



Truck Control - Otimização e Monitorização

Daniel de Sousa Fernandes Ratão

*Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto
para obtenção do Grau de Mestre em Logística*

**Orientada por: Professora Doutora Isabel Cristina da Silva Lopes e
Professora Doutora Maria Teresa Pereira**

Este Relatório de Estágio inclui as críticas e sugestões feitas pelo Júri.

Porto, Novembro de 2023



Truck Control - Otimização e Monitorização

Daniel de Sousa Fernandes Ratão

**Orientada por Professora Doutora Isabel Cristina da Silva Lopes e
Professora Doutora Maria Teresa Pereira**

Porto, Novembro de 2023

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostava de agradecer à empresa Garland por me ter proporcionado a realização do estágio. Gostava de agradecer a toda a equipa de planeamento por todo o auxílio prestado, pela disponibilidade demonstrada durante o estágio e pelo carinho com que me acolheram.

Um agradecimento especial às professoras-orientadoras Cristina Lopes e Maria Teresa Pereira por terem orientado, acompanhado e aconselhado ao longo desta jornada. Agradeço-lhes a disponibilidade, o apoio e a força que sempre me deram para levar este projeto até ao fim.

Agradeço às minhas amigas Diana Pinto, Mariana Machado, Catarina Ferreira e Cláudia Pires por terem estado presentes em mais uma etapa da minha vida, pelo apoio, incentivo e pela predisposição que sempre demonstraram em ajudar-me em tudo o que eu precisasse.

Aos meus amigos, pela amizade, pelos momentos e pela ajuda não só durante a realização do projeto como ao longo deste percurso, obrigado.

Agradeço especialmente à Daniela Costa e às restantes pessoas do Instituto Luso-Cubano de Neurologia que me acompanharam nesta fase difícil e demonstraram ajudar-me em tudo o que precisasse.

Agradeço aos meus pais pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, fornecendo o apoio e motivação necessários para atingir os meus objetivos.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para que concluísse esta etapa tão especial da minha vida.

A todos, muito obrigado!

Daniel Ratão

Resumo:

Este relatório é produzido após a realização de um estágio na Garland, empresa focada em logística, transportes e navegação, no departamento de planeamento internacional de transportes. O Planeamento Internacional é um departamento que assume um papel fundamental na gestão empresarial, sendo, por isso, essencial a definição de uma metodologia ótima para a realização do planeamento de transportes.

Este relatório foca-se no carregamento dos camiões, mais propriamente na sua otimização e monitorização, tendo como objetivo uma tomada de decisão informada e sustentada. Teoricamente, analisa-se a importância da logística, do setor dos transportes e ligação entre as exportações, importações e crescimento económico. Em termos práticos, faz-se uma análise da empresa, focando no planeamento de carregamento de camiões. Faz-se uma análise dos softwares existentes na empresa para apoiar esta tarefa, nomeadamente o CRM (*Customer Relationship Management*), o K2 (*software* de gestão) e o TMS (*Transportation Management System*). São analisados diversos camiões, feito o planeamento do seu carregamento, tendo em conta a prioridade dos agentes, a existência de reservas no K2 e as reservas em Bolsa. Consideram-se ainda os contactos que podem ser importantes. Em cada caso analisa-se o lucro ou prejuízo do transporte efetivo.

Verificou-se que, com a aplicação do método heurístico da poupança de Clark e Wright, conseguir-se-á reduzir o número de camiões necessários, relativamente ao número de camiões que foram usados efetivamente pela empresa. Os resultados mostram que esta heurística é capaz de fornecer boas soluções para a maioria dos problemas ocorridos na maximização dos camiões.

Palavras-chave: Camião, Reserva, Carga, Transporte, Heurística *Clark & Wright*

Abstract:

This report is produced after completing an internship at Garland, a company focused on logistics, transport and navigation, in the international transport planning department. International Planning is a department that plays a fundamental role in business management, making it therefore essential to define an ideal methodology for carrying out transport planning.

This focus is on truck loading, more specifically on the report of its optimization and monitoring, with the objective of making informed and sustained decisions. Theoretically, the importance of logistics, the transport sector and the link between exports, currently and economic growth, is analyzed. In practical terms, an analysis of the company is carried out, focusing on truck loading planning. Carry out an analysis of the company's existing software to support this task, namely CRM (Customer Relationship Management), K2 (management software) and TMS (Transportation Management System). Several trucks are analyzed and their loading is planned, taking into account the priority of agents, the existence of reserves at K2 and reserves on the Stock Exchange. Also consider contacts that may be important. In each case, the profit or loss from actual transport is analyzed.

It was found that, with the application of Clark and Wright's heuristic *Savings* method, it will be possible to reduce the number of trucks needed, in relation to the number of trucks that were actually used by the company. The results show that this heuristic is capable of providing good solutions for most of the problems encountered when maximizing trucks.

Key words: Truck, Booking, Load, Transportation, Clark and Wright Heuristics

Resumen

Este informe se elabora tras realizar unas prácticas en Garland, empresa centrada en logística, transporte y navegación, en el departamento de planificación del transporte internacional. Planificación Internacional es un departamento que juega un papel fundamental en la gestión empresarial, por lo que es fundamental definir una metodología ideal para llevar a cabo la planificación del transporte.

Este foco está en la carga de camiones, más específicamente en informar sobre su optimización y seguimiento, con el objetivo de tomar decisiones informadas y sostenidas. Teóricamente se analiza la importancia de la logística, el sector del transporte y la conexión entre las exportaciones, en la actualidad, y el crecimiento económico. En términos prácticos se realiza un análisis de la empresa, centrándose en la planificación de la carga de camiones. Realizar un análisis del software existente en la empresa para soportar esta tarea, a saber, CRM (*Customer Relationship Management*), K2 (*software de gestión*) y TMS (*Transportation Management System*). Se analizan varios camiones y se planifica su carga, teniendo en cuenta la prioridad de los agentes, la existencia de reservas en K2 y reservas en Bolsa. Considere también contactos que puedan ser importantes. En cada caso, se analiza la ganancia o pérdida del transporte real.

Se encontró que, con la aplicación del método heurístico de ahorro de Clark y Wright, será posible reducir la cantidad de camiones necesarios, en relación con la cantidad de camiones que realmente fueron utilizados por la empresa. Los resultados muestran que esta heurística es capaz de proporcionar buenas soluciones para la mayoría de los problemas encontrados en la maximización de camiones.

Palabras clave: Camiónes, Reserva, Cargar, Transporte, Heurístico

Índice geral

1. Introdução.....	11
2. Enquadramento Teórico.....	14
2.1. Logística	14
2.1.1. Setores dos transportes	16
2.1.2. Transitários	20
2.2. Importação, Exportação e Crescimento Económico.....	20
2.3. Planeamento de Rotas (Vehicle Routing Problem).....	21
2.4. Otimização das Rotas	24
2.5. Importância do Planeamento Logístico	27
2.6. <i>Outsourcing</i>	28
2.7. Legislação.....	29
3. Apresentação da Empresa	34
3.1. História da Empresa.....	34
3.2. Missão Visão e Valores	36
3.3. Áreas Estratégicas de Negócio	37
3.4. Estrutura Organizacional	38
4. Descrição e Análise Crítica das Atividades de Estágio	42
4.1. Enquadramento Metodológico	42
4.1.1. Pertinência do tema de Investigação	42
4.1.2. Metodologia.....	42
4.1.3. Objetivos.....	43
4.2. Análise do processo de distribuição	44
4.3. Estrutura de distribuição e caracterização da frota de distribuição	50
4.4. Método Heurístico de Clark e Wright	60
4.5. Apreciação global das atividades	82

5. Conclusão	84
5.1. Principais conclusões do trabalho desenvolvido	84
5.2. Perspetivas futuras	85

Índice de Figuras

Figura 1 Empresas do Setor dos Transportes (2021).....	17
Figura 2 Setor dos Transportes.....	18
Figura 3 Vendas e Serviços Prestados por empresas de transportes portuguesas	18
Figura 4 Prazos Médios (Número de dias)	19
Figura 5 Fonte de Financiamento	19
Figura 6 Conceito de Poupança	26
Figura 7 Logística da Garland	34
Figura 8 Áreas Estratégicas de Negócio.....	37
Figura 9 Conselho de Administração	39
Figura 10 Departamento do Planeamento	40
Figura 11 Processo de funcionamento da Importação na Garland	47
Figura 12 Rota do Camião 8.....	71
Figura 13 Rota do Camião 1	73
Figura 14 Rota do Camião 3.....	77
Figura 15 Rota do Camião 11	79
Figura 16 Rota do Camião 12.....	81

Índice de Tabelas

Tabela 1 História da Garland.....	36
Tabela 2 Áreas Estratégicas de Negócio	38
Tabela 3 Informação dos Camiões	51
Tabela 4 Distância dos Camiões às Origens.....	63
Tabela 5 Matriz de distâncias entre as Origens	65
Tabela 6 Matriz de distâncias entre os Destinos.....	66
Tabela 7 Saving/Poupança.....	67
Tabela 8 Peso e Volume da Carga.....	68
Tabela 9 Quilómetros da carga 15 a cada camião	69
Tabela 10 Quilómetros da carga 19 a cada camião	71
Tabela 11 Quilómetros da carga 18 a cada camião	73
Tabela 12 Quilómetros da carga 20 a cada camião	75
Tabela 13 Quilómetros da carga 16 a cada camião	76
Tabela 14 Quilómetros da carga 1 a cada camião	77
Tabela 15 Quilómetros da carga 2 a cada camião	79
Tabela 16 Quilómetros da carga 17 a cada camião	80

Lista de abreviaturas

AMT	Autoridade da Mobilidade e dos Transportes
APNOR	Associação de Politécnicos da Região Norte
CAM	Certificado de Aptidão de Motorista
CMR	Contrato de Transporte Internacional de Mercadorias por Estradas
COVID19	Coronavírus SARS-CoV-2
CQM	Carta de Qualificação de Motorista
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
EDI	<i>Electronic Data interchange</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
PIB	Produto Interno Bruto
TMS	<i>Transportation Management System</i>
VRP	<i>Vehicle Routing Problem</i>

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1. Introdução

No âmbito do Mestrado de Logística da APNOR, lecionado no Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, o presente relatório de estágio consiste no carregamento dos camiões, mais propriamente na sua otimização e monitorização, com o objetivo de ter uma boa tomada de decisão.

O Estágio foi realizado na empresa Garland, no departamento do Planeamento dos Transportes, tendo como objetivo estabelecer uma metodologia ótima, entre o processo da receção das reservas e os respetivos carregamentos nos camiões.

A criação do setor dos transportes representa um passo essencial da atividade logística e da cadeia de distribuição e armazenamento globais (Capitão, 2020; Oliveira *et al.*, 2021) acrescenta, ainda que a mobilidade assume um papel importante na competitividade. O sistema de transportes pode ser diferenciado em vários aspetos, nomeadamente em termos da infraestrutura básica necessária, tal como as estradas, as ferrovias, as pontes e os túneis.

Uma transportadora tem o papel de transportar a mercadoria de um determinado local até ao seu destino final. Por outro lado, o transitário refere-se à entidade cuja responsabilidade é gerir, autonomamente, todo o processo de importação e exportação de mercadorias, independentemente do modo de transporte utilizado. Ambos são necessários e fundamentais para uma boa logística da rede de transportes.

A estratégia de logística e globalização considera a liberdade de fluxo de capitais, a integração dos mercados financeiros e o desenvolvimento e liberalização do comércio internacional (Szymonik, 2014). No setor dos transportes, a globalização tem um impacto enorme devido à mudança nas condições das necessidades de transporte e à mudança de estratégias de entidades enquanto serviços de transporte.

Os conceitos de importação, exportação e crescimento económico estão relacionados entre si. Estes têm vindo a tornar-se muito populares pela necessidade de melhorar o PIB (Produto Interno Bruto), melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e baixar os níveis de desemprego (Turan & Karamanaj, 2014; Zelalem Asmare, 2021).

O problema de roteamento de veículos ou programação de veículos é conhecido como *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Neste programa, as rotas devem satisfazer diversas restrições operacionais, que dependem da natureza das mercadorias transportadas, da

qualidade do nível de serviço e das características dos clientes e veículos (Toth & Vigo, 2002).

O trabalho surge dividido por quatro capítulos. No primeiro capítulo realiza-se um enquadramento teórico, definindo conceitos importantes para a compreensão da temática abordada. Desta forma, é importante analisar a importância da logística, tanto em termos académicos como empresariais. Também a análise de *trade-off* surge como fundamental para o planeamento logístico, assim como o planeamento de rotas. Aborda-se ainda a otimização de rotas por métodos heurísticos, bem como a legislação inerente ao setor dos transportes e importante no estágio realizado. O segundo capítulo abordará a história da empresa em estudo, bem como todas as características que possam ter impacto no estudo realizado. O terceiro capítulo refere-se ao carregamento de camiões e aos métodos heurísticos aplicados no mesmo. Por fim, o último capítulo apresentará as conclusões necessárias.

CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2. Enquadramento Teórico

Neste capítulo, serão abordados conceitos e informações relacionados com o tema do relatório de estágio. Numa primeira fase, encontra-se uma breve explicação da logística de transportes. De seguida, surge informações sobre importação e exportação, planeamento de rotas e otimização das mesmas, salientando-se ainda a importância do planeamento logístico. Para finalizar, analisam-se informações adicionais sobre *outsourcing* seguido da legislação que abrange o tema.

Para efeitos de relatório de estágio, uma vez que o mesmo incidiu sobre o setor do transporte rodoviário, a incidência informacional será sobre este.

2.1. Logística

A Logística tem-se revelado de extrema importância nas últimas décadas, do ponto de vista académico e empresarial, acontecimento justificado pelo fenómeno da globalização, aumento da competitividade entre empresas e exigência do cliente (Domingos & Sardinha, 2017).

A Associação Europeia de Logística é uma federação de trinta organizações nacionais. Desta forma, abrange quase todos os países da Europa Central e Ocidental, bem como as regiões ultraperiféricas da União Europeia, de forma a promover e desenvolver a profissão de Logística (*European Logistics Association*), (Associação Europeia de Logística, 2023). Segundo a mesma, a definição de logística consiste na organização, planeamento, controlo e execução do fluxo de produtos, desde o processo inicial de desenvolvimento do produto e aprovisionamento até ao consumidor final. Assim, a Logística engloba todos os elementos que se relacionam com a distribuição de forma a cumprir as necessidades do mercado, mantendo o custo mínimo necessário. Uma boa Logística é fundamental para qualquer entidade já que a falha da mesma poderá ter implicações de custo elevadas e desnecessárias - assim sendo, a Logística diz respeito a todos os movimentos realizados entre duas localizações distintas (Domingos & Sardinha, 2017).

A análise dos níveis de *trade-offs* (conflitos de escolha), de acordo com Rushton (2014), é fundamental para um bom planeamento de logística e para o aproveitamento máximo da mesma. Esta análise é feita de acordo com o nível de exigência do serviço, estipulado pelo cliente. Desta forma, definem-se vários níveis de *trade-off*.

Um dos níveis inclui as opções dentro dos componentes, outro nível é entre componentes logísticos, existindo ainda o nível de escolha entre as funções da empresa e o nível de escolha entre a empresa e organizações externas, conforme apresentados de seguida.

1. Dentro dos componentes logísticos – implica os *trade-offs* que ocorrem dentro de funções únicas, tais como o armazenamento, sendo que pode ser armazenamento aleatório em comparação com a possibilidade de ter armazenamento fixo. O primeiro poderá trazer mais vantagens no que toca ao aproveitamento do *stock* e o segundo será mais difícil de levantar. Ou seja, os diferentes *layouts* poderão trazer diferentes vantagens, mas torna-se necessário decidir.
2. Entre componentes logísticos - são os *trade-offs* que ocorrem entre os diferentes elementos da logística. Por exemplo, para melhorar a resistência de uma caixa ou embalagem, os custos dessa melhoria tendem a ser superiores, mas esse aumento de preço pode ser traduzido numa outra poupança, nomeadamente no que se refere aos custos de transporte ou o armazenamento;
3. Entre as funções da empresa - existem várias áreas de comunicação entre as funções da empresa onde as *trade-offs* podem ser feitas, que por sinal podem afetar as diferentes funções, tais como o financiamento, a produção, a distribuição e o marketing. Por exemplo, as séries de produção grandes levam a custos unitários mais baixos, tornando a produção mais económica. Simultaneamente, essa produção leva a que haja mais produtos a armazenar, aumentando, então, os custos ou o período de armazenamento, o que poderá não ser mais benéfico na verdade;
4. Entre a empresa e organizações externas – entregar o produto diretamente ao retalhista por uma rede de distribuição pode ser uma solução mais económica para ambas as empresas, pelo que deve realizar-se *trade-offs* deste género.

Consequentemente, estes parâmetros são cruciais para ter um sistema logístico de excelência, no qual é necessário equilibrar os fatores que são mais importantes para que o custo logístico total vá de encontro ao serviço exigido pelo cliente e dentro dos orçamentos desejados (Rushton, Crouch and Baker *et al.*, 2014).

2.1.1. Setores dos transportes

O transporte representa um passo essencial da atividade logística e da cadeia de distribuição e armazenamento globais (Capitão, 2020).

Segundo Oliveira *et al.*, (2021) a rede de infraestruturas de transportes, caso seja bem conseguida, simplifica a flexibilidade da mão de obra e o ingresso dos empregados, garantindo bolsas de emprego satisfatórias e minimizando as matérias-primas perdidas. Da mesma forma, assegura a organização dos bens produzidos e o ingresso em negócios com consumidores geograficamente afastados. Nos países em que a localização geográfica é favorecida, tal como Portugal, a presença de uma boa rede de transporte deve acompanhar a complexidade do país, sendo que se tal não ocorrer o problema existente pode ser crítico.

Recorrendo ao autor proferido anteriormente, a mobilidade assume um elevado valor acrescentado no que respeita ao fator competitividade, pois tem impacto nos custos de logística, mas também, na expansão e acessibilidade da sociedade, tendo reflexos diretos no bem-estar social e económico (CEGOC, 2023; Oliveira *et al.*, 2021).

O sistema de transportes pode ser diferenciado em vários aspetos, tais como a infraestrutura básica necessária, tal como as estradas, as ferrovias, pontes e túneis. O mesmo acontece com os sistemas de gestão de tráfego de pessoas, veículos e mercadorias, que inclui tanto o tráfego aéreo, como o ferroviário e rodoviário (Oliveira *et al.*, 2021).

Assim sendo, o setor dos transportes compreende as empresas de expedição e transporte aéreas, marítimas, ferroviárias e rodoviárias, bem como outras empresas e prestadoras de serviço que permitem que o setor seja abrangido pela logística necessária (CEGOC, 2023)

De acordo com as análises das estatísticas europeias (Instituto Nacional de Estatística, 2019), o transporte rodoviário domina no setor do transporte de mercadorias na Europa, incluindo Portugal, graças à flexibilidade do modo rodoviário em fazer um serviço de recolha e entrega; bem como à versatilidade com que os produtos podem ser transportados e a própria flexibilidade no horário de entregas e recolhas. Contudo, há diversas limitações neste transporte, tais como a dimensão máxima dos produtos transportados, o tempo de transporte variável devido aos fatores externos associados e a possibilidade de perda de produtos, embora baixa (João Paulo Costa, 2010).

Apesar das desvantagens referidas anteriormente, o aumento da procura da utilização de contentores como meio de transporte de mercadorias provocou, também, ao aumento da procura do transporte rodoviário. Assim, tem-se melhorado a sua tecnologia de modo a reduzir os custos de transporte ao máximo. No entanto, tem de manter ou aumentar a capacidade de carga de mercado (Capitão, 2020; Domingos & Sardinha, 2017).

