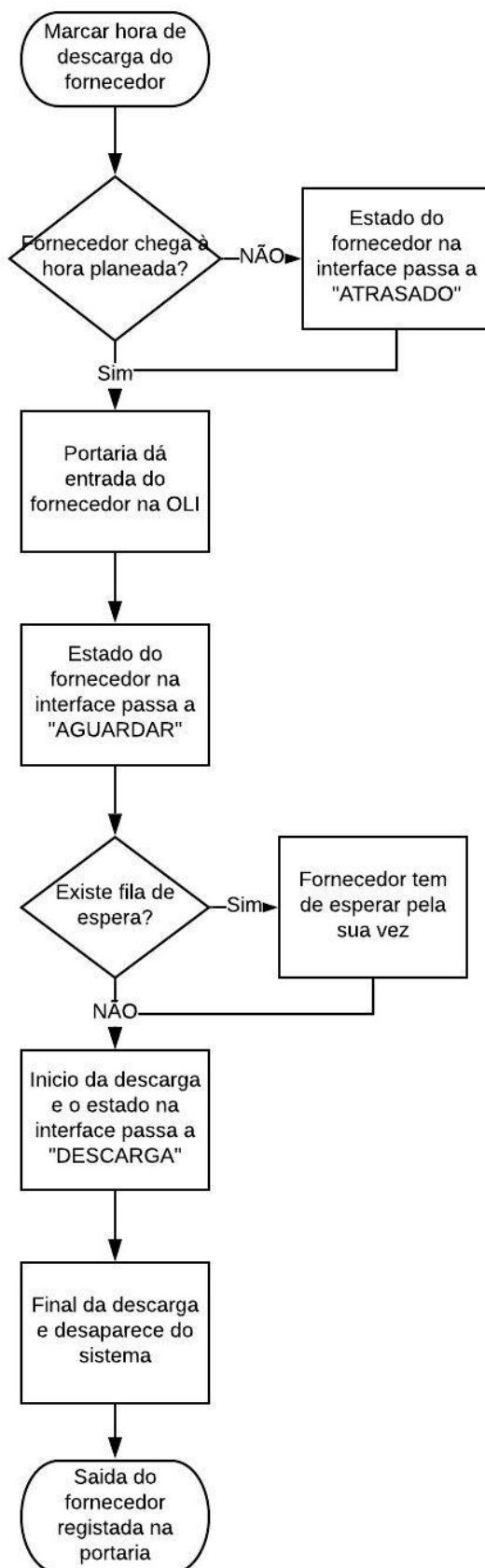
Anexo 5 - Mapa com a distribuição dos Serviços Externos - Seleção Final



Anexo 6 - Frequência de Descargas/Cargas em Média por Semana

Fornecedor/Semana	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	Frequência de Descargas/Cargas em Média/Semana
10	1	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	4	2	3	2	3	2	1	3
13	1	2	3	4	5	3	4	5	4	5	0	5	5	3	5	5	4	5	4	3	2	5	4	4	5	3	4
6	1	2	3	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	3	3	4	4	5	5	5	3	4	5	4	5	2	4
5	1	4	5	4	3	2	3	5	5	5	4	4	5	3	4	4	4	5	5	4	2	3	5	4	4	2	4
2	0	1	1	2	1	3	2	3	0	1	0	1	2	2	0	2	3	1	1	0	2	2	2	3	2	1	2
1	0	0	2	4	1	2	2	2	3	1	2	0	1	2	1	2	1	0	2	2	2	3	3	2	2	0	2
15	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1
12	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0	0	1	1	0	0	1
8	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
11	0	0	0	0	1	1	1	2	2	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	1
17	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
19	1	3	3	4	3	5	2	5	5	5	0	4	4	3	3	5	4	5	5	4	3	3	5	5	3	2	4
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Anexo 7 - Fluxograma Interface de Descargas



Anexo 8 – Análise Desperdício aos Serviços Externos

Fornecedor 19		
Tarefa	Tempo (seg)	
Transporte 1 paleta do armazém até ao fornecedor	23,35	
Trajetos fornecedor/armazém em vazio	26,11	
Transporte 1 paleta do armazém até ao fornecedor	38,5	
Descarregar o veículo caixa a caixa	91,01	
Transporte 1 paleta do fornecedor até ao armazém	40,43	
Trajetos armazém/fornecedor em vazio	11,27	
Transporte de 1 paleta do fornecedor até ao armazém	92,47	
Trajetos armazém/fornecedor em vazio	12,02	
Carregar veículo com caixa a caixa	91,41	
Arrumar paletes vazias	10	
Transporte 1 paleta do fornecedor até ao armazém	26,14	
Entrada do material + conferir	180	
Tempo Total	642,71	
Tempo Desperdício	192,42	
Frequência Descarga/semana	4	
Tempo Desperdício/semana	769,68	Tempo (horas)
Tempo Desperdício num ano	36944,64	10,26