Segundo o Banco de Portugal, (2021), dados mais recentes disponibilizados por esta entidade, o setor dos transportes compreendia 24.776 empresas, número que aumentou 0,85% em relação ao ano anterior. Destas empresas, 90,9% tratam-se de microempresas, enquanto 7% são pequenas empresas, conforme apresenta o gráfico da Figura 1.

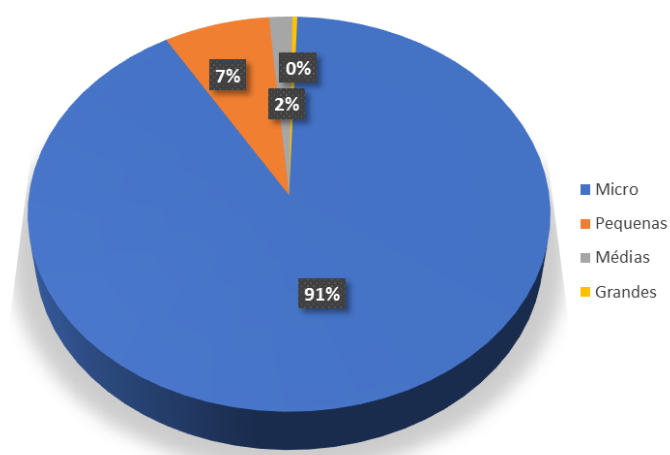


Figura 1 Empresas do Setor dos Transportes (2021)

Fonte: Elaboração própria adaptado do Banco de Portugal, 2021

Em termos de localização geográfica, 49,4% das empresas situam-se na área metropolitana de Lisboa, seguindo a área metropolitana do Porto com 16,3% do total de empresas no setor (Figura 2). A Madeira surge em terceiro lugar, seguindo-se a região Oeste e a Lezíria do Tejo. As restantes localizações têm um peso residual.

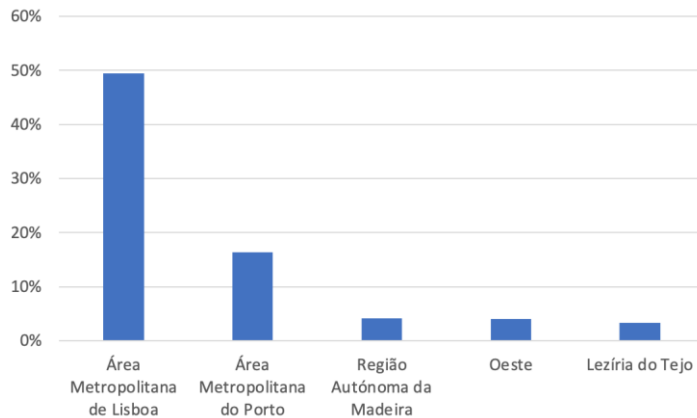


Figura 2 Setor dos Transportes

Fonte: Elaboração própria, adaptado do Banco de Portugal, 2021

No que se refere ao volume de negócios, em 2022, o setor o mercado português movimentou mais de cem mil euros com a exportação e mais de quinhentos milhões de euros no mercado interno. O mercado interno apresenta um peso superior às exportações. O gráfico da Figura 3 apresenta a evolução do volume de negócios das empresas do setor dos transportes, o que permite verificar a redução dos valores no período de pandemia de COVID19¹, facto devido à proibição de circulação e de transportes em determinados locais.

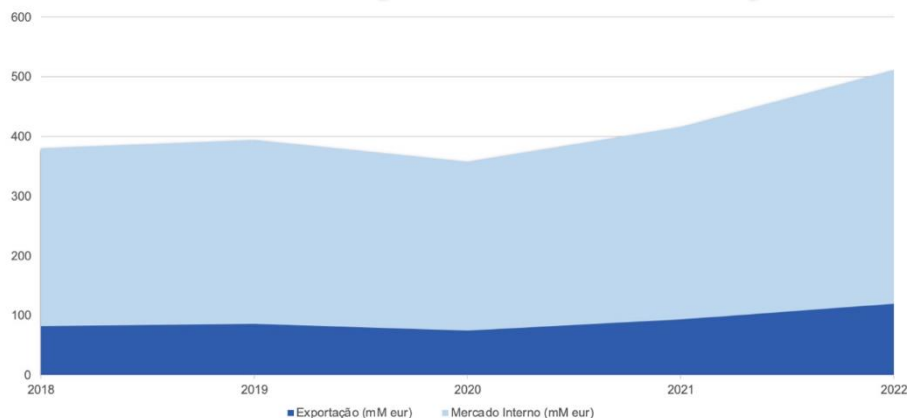


Figura 3 Vendas e Serviços Prestados por empresas de transportes portuguesas

Fonte: Elaboração própria, adaptado do Banco de Portugal, 2022

No que se refere à tesouraria, o setor dos transportes no mercado português enfrenta problemas de liquidez nos diversos anos, dado que conforme apresenta o gráfico na figura 4, o prazo médio de pagamentos tende a ser superior ao prazo médio de recebimento. Assim, é comum que as empresas do setor dos transportes recorram a capitais alheios em

¹ coronavírus SARS-CoV-2

diversos momentos, com vista a fazer face à pressão de tesouraria sentida no decorrer da atividade operacional.

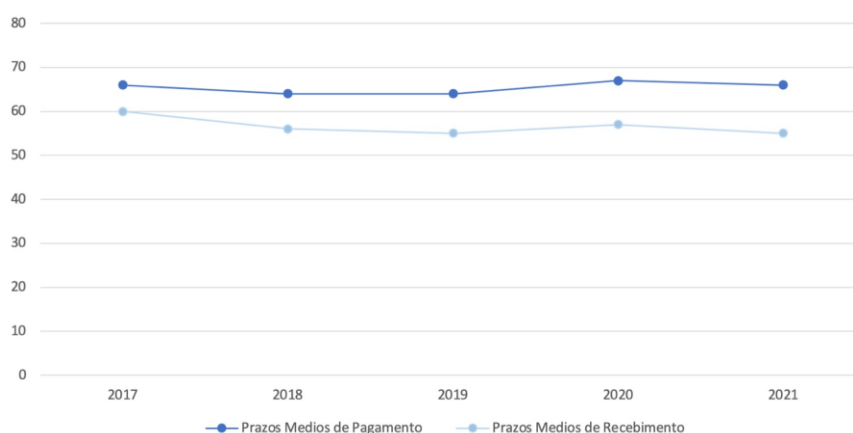


Figura 4 Prazos Médios (Número de dias)

Fonte: Elaboração própria, adaptado do Banco de Portugal, 2021

Em termos de fontes de financiamento, o gráfico da Figura 5 confirma o anteriormente referido. Dado que em todos os anos, predominam os financiamentos alheios obtidos, em detrimento do uso de capital próprio. Devido ao facto de existirem problemas de liquidez e os investimentos quando realizados apresentam elevados montantes, uma vez que os meios de transporte e vias de deslocação apresentam elevados valores associados.

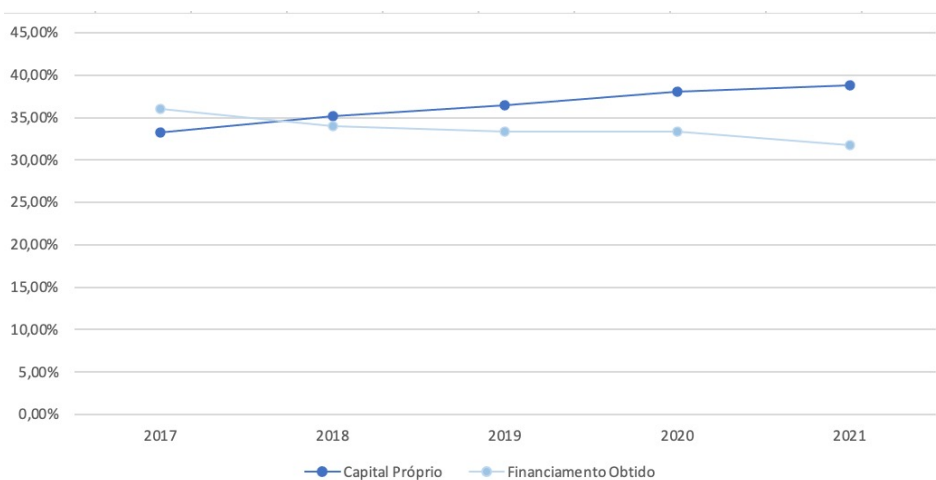


Figura 5 Fonte de Financiamento

Fonte: Elaboração própria, adaptado do Banco de Portugal, 2021

O custo dos transportes constitui uma grande parte da atividade logística, representando cerca de 30% do custo total (Capitão, 2020), o que demonstra a importância da necessidade de reduzir os custos ao máximo por parte das empresas do setor de transportes.

O setor dos transportes é regulado e fiscalizado, em Portugal, pela Autoridade da Mobilidade e dos Transportes (AMT). A missão desta entidade consiste na fiscalização do setor da mobilidade de todo o tipo de transportes, com exceção dos aéreos. Além disto, inclui-se a fiscalização da atividade económica no setor dos transportes marítimos e dos portos comerciais.

2.1.2. Transitários

As empresas transportadoras são distintas das empresas transitárias, no que diz respeito ao conceito. A diferença de conceitos encontra-se na execução prática das tarefas (Sofia & Ribeiro, 2021).

Uma transportadora tem o papel de transportar a mercadoria de um determinado sítio até ao seu destino final. Ou seja, tem como função efetuar o transporte que diretamente através de frota própria ou indiretamente através de cooperação com outras transportadoras qualificadas de forma a assegurar o devido transporte (Sofia & Ribeiro, 2021).

Já um transitário trata-se da entidade cuja responsabilidade é gerir, autonomamente, todo o processo de importação e exportação de mercadorias, independentemente do modo de transporte utilizado. Os dois são necessários e fundamentais para uma boa logística da rede de transportes.

2.2. Importação, Exportação e Crescimento Económico

Os conceitos de importação, exportação e crescimento económico estão relacionados entre si. Estes têm vindo a tornar-se muito populares pela necessidade de melhorar o PIB (Produto Interno Bruto), a qualidade de vida dos cidadãos e baixar os níveis de desemprego (Turan & Karamanaj, 2014; Zelalem Asmare, 2021).

A relação entre importação e exportação é muitas vezes conhecida com o comércio internacional. O que torna o comércio internacional essencial para cada país é a necessidade de desenvolvimento económico que, por consequência, irá permitir aos consumidores ter uma maior variedade de produtos e serviços disponíveis (Turan & Karamanaj, 2014; Zelalem Asmare, 2021).

A opinião da relação entre exportação, importação e crescimento económico não é unânime entre todos os especialistas, sendo que existem diferentes argumentos e diferentes

resultados obtidos, consoante também os países (Turan & Karamanaj, 2014; Zelalem Asmare, 2021).

Alguns estudos e especialistas argumentam que há evidências concretas de que as exportações causam crescimento económico. Outros estudos mostram o inverso em termos de causalidade, ou seja, defendem que o crescimento económico causa o crescimento das exportações, referindo as mesmas como exportações impulsionadas pelo crescimento. Alguns autores relacionam ainda o aumento de exportações com o aumento da mão-de-obra qualificada e tecnologia (Turan & Karamanaj, 2014; Zelalem Asmare, 2021).

As importações são consideradas um importante canal para o fluxo de tecnologia e conhecimento estrangeiros para a economia doméstica por modelos recentes de crescimento internos (Turan & Karamanaj, 2014; Zelalem Asmare, 2021).

Existem outros estudos que não suportam a relação entre essas variáveis, justificando as exportações e o crescimento económico como resultado do processo de desenvolvimento e da mudança tecnológica (Turan & Karamanaj, 2014; Zelalem Asmare, 2021).

Ramos (2001), no seu estudo sobre as exportações, importações e crescimento económico em Portugal chegou a esta mesma conclusão. Ou seja, que não era possível comprovar a causalidade unidirecional entre as três variáveis nos dados obtidos entre os anos 1865 e 1998 nem nenhum tipo de causalidade significativa entre o crescimento das importações e exportações. Assim, os dados obtidos permitiram concluir que o crescimento do produto da economia portuguesa nesse período revelou-se associada a uma pequena economia dual em que as transações intraindústrias eram muito limitadas.

2.3. Planeamento de Rotas (Vehicle Routing Problem)

O problema de roteamento de veículos, conhecido como Vehicle Routing Problem (VRP), foi introduzido por Dantzig e Ramser, em 1959, quando propuseram a primeira formulação de programação matemática e abordagem algorítmica referente à entrega de gasolina em postos de combustível. Desde então, diversos algoritmos e tentativas de otimização foram criadas para facilitar a resolução de problemas do transporte de mercadorias, que podem ser diversas e bastante complexas, com necessidades de medidas diferentes como resposta (Toth & Vigo, 2002).

Alguns dos problemas de roteamento de veículos incidem no planeamento em si, nomeadamente o planeamento de recursos (identificação dos requisitos básicos para a frota de transporte), o planeamento “what if” (planear perante possíveis mudanças e fazer simulações para a procura do serviço, disponibilidade de veículos, entre outros) e o planeamento de rotas fixas (Capitão, 2020).

Para além destes problemas referidos anteriormente, também surgem problemas operacionais. Na gestão de rotas e horários diários dos veículos, surgem problemas operacionais já que não é possível planear rotas. Isto porque, não se pode basear apenas no histórico dos clientes, uma vez que o serviço que procuram e o local de entrega nem sempre é o mesmo. Como tal, é necessário haver um planeamento profundo e detalhado das rotas e horários para corresponder à procura dos clientes, dentro do limite especificado (Capitão, 2020). Assim sendo, as rotas devem satisfazer diversas restrições operacionais, que dependem da natureza das mercadorias transportadas, da qualidade do nível de serviço e das características dos clientes e veículos (Toth & Vigo, 2002).

De acordo com Capitão, (2020) para uma boa gestão das rotas de transporte é necessário ter ainda, em consideração diversos fatores que a podem afetar, nomeadamente:

1. Procura – os dados da procura têm de representar as limitações, como por exemplo de capacidade, dos veículos e dos serviços disponíveis;
2. Distância – utilizar estratégias para estimar as distâncias a serem percorridas pelos veículos, procurando a distância mais curta, favorável ou económica é fundamental;
3. Restrições de clientes e serviços – ao fazer os agendamentos das rotas é crucial garantir que a entrega é feita em horários compatíveis com os clientes e que não há restrições de acesso, descargas, entre outros;
4. Restrições de veículos e condutores – é necessário garantir que os veículos têm as capacidades necessárias e encontram-se disponíveis, bem como garantir que os condutores e possíveis ajudantes estão aptos para fazer o serviço;
5. Rotas – gestão das rotas e do número máximo de locais;
6. Velocidades médias;

7. Restrições de carga do produto/unidade;

No que se refere à definição e planeamento das rotas, o mesmo autor sugere que os seguintes passos são cruciais, passando-se a citar:

1. Elaborar os pontos de entrega no mapa;
2. Caracterizar a procura e restrições por ponto de entrega;
3. Determinar as regras do cálculo de distâncias;
4. Encontrar encomendas que podem ser entregues numa única só vez;
5. Juntar viagens: começar com as que apresentam maior restrições ou com maior distância do armazém. Posteriormente, agregar as entregas de forma a atingir um carro completo e decidir qual o transporte mais adequado. Por fim, deve registrar-se o tempo total do procedimento;
6. As viagens com menor distância do armazém, são as últimas a serem consideradas para entrega;
7. Agrupar viagens nas rotas possíveis (por exemplo, 2 viagens por veículo por dia);
8. Especificar o número e tipo de veículos e a distância percorrida.

O uso de procedimentos computadorizados para o planeamento do processo de distribuição é muito comum na sociedade contemporânea pelos efeitos positivos que apresenta na economia, dado que permite reduzir os custos globais de transporte, que por sinal representam um custo final do transporte de mercadorias de 10% a 20%. Contudo, é importante salientar que o uso desses modelos propostos para a solução de problemas de agendamento, de veículos e de planeamento de entregas de mercadorias pode ser adaptado a outras áreas e ter outras aplicações muito úteis, sendo de referir o serviço de recolha de lixo, o serviço limpeza de ruas, o transporte de pessoas com deficiência, entre outros (Toth & Vigo, 2002).

Apesar dos *softwares* e procedimentos computadorizados serem uma grande ajuda para planear e gerir as rotas, face à gestão manual, os mesmos não são perfeitos. Isto, devido ao conjunto de restrições e limitações que existem. Todavia, fornecem a melhor solução

possível e com uma capacidade de agendamento muito superior à manual graças aos algoritmos que se podem criar para tornar as soluções o mais eficientes possível (Capitão, 2020).

2.4. Otimização das Rotas

Castro e Pizzolato, (2005) consideram que a procura de uma solução ótima para determinado problema passa pela consideração de diversas probabilidades e de um elevado número de variáveis, facto que torna o processo complexo. Assim, para facilitar a procura da solução ótima perante um problema, os autores consideram que se deve recorrer a métodos heurísticos.

Segundo Domingos e Sardinha, (2017), o método heurístico é aplicado em rotinas seleccionadas, permitindo reduzir a complexidade do problema, podendo ser usado para simular o padrão de decisão dos seres humanos. Assim, é uma metodologia associada a indústrias de grande complexidade, com processos dinâmicos e diversos. O autor considera que o método é usado quando existem vários pontos de solução relativamente a um problema, no entanto não existe um algoritmo que permita resolver o mesmo de forma consistente. Assim, a consistência, a rapidez na obtenção de resultados e a habilidade em trabalhar com muitos dados são algumas das vantagens do método heurístico. (Landmann, 2005)

Kanda (2012) define a heurística como a técnica que procura soluções próximas do ótimo, para problemas de elevado nível de complexidade, em tempo que computacionalmente se assume como razoável. Num determinado problema, é importante analisar as combinações possíveis que existem. Quando os dados são de reduzida dimensão este processo é aceitável. Contudo, na maioria dos casos, os dados são complexos e por isso o número de combinações possíveis é elevado, sendo inviável a indicação das mesmas de forma completa. Desta forma, os métodos heurísticos permitem encontrar soluções para dados com esta complexidade.

Os métodos heurísticos permitem obter rapidamente soluções de elevada qualidade, nomeadamente em problemas de natureza combinatoria. No entanto, não garantem que a solução obtida seja ótima (Landmann, 2005).

Estes métodos utilizam-se quando o método exato apresenta-se incapaz de obter soluções em tempo útil. Os métodos heurísticos tornam-se necessários com a pressão existente por

parte das entidades para resolver problemas. A principal vantagem do método é que se pode adaptar ao problema, incorporando os dados e informação relevante da forma conveniente.

Monlevade João (2017) classificam os métodos heurísticos de diversas formas. Os métodos de solução única, os métodos com uma população de soluções e os métodos em que as soluções se obtém com mecanismos de aprendizagem. Os principais métodos de solução única são o *Simulated Annealing*, o *Tabu Search*, o *Greedy Randomized Adaptive Search Procedure*, o *Iterated Local Search* e o *Variable-Neighborhood Search*.

Existem vários problemas clássicos aos quais é habitual aplicar heurísticas, sendo eles; os Problemas de Empacotamento em Paletes e em Contentores; Problemas de Setorização: *Districting* e Localização de Instalações; Problema do Caixeiro Viajante: *Travelling Salesman Problem* (TSP); e o Problema de Roteamento de Veículos: *Vehicle Routing Problem* (VRP) (Carvalho, 2020).

No problema de rotas, *Vehicle Routing Problem*, é apresentada uma origem; os destinos; as respetivas cargas e os camiões disponíveis, com capacidades e volume limitadas, onde o objetivo é encontrar a rota de cada camião, com o menor custo.

Este problema é classificado como Problema Operacional, uma vez que as rotas são irregulares, assim como a procura e os clientes não são sempre os mesmos. Existem uma série de restrições, como as restrições de capacidade; condutores com limite máximo de horas de condução; recolhas e entregas simultâneas; entre outros.

Um dos métodos utilizados para solucionar estes problemas é a Heurística das Poupanças de Clarke e Wright. É a mais utilizada na resolução de problemas de rotas, por possibilitar que sejam consideradas diversas restrições, o que leva, não à solução ótima, mas à solução mais adequada ao problema em questão (Ribeiro, 2020).

O *Savings*, também conhecido como algoritmo de Clarke e Wright, é uma heurística utilizada para resolver o Problema do Roteamento de Veículos (*Vehicle Routing Problem*). Este algoritmo foi desenvolvido por Clarke e Wright em 1964 e é uma das abordagens mais conhecidas e práticas para obter soluções aproximadas para o VRP. O conceito-chave por trás do Algoritmo de Poupança é unir as rotas determinadas para atender o serviço de clientes a uma listagem de poupanças, cujos valores são ordenados do maior para o menor (Lobo, 2020).

A heurística baseia-se no conceito das poupanças, que tem como objetivo a redução dos custos quando dois clientes são combinados na mesma rota por oposição a envios diretos a cada um deles a partir da origem (Carvalho, 2020).

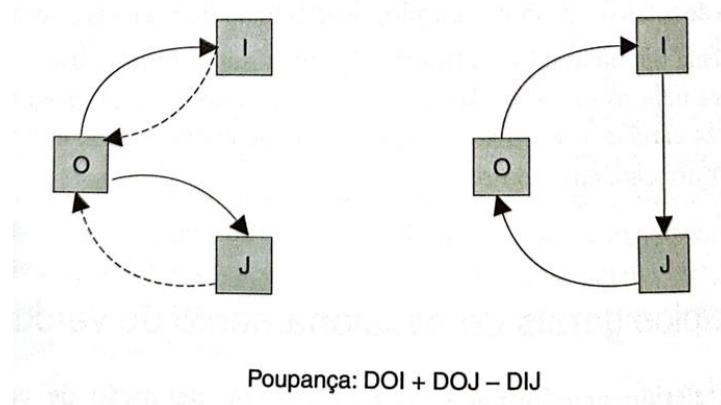


Figura 6 Conceito de Poupança

Fonte: Carvalho (2020)

O *saving* conseguido por viajar do cliente i para o cliente j antes de regressar à origem o é obtido pela seguinte expressão:

$$S = D_{oi} + D_{oj} - D_{ij} \quad (1)$$

Em que $D_{oi} = D_{io}$ é a distância da origem ao cliente i ; $D_{oj} = D_{jo}$ a distância da origem ao cliente j e D_{ij} a distância entre os clientes i e j (Carvalho, 2020).

Dois clientes são colocados numa mesma rota se a poupança for positiva. É assim que funciona o VRP tradicional.

A maior desvantagem deste método resultou do facto de não garantir a obtenção da solução ótima já que a inclusão da “melhor” ligação num dado passo pode impedir que uma nova ligação gere maiores poupanças (Carvalho, 2020).

Esta heurística parte do pressuposto que os camiões são carregados completamente num único ponto de depósito e apenas têm de percorrer um conjunto de pontos onde descarregam as mercadorias.

No caso do problema de roteamento de veículos presente no trabalho deste estágio, existem vários pontos de depósito, os camiões partem do seu ponto de depósito vazios, e existem pontos de carga e pontos de descarga diferenciados para cada mercadoria. O problema encontrado no decorrer do estágio considera-se, assim, uma variante do VRP designada por *Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery*. Por isso, esta heurística *Savings* teve de ser adaptada, de forma a garantir que cada carga é recolhida no camião antes de ser

entregue no seu destino. Assim, para o caso do VRP com *pickup and delivery*, as poupanças são calculadas da seguinte forma:

Visto que o problema não ser um VRP simples, mas sim um VRP com *pickup and delivery*, teve-se de adaptar o cálculo dos *Saving* para garantir que, quando se junta pontos *i* e *j* na mesma rota, se faz a sequência. Temos duas fórmulas a do Custo Inicial e a do Novo custo, que simplificada vai dar esta fórmula.

$$\text{Custo Inicial} = d(V, O_i) + d(O_i, D_i) + d(D_i, V) + d(V, O_j) + (O_j, D_j) + d(D_j, V) \quad (2)$$

$$\text{Novo Custo} = d(V, O_i) + d(O_i, O_j) + d(O_j, D_j) + d(D_j, D_i) + d(D_i, V) \quad (3)$$

Simplificando dá a seguinte fórmula

$$\text{Saving} = d(O_i, D_i) + d(V, O_j) + d(D_j, V) - d(O_i, O_j) - d(D_j, D_i) \quad (4)$$

Em que $d(O_i, D_i)$ representa a distância das Origens aos Destinos; $d(V, O_j)$ representa a distância dos camiões vazios às Origens onde estão localizadas as cargas a recolher; $d(D_j, V)$ representa a distância do destino ao camião vazio; $d(O_i, O_j)$ representa a distância entre as diferentes origens; $d(D_j, D_i)$ representa a distância entre os diferentes destinos.

O algoritmo utilizado é efetuado através da realização dos seguintes passos:

- 1º) Calcular todas as distâncias dos pares possíveis;
- 2º) Inicialmente o camião está vazio num local *V* e vai para uma das origens da reserva *O_i*, depois vai para o destino dessa reserva *D_i* e volta ao local inicial do camião vazio *V*;
- 3º) Escolher inicialmente, para cada reserva, o camião vazio cuja distância à origem da reserva é menor;
- 4º) Calcular os *Savings* para cada par de reservas (*i, j*);
- 5º) Escolher o par de reservas que tem o máximo *Saving*;
- 6º) Selecionar a maior poupança e incluir na rota a carga (ainda não recolhida) sem que as restrições sejam violadas;
- 7º) Repetir a partir do passo 5 até todas as cargas estarem incluídas numa rota.

2.5. Importância do Planeamento Logístico

O Planeamento Logístico é fundamental para o sucesso das empresas (Rushton, Croucher and Baker, *et al.*, 2014), já que o mesmo serve para vincular e sincronizar toda a cadeia

logística como um processo contínuo. Ainda, é essencial para a sua conectividade eficaz (Syazwan Ab Talib *et al.*, 2014).

Esse planejamento é fragmentado e incompleto devido à pressão que é exercida nas empresas para que existam mudanças. Estas mudanças podem ser no incremento de exigência de atendimento ao cliente, na necessidade de encurtamento dos ciclos de vida dos produtos, na necessidade de melhorar o desempenho financeiro e por isso existir um corte nos custos, entre muitas outras razões (Rushton *et al.*, 2014).

Para evitar que as empresas reajam de forma descontrolada às diversas pressões, é essencial ter uma resposta à medida que permita, deste modo, desenvolver sistemas e estruturas de distribuição e logística como um todo no contexto dos planos estratégicos das empresas, portanto um planejamento geral. Esse esforço permitirá reduzir a probabilidade de haver uma resposta insuficiente das atividades logísticas perante os vários cenários que possam aparecer (Rushton *et al.*, 2014).

2.6. Outsourcing

De acordo com Pereira Gouveia Daniel (2012), o *outsourcing* pode ser definido como uma opção estratégica que pode ser feito recorrendo a diferentes ações da qual uma entidade (contraente), em linha estratégica, contrata uma outra entidade. No ponto de vista, de uma relação reciprocamente benéfica, de médio e/ou longo prazo, para a produção de uma ou diversas tarefas, sendo que a primeira entidade não é capaz ou não lhe convém executar e na concretização, a segunda entidade é considerada como especialista.

No que diz respeito ao *outsourcing* logístico, este pode abranger os serviços tradicionais de transportes até ao processo logístico completo (António & Bessa, 2013). O processo de *outsourcing* de serviços logísticos tem sido uma prática em empresas de diversos setores. Quanto mais complexas forem as operações logísticas, maior é a importância de uma parceria com um prestador de serviços logísticos (De Camargo Junior & Pires, 2017).

Na mesma linha de pensamento, alguns autores consideram que se deve fazer o que se sabe fazer melhor e o resto deve ser realizado com recurso à subcontratação. Desta forma, consegue-se transmitir os benefícios da subcontratação de serviços às empresas especializadas nas áreas que não são a atividade principal da empresa em estudo (Vilarigues, 2015).

Segundo Vilarigues, (2015), ao escolher um método de Outsourcing, a gestão reconhece que consegue ter inúmeras vantagens, tendo naturalmente riscos associados e desvantagens. Algumas das desvantagens de acordo com Capitão, (2020) são a focagem no mercado vital, as evoluções ao nível do serviço subcontratado, a redução no tempo de resposta, e a eficácia nas entregas de quantidades reduzidas e de frequência contínua. Contudo, Camargo Junior e Pires, (2017), referem que este processo proporciona alternativas para uma diminuição de custos de investimento, conseguindo manter o foco na empresa principal. Os encargos financeiros também se reduzem e existe maior flexibilidade. Existem ainda melhoria ao nível do serviço. Desse modo, a prática oferece um caminho para o aumento da margem de lucro e da flexibilidade empresarial, permitindo que as empresas transformem custos fixos em variáveis e tenham acesso a economias de escala.

O outsourcing do transporte é atualmente muito comum nas empresas de transporte. O motivo pelo qual isto acontece é por necessidade de garantir a qualidade do produto e da entrega pontual, uma vez que as falhas nos serviços podem ter implicações graves na perda ou danificação das mercadorias (Capitão, 2020).

Com este método, pode existir perda de algum controlo da execução das tarefas. Além disto, a qualidade do serviço prestado pode ser afetada uma vez que existe a necessidade de aumentar a coordenação de todo o processo. Por outro lado, passa a existir uma dependência adicional de outras organizações ou entidades (Pirannejad *et al.*, 2010).

Sem o outsourcing, o controlo desta tarefa deve ser feito pelo controlo interno da empresa, mas com a alteração do procedimento passa a ter controlo externo (Vilarigues, 2015).

2.7. Legislação

O Decreto-Lei n.º 102-C/2020 (IMT) define o que é necessário para obter a qualificação de motorista. Assim, esta legislação prevê que a qualificação necessita de carta de condução com código 95 averbado, no caso dos motoristas residentes em Portugal e de carta de qualificação de motorista (CQM) para motoristas não residentes, mas que trabalhem no território nacional e que efetuem a sua formação contínua neste mesmo território.

Em termos de idades, o Decreto-Lei n.º 102-C/2020 limita a idade definindo que o CAM obtido na qualificação inicial comum pode ser colocado na carta de condução com o código 95, a partir dos 18 anos para os veículos C e CE e a partir dos 21 anos para os veículos D e DE. Em relação ao CAM obtido na qualificação inicial acelerada, as condições são ter 18

anos para os veículos das categorias C1 e C1E ou 21 anos nos casos dos veículos de categoria C, CE, D1, D1E ou D e DE nos casos em que o veículo esteja afeto a transporte regular de passageiros.

A mesma legislação define que a formação contínua dos motoristas é obrigatória e por isso deve ser frequentada pelo menos de cinco em cinco anos e antes do final da validade do CAM. O objetivo desta legislação é a atualização dos conhecimentos fundamentais para garantir a segurança rodoviária, a segurança em termos gerais e reduzir o impacto ambiental da condução. A legislação prevê ainda que quando o CAM termina a sua validade, pode ser renovado no caso em que o motorista frequente uma ação de formação contínua no prazo de cinco anos após o termo dessa validade.

A formação dos motoristas deve ser dada em centros de formação reconhecidos para o efeito e deve ter tanto teórica como prática, conforme define o Decreto-Lei n.º 102-C/2020. Sempre que possível, a legislação já prevê que a formação seja ministrada através das tecnologias de informação e comunicação.

Segundo o Decreto-Lei n.º 102-C/2020, quando os motoristas trabalham por conta de outrem e mudam de empresa, a formação tida antes deve ser tida em conta, pois os conhecimentos estão efetivamente adquiridos. Esta formação abrange diversas matérias, sendo importante incluir na mesma questão da segurança rodoviária, a evolução da legislação e da tecnologia associada à circulação rodoviária.

A Deliberação n.º 813/2020 (IMT) define os procedimentos a ter em conta nos transportes rodoviários. Assim define que o transporte deve ter associado uma guia de transporte de acordo com o modelo aprovado pelo IMT ou equivalente, sendo que esta guia deve existir em formato papel ou digital. A legislação prevê que o mesmo modelo possa ser usado no transporte realizado ao abrigo da Convenção Relativa ao Contrato de Transporte Internacional de Mercadorias por Estrada (CMR). No caso das mercadorias que se destinam a ser agrupadas no armazém para posterior distribuição, a guia de remessa que é exigida pela administração tributária substitui a guia de transporte acima indicada.

De acordo com a Deliberação n.º 813/2020, a guia de transporte deve conter a denominação social e sede da entidade que expede a mercadoria, bem como a denominação, sede e número do alvará ou licença do transportador. Em relação ao destinatário da mercadoria, deve incluir-se os mesmos dados que o expedidor. Relativamente à mercadoria em si, a lei

define como obrigatório, a inclusão da designação da mercadoria e quando são mercadorias perigosas a informação prevista no Acordo relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada (ADR) aprovado pelo Decreto-Lei n.º 41 -A/2010, de 29 de abril. Deve ainda inscrever-se o número de volumes e o peso bruto da mercadoria a transportar. Além destes dados, deve indicar-se o local de carga e o local de descarga. Existem outros dados que por vezes são incluídos, mas não têm carácter obrigatório, tal como é o caso do preço do transporte ou algumas instruções do expedidor. A obrigação do correto preenchimento da guia de transporte é da responsabilidade do expedidor, à exceção dos dados do transportador. A mesma legislação prevê que quando ocorrem alterações no decorrer da realização do transporte, as mesmas devem ser anotadas pelo transportador na guia de transporte. É comum ocorrer a alteração do local de descarga, por exemplo.

O Decreto-Lei n.º 133/2010 (IMT) é a legislação que fixa os pesos e as dimensões máximas autorizadas para os veículos quando estes estão em circulação. No caso do transporte de materiais lenhosos, papel, pasta de papel, produtos vitivinícolas, frutas e idênticos, os veículos com cinco ou mais eixos, que efetuem exclusivamente estas cargas, podem circular com um peso bruto máximo de 60 toneladas, desde que tenham origem ou destino em local nacional. Por outro lado, o peso bruto máximo por eixo dos veículos que façam estas cargas é de 12 toneladas, exceto o eixo da frente que não pode exceder as 7,5 toneladas. Esta situação está ainda prevista no artigo 8ºA e 8ºC do Decreto-Lei n.º 133/2010. Sobre os transportes de produtos vitivinícolas, frutas e idênticos, o peso bruto máximo é de 60 toneladas, mas os veículos devem estar preparados tecnicamente para o transporte, devendo existir a afixação do certificado de matrícula. Além disso, o destino devem ser as unidades de concentração e transformação durante as campanhas agrícolas.

Quando os veículos efetuam transporte exclusivos de produtos químicos, também podem circular com um peso bruto máximo de 60 toneladas.

Em termos de dimensões máximas nos veículos, os veículos a motor de dois ou mais eixos devem ter um máximo de 12 metros, tal como os reboques de um ou mais eixos. Os automóveis pesados de passageiros com dois eixos não podem exceder os 13,5 metros. Já os que têm três ou mais eixos, podem ter até 15 metros de dimensão. Os articulados que transportem passageiros podem ter até 18,75 metros, dimensão máxima também para os conjuntos de veículo a motor e reboque e para os combóis turísticos. Os veículos trator e

semirreboque de três ou mais eixos não pode ultrapassar os 16,5 metros. As máquinas com motor de propulsão ou rebocáveis têm um máximo de 20 metros.

No que se refere à largura dos veículos, em geral, é de 2,55 metros. Contudo os veículos de transporte condicionado podem ir até 2,6 metros. Por outro lado, as máquinas com motor de propulsão podem atingir os 3 metros.

Em relação à altura máxima dos veículos, os veículos a motor em geral podem ir até 4 metros. Já os automóveis pesados de passageiros da classe I podem atingir os 4,15 metros. Por outro lado, as máquinas com motor podem atingir os 4,5 metros.

Os semirreboques devem ainda respeitar a distância entre o eixo da cavilha de engate e a retaguarda, a qual não pode ser superior a 12 metros. Além disso, a distância horizontal entre o eixo da cavilha de engate a dianteira não deve exceder 2,04 metros.

O peso bruto máximo dos veículos de dois eixos é de 19 toneladas, mas de tiver três eixos passa a 26 toneladas. Com quatro ou mais eixos pode ter-se 32 toneladas. Quando se trata de um conjunto de veículo trator e semirreboque, com três eixos podem atingir as 29 toneladas, com quatro pode chegar às 38 toneladas e mais que isso pode ter 40 toneladas. Com contentores pode chegar às 44 toneladas. Os pesados de passageiros articulados podem ter 28 toneladas de tiverem três eixos ou 32 toneladas com quatro ou mais eixos. Nos conjuntos de veículo a motor e reboque tem o mesmo peso para os três eixos, mas nos quatro eixos apenas pode ter 37 toneladas. Nos restantes casos, apresentam limites idênticos ao conjunto de veículo trator e semirreboque. Para reboques o limite máximo com um eixo é de 10 toneladas, passado a 18 toneladas com os dois eixos e a 24 toneladas com três ou mais eixos.

CAPÍTULO III – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3. Apresentação da Empresa

A empresa Garland é uma empresa transitária, criada em 1776. Desde essa altura, desenvolveu várias linhas estratégicas de negócios que podem ser agrupadas em três divisões, sendo elas: Logística, Navegação e Transportes. É sobre a divisão dos Transportes que o relatório focar-se-á, uma vez que foi neste departamento que o orientando realizou o seu estágio. Esta divisão oferece serviços completos de transporte, em todo o mundo, por via terrestre, marítima e aérea, desenhadas à medida das necessidades dos seus clientes.



Figura 7 Logística da Garland

Fonte: Garland 2023

O Grupo Garland é líder nestas três áreas, através do fornecimento de soluções completas para gerir todas as necessidades da cadeia de abastecimento dos seus clientes, de modo que consiga dar resposta a todas as necessidades que ocorram.

Atualmente, o grupo detém cinco escritórios em Portugal, dois em Espanha e um em Marrocos (*Garland, 2023*)

A Garland tem características diferenciadas que residem em três aspetos elementares, a capacidade de ser Global, a Solidez e a Flexibilidade. A capacidade de ser Global existe através das soluções que oferece diretamente ao gerir a cadeia de abastecimentos dos seus clientes, tanto a nível nacional, como internacional. A Solidez resulta dos seus 247 anos de experiência. A Flexibilidade, advém das tecnologias de informação de mais alto nível que cada vez mais têm sido utilizadas, permitindo uma adaptação fácil aos requisitos dos clientes, conseguindo fornecer uma resposta rápida às suas necessidades.

3.1. História da Empresa

A Garland é uma das cinco empresas transitárias mais antigas de Portugal (*Garland, 2023*), foi fundada em 1776 por Thomas Garland. Um jovem mercador inglês que através da sua história criou o seu “currículo” em Portugal, tendo-se expandido pelo estrangeiro, devido ao seu gracioso trabalho. Thomas Garland tinha como objetivo apresentar uma excelente qualidade no seu serviço ao cliente em muitas áreas de negócio.

Com a entrada da família Laidley na empresa, no século XIX, o nome da marca com que a empresa é conhecida no mercado passa a incorporar o nome da família, passando a denominar-se de Garland Laidley (*Garland, 2023*). De notar, que antes do sucedido a marca era apenas exclusiva da família Garland (*Garland, 2023*)

Posteriormente, após a saída da família Laidley e a entrada da família Dawson, a empresa optou por não alterar a designação pela qual era conhecida no mercado (*Garland, 2023*).

A pensar na expansão dos negócios e de modo a criar uma nova imagem no mercado (mais forte e mais robusta), em 2006, foi alterado o nome da empresa, passando de Garland Laidley para apenas Garland, SA.

De forma sucinta, a tabela seguinte apresenta a história da Garland ao longo dos 247 anos de existência:

Tabela 1 História da Garland

Fonte: Elaboração própria adaptada de Garland, 2023.

1776	• Criação da Empresa de Comércio Internacional
1841	• Com a ascensão de Henry Laidley a sócio da Companhia, o nome da firma muda para Garland Laidley & Co.
1855	• Iniciação de Atividade de Agentes de Navegação
1922	• Ocorre a prestação de ajuda ao 1º Voo de Travessia do Atlântico Sul
1939	• Início do Negócio Transitário Marítimo e Ferroviário.
1973	• Abertura do Negócio de Transporte Rodoviário e de Carga Aérea
1994	• Expansão do Negócio à área da Logística
2005	• União com empresa japonesa, criando alianças estratégicas em conjunto, com um objetivo comercial comum.
2006	• Lançamento da Nova Marca e Imagem Institucional, passou-se a chamar apenas Garland, em vez de Garland Laidley.
2014	• Iniciada a Internacionalização para Marrocos e Espanha
Atualidade	• Lançamento da Nova Marca e Imagem Institucional, passou-se a chamar apenas Garland, em vez de Garland Laidley.

Atualmente a Garland é formada por um grupo de companhias dedicadas principalmente à prestação de serviços e transporte de qualidade para todo o mundo, por via terrestre, marítima e aérea e de soluções logísticas flexíveis e adaptáveis às exigências do contínuo desenvolvimento do mercado do século XXI.

3.2. Missão Visão e Valores

A Garland tem como **missão** manter a competitividade através de um serviço de qualidade para assegurar um futuro a longo prazo.

Esta missão é conseguida com o trabalho de equipa, mantendo uma relação estreita, honesta e responsável com os seus clientes e fornecedores. As pessoas são a base mais importante do grupo.

Em relação aos seus **valores**, a Garland apresenta os seguintes valores:

- Honestidade, com eles próprios, com a empresa, com os colegas e sobretudo com os clientes. A reputação durante anos foi crescendo como um Grupo que oferece e garante qualidade com vista à satisfação do cliente.
- Integridade, no cumprimento de todos os requisitos explícitos e implícitos, legais e dos seus parceiros comerciais.
- Comunicação, sendo um Grupo que presta serviços é também de realçar a sua importância. O atendimento de todas as necessidades do cliente, sejam elas expressas por e-mail, fax, telemóvel ou pessoalmente, deve ser correto e eficiente de modo que o cliente sinta que existe alguém que o acolhe com um sorriso.
- Cooperação, sempre que tiver dúvidas peça ajuda a um colega, porque a Garland é uma família.

3.3. Áreas Estratégicas de Negócio

O Grupo Garland está dividido em companhias subsidiárias agregadas em quatro áreas estratégicas de negócio, dando expressão à sua assinatura ALL IN ONE WORLD.

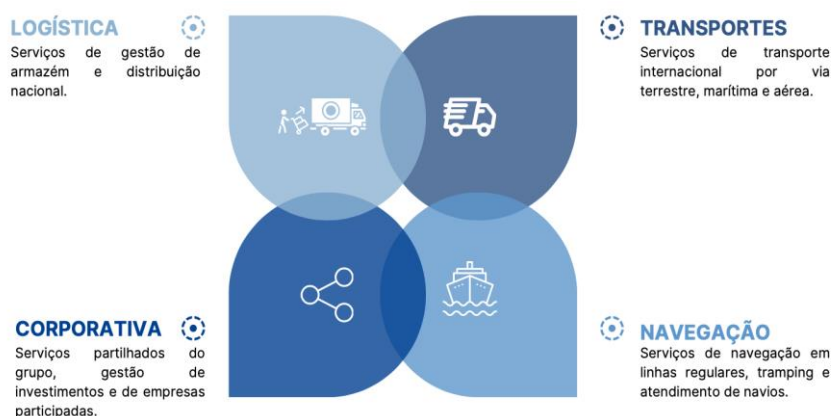


Figura 8 Áreas Estratégicas de Negócio

Fonte: Elaboração própria, adaptada de Garland, 2023.

Conforme a tabela 2, é possível compreender de forma clara em que países as áreas de estratégia de negócio estão a ser desenvolvidas.

Tabela 2 Áreas Estratégicas de Negócio

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Garland, 2023

	PORTUGAL	ESPAÑA	MARROCOS	CHILE
Logística	GARLAND LOGISTICS			
Transportes	GARLAND TRANSPORT SOLUTIONS	GARLAND TRANSPORT SOLUTIONS	GARLAND MAROC	
Navegação	GARLAND SHIPPING; OCIDENAVE SHIPPING	OCIDENAVE ESPAÑA		
Corporativa	GARLAND			ANACONDAWEB

3.4. Estrutura Organizacional

- Conselho Administrativo

O conselho de Administração é composto por cinco elementos, sendo que três dos elementos são pertencentes à família Dawson (Pai e os dois filhos).

Peter Dawson, que é o pai, encontra-se no topo da hierarquia, ocupando o cargo de Presidente do Conselho.

Os seus filhos são administradores. Mark Dawson para além de ser administrador na área de Navegação, é o Presidente Executivo do Grupo. Por sua vez, o filho Giles Dawson é o mais novo e é o administrador das áreas dos transportes e sistemas de administração.

Ricardo Sousa Costa e Margarida Palos, são outros dois elementos da Garland que compõem os cargos de administradores no Conselho de Administração. Neste sentido, Ricardo é administrador para as áreas de logística, marketing e infra-estruturas e, por conseguinte, Margarida é administradora das áreas Financeira, Recursos Humanos e Qualidade.

O descrito acima encontra-se resumido na figura seguinte:

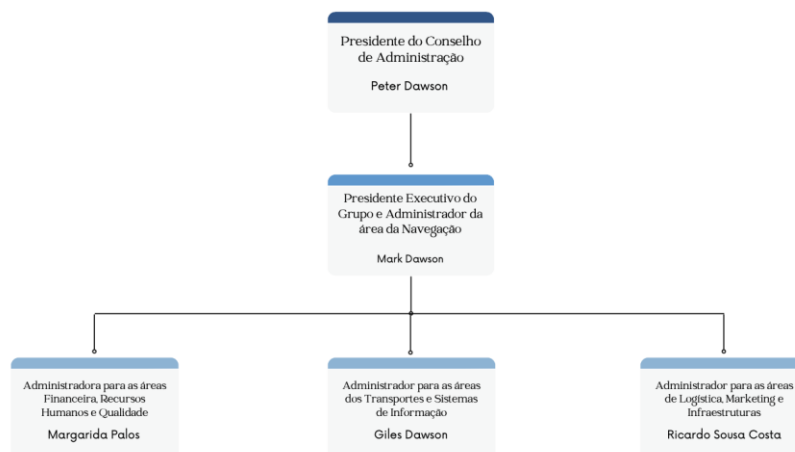


Figura 9 Conselho de Administração

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Garland, 2023.

- Departamento de Planeamento

Este é o departamento em que se desenvolve o estágio ao qual se refere o presente relatório.

No departamento do planeamento estão inseridos diversos trabalhadores, sendo compostos por 6 patamares: o Administrador, Diretor, Gestor, Superiores de cada departamento, Técnicos e estagiários.

Como fora dito no ponto anterior, o Administrador do planeamento é o Giles Dawson. No patamar abaixo encontra-se o Diretor de Transportes Rodoviários que é o Sérgio Freitas, seguido pelo Gestor de Planeamento e Execução, Tiago Benigno.

Existem quatro supervisores responsáveis cada um por um departamento. Estes podem ainda ser denominados de *Broker*. Os mesmos têm a seu cargo a importação e a exportação de diversos países. Para além destes, apresentam-se ainda no mesmo patamar os *Fleet*, responsáveis por negociarem os custos e percursos com as transportadoras.

As 4 ilhas/superiores estão distribuídas por importação e exportação e por países. A cargo de Rui Amorim estão importação e exportação dos países alfandegários, Reino Unido, Irlanda e Suíça. Por outro lado, a cargo de Alfredo Fontes estão a importação e exportação de certos países como, Itália, França, Espanha, Croácia, Holanda e Bélgica. Os restantes dois supervisores, Rui Dias e Paulo Silva, são responsáveis pelos mesmos países, sendo eles Alemanha, Dinamarca, Suécia, Polónia, República Checa, Hungria, Áustria, Eslováquia, Bulgária e Roménia, todavia, um trata da importação e o outro da exportação, mencionado de forma respetiva.

De notar, ainda, que o estágio do orientando foi focado na importação para o mercado alemão e dinamarquês, pelo que o corrente relatório apenas se focar-se-á nestes dois mercados. Posto isto, a figura seguinte menciona o demais referido acima.

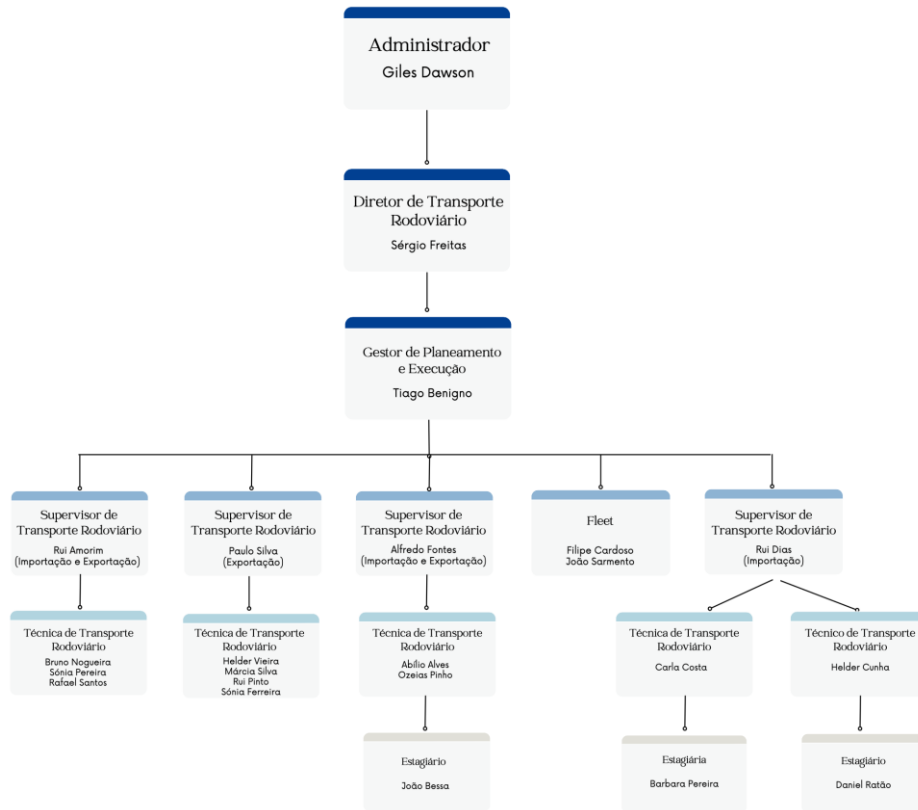


Figura 10 Departamento do Planeamento

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Garland, 2023.

CAPÍTULO IV – DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DAS ATIVIDADES DE ESTÁGIO

4. Descrição e Análise Crítica das Atividades de Estágio

O presente capítulo realiza o enquadramento da metodologia, explicando a importância do tema em análise, bem como os objetivos que se pretende atingir. Realiza ainda a análise dos dados obtidos durante o estágio, tendo presente os objetivos definidos e com recurso à metodologia definida como adequada.

4.1. Enquadramento Metodológico

4.1.1. Pertinência do tema de Investigação

A Revisão da Literatura mostrou que os transportes rodoviários são cruciais na atualidade das empresas uma vez que estes continuam a ser os mais procurados e utilizados devido à flexibilidade na entrega e recolha dos bens transportados, bem como na diversidade de combinações de tipologia de mercadorias (Moreira, 2018).

A logística é importante devido ao processo de globalização, permitindo aumentar a competitividade entre as empresas e conseguir acompanhar as exigências dos clientes (Domingos & Sardinha, 2017).

Sem logística não se conseguiria organizar, planear e controlar os fluxos de produtos desde o produtor até ao consumidor final. Assim, é importante que as empresas apresentem uma logística adequadamente desenvolvida, de forma a corresponder às exigências do mercado, minimizando custos e maximizando a qualidade do serviço. Na logística é ainda importante analisar os níveis de *trade-offs*, tendo em conta o nível de exigência do serviço, estipulado pelo cliente.

4.1.2. Metodologia

A empresa Garland é uma empresa transitória que, desde a sua existência, desenvolveu várias linhas estratégicas de negócios que podem ser agrupadas em três divisões, sendo elas: Logística, Transportes e Navegação. O estágio curricular incidir-se-á na divisão dos Transportes.

Esta divisão oferece serviços completos de transporte, em todo o mundo, por via terrestre, marítima e aérea, desenhadas à medida das necessidades dos seus clientes.

Para que os objetivos de estágio sejam cumpridos serão abordadas algumas metodologias:

- A primeira metodologia surge na ótica do participante, em que a informação é recolhida no local. Nesta metodologia será efetuado um acompanhamento das rotas de distribuição, com o intuito de analisar e monitorizar os percursos/rotas executados, serão identificadas as necessidades e expectativas dos clientes, dos motoristas e as características necessárias das viaturas, para a elaboração desses trajetos de distribuição, obtendo-se assim um conhecimento real do problema.
- A segunda metodologia a ser utilizada será uma quantitativa, que irá permitir analisar estatísticas amostrais, com base em informação e históricos da empresa e, por sua vez, obter e apreciar resultados, avaliando e comparando indicadores de performance que permitam aferir o desempenho dos processos (Pinto, 2016).
- A terceira metodologia será uma análise detalhada dos elementos operacionais, ou seja, passará pela consulta dos mapas que relatam os quilómetros, as quantidades e os clientes que a empresa considera necessários para a existência de uma volta de distribuição numa determinada zona, de forma a conhecer adequadamente o setor de planeamento logístico de distribuição da empresa.
- A quarta metodologia será a Heurística *Savings* de Clark e Wright para otimizar o planeamento das rotas respeitando a procura, as capacidades dos camiões e os requisitos dos clientes.

4.1.3. Objetivos

O estágio teve como responsabilidade o controlo e seguimento dos camiões, sendo importante a utilização de uma comunicação adequada com os transportadores.

Um dos objetivos passa pela realização dos *picks* e *drops* nos sistemas, dando visibilidade a todas as equipas se as cargas vão ser entregues no tempo programado ou se existe algum atraso. É ainda necessário proactivamente informar os clientes.

Outros dos objetivos do estágio/trabalho é efetuar o envio, de forma simples e eficaz, de instruções de carga aos transportadores e fazer a abertura de cargas *brokers*.

Define-se ainda como objetivo, a realização de um serviço eficiente de apoio ao cliente, através de equipamentos de qualidade e um sofisticado sistema de comunicação e informação, o que irá permitir fornecer tempos de trânsito competitivos.

4.2. Análise do processo de distribuição

Existem diversas formas de desenvolver o ciclo de comercialização de um produto numa empresa. No caso da Garland, o processo do produto passa por diversos departamentos, cada um com a sua função; como tal, envolve vários departamentos e, para que todos estejam em contacto uns com os outros sobre o estado do produto/camião, a Garland utiliza softwares a que todos têm acesso, de modo a que haja um fluxo de comunicação constante entre todos os departamentos. Assim, quando um departamento realiza a sua função, os restantes departamentos são automaticamente informados, desta forma podem realizar a sua função relativamente ao mesmo produto/camião, sem terem de esperar, já que recebem a atualização de forma mais rápida.

Um produto que esteja a ser “negociado” com a Garland passa, assim, por três softwares distintos, o CRM (*Customer Relationship Management*), o K2 e o TMS (*Transportation Management System*).

Através do CRM, a Garland negocia o produto, pedindo cotações e preços. Aquele é um software de gestão empresarial que integra finanças, contabilidade, compras, vendas, produção e recursos humanos, num só sistema. O seu objetivo é auxiliar a empresa na gestão de recursos, com vista a conseguir mais eficiência e eficácia.

Este sistema permite obter um planeamento mais eficiente, manter o controlo de todos os processos e informações e conseguir definir a melhor estratégia a ser desenvolvida com custos reduzidos e com uma rentabilidade elevada. O CRM envia informações aos gestores, no entanto, estas informações podem não ser suficientes para que as decisões dos gestores sejam informadas, por este motivo, aquelas devem ser transformadas em conhecimento, para que o mesmo seja utilizado de forma benéfica nas decisões e, conseqüentemente, para a criação de valor de uma empresa.

Depois de ser analisado e aceite, o produto passa para o software K2. No K2, abre-se a carga para todos os trabalhadores terem a informação que há uma carga que terá de ser transportada. Ao passar do CRM para o K2, existe informação que passa automaticamente, todavia, é necessário colocar alguma informação em falta respeitante à carga, nomeadamente a origem, o destino e os dados da empresa (a saber: nome, endereço, cidade, código postal, país, bem como a latitude e longitude da morada). Quando se trata de

transportes em Portugal é importante colocar a informação da localidade e colocar a referência “PT 000 000 000”.

Para além desses dados, deve ainda colocar-se a informação do planeamento e os detalhes da carga, tal como a informação em que consiste a carga e o seu volume. Se se considerar necessário, devem colocar-se ainda algumas notas importantes, no caso de existirem, referentes à carga.

No K2, estão também mencionados os dados de faturação já estabelecidos no CRM. Com esta criação de dados no K2, todos os trabalhadores têm acesso à informação da carga com pormenor. No final da sua criação, é gerado o número da carga, idêntico a um “número de cartão de cidadão”, mas referente à carga. Com esse número, todos os trabalhadores têm acesso à sua informação, visto que pode ser necessária uma “análise/conferência” dos vários departamentos, dado que têm de ser aceites os valores, as medidas e os prazos relativos à mesma.

Depois da conclusão da análise e da confirmação da informação da carga por parte de todos os departamentos, a informação é transferida para o software TMS (*Transportation Management System*). O TMS é utilizado para programar e gerir a informação das cargas que cada camião terá de carregar. Ao passar a informação das cargas do K2 para o TMS, é transferida a informação das cargas que necessitam de camião para as transportar, assim como os dados de cada carga para que o planeamento possa ser conciliado com os camiões existentes.

No TMS consegue retirar-se informação sobre os camiões e saber qual o camião que irá estar disponível na data de carregamento de determinada carga; sendo ainda possível ter a informação da localização de cada camião, de forma a saber quantos quilómetros irá ter de percorrer para carregar a carga. Com isso, pode realizar-se um planeamento do seu carregamento, escolhendo o camião que percorra a menor distância possível para ela.

No TMS, a primeira função é a criação de uma LOAD. Normalmente, um camião associa-se à matrícula, mas, dado que este anda em circuito diariamente, isso não seria suficiente para o seu controlo, por esse motivo é criada uma LOAD que é, na verdade, um número de identificação exclusiva de um carregamento/trajeto de um camião. Ao criar a LOAD, é criado um número aleatório do transporte, pelo que seguidamente tem de se lhe associar toda a informação acerca desse “planeamento/carregamento”.

Apesar de o TMS indicar o número do camião, os restantes dados têm de ser colocados manualmente, como por exemplo, a origem, o destino, a transportadora desse camião, a matrícula e outras informações idênticas. As cargas que foram transferidas do K2 para o TMS são colocadas nos camiões pretendidos.

Em suma, no TMS consegue alterar-se tudo o que se quiser no camião/carga, em termos informáticos