Fornecedor 5		
Tarefa	Tempo (seg)	
Descarregar veículo caixa a caixa	65	
Transporte 1 paleta até fornecedor (chão)	45	
Transporte 1 paleta até armazém	34	
Trajetos em vazio até armazém	15	
Carregar veículo caixa a caixa	12	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém (quantidade não necessária)	34	
Transporte em vazio armazém até fornecedor	30	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém	43	
Conferir material + dar entrada do material	335	
Tempo Total	613	
Tempo Desperdício	111	
Frequência Descarga/semana	4	
Tempo Desperdício/semana	444	Tempo (horas)
Tempo Desperdício/ano	21312	5,92

Fornecedor 6		
Tarefa	Tempo (seg)	
Descarregar veículo caixa a caixa	420	
Transporte 1 paleta do fornecedor até ao armazém	36	
Transporte 1 paleta do armazém até ao fornecedor	38	
Trajetos fornecedor até A32	10	
Carregar o veículo caixa a caixa	181	
Transporte 1 paleta armazém até fornecedor	86	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém (quantidade não necessária)	39	
Transporte 1 paleta até fornecedor	37	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém (quantidade não necessária)	33	
Transporte 1 paleta até fornecedor	44	
Transporte em vazio fornecedor até armazém	15	
Transporte de 1 paleta até fornecedor	82	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém (quantidade não necessária)	62	
Trajetos fornecedor até A32	15	
Transporte 1 paleta até ao fornecedor	40	
Trajetos fornecedor até A32	20	
Transporte 1 paleta até fornecedor	42	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém (quantidade não necessária)	40	
Transporte 1 paleta até fornecedor	48	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém (quantidade não necessária)	75	
Transporte 1 paleta até ao fornecedor	70	
Trajetos fornecedor até A32	20	
Transporte 1 paleta até fornecedor	33	
Transporte 1 paleta fornecedor até armazém (quantidade não necessária)	99	
Carregar veículo caixa a caixa	490	
Dar entrada material	1031	
Tempo Total	3106	
Tempo Desperdício	1439	
Frequência Descarga/semana	4	
Tempo Desperdício/semana	5756	Tempo (horas)
Tempo Desperdício/ano	276288	76,75

Fornecedor 2		
Tarefa	Tempo (seg)	
Descarregar caixa a caixa	74	
Dar entrada + conferir material	194	
Arrumar em armazém	73	
Tempo Total	341	
Tempo Desperdício	74	
Frequência Descarga/semana	3	
Tempo Desperdício/semana	222	Tempo (horas)
Tempo Desperdício/ano	10656	2,96

Fornecedor 13		
Tarefa	Tempo (seg)	
Transporte de 1 palete do fornecedor até ao armazém	23,97	
Trajeto armazém até ao fornecedor sem mercadoria	8,73	
Transporte de 1 palete do fornecedor até ao armazém	27,99	
Transporte de 1 palete do armazém até ao fornecedor (pousa no chão)	33,35	
Transporte de 1 palete do fornecedor até ao armazém	56,77	
Transporte de 1 palete do armazém até ao fornecedor (pousa no chão)	39,44	
Carregar veículo com paletes colocadas no chão	62,6	
Tempo Total	252,85	
Tempo Desperdício	72,79	
Frequência Descarga/semana	4	
Tempo Desperdício/semana	291,16	Tempo (horas)
Tempo Desperdício/ano	13975,68	3,88

Fornecedor 10		
Tarefa	Tempo (seg)	
Descarregar caixa a caixa	74	
Dar entrada + conferir material	194	
Arrumar em armazém	73	
Tempo Total	341	
Tempo Desperdício	74	
Frequência Descarga/semana	3	
Tempo Desperdício/semana	222	Tempo (horas)
Tempo Desperdício/ano	10656	2,96

Anexo 9 – Orçamentos Transportadoras

Orçamento 1:

Valor Diário	245 €
Alocação dos Recursos Fixos do Fornecedor	8 horas/dia
Valor Km/Dia	200 Km
Valor Km Extra	0,75 €/Km

Orçamento 2:

Proposta 1 - Contrato de 1 ano	
Alocação dos Recursos Fixos do Fornecedor	8 horas/dia
Valor por Dia	166 €
Valor por Km	0,6 €
Movimentação de Carga	12 €
Proposta 2 - S/ Contrato	
Alocação dos Recursos Fixos do Fornecedor	8 horas/dia
Valor por Dia	225 €
Valor por Km	0,63 €
Movimentação de Carga	12 €
Proposta 3 - Dedicado 4 horas	
Alocação dos Recursos Fixos do Fornecedor	4 horas/dia
Valor por Dia	140 €
Valor por Km/Dia	0,63 €
Movimentação de Carga	8 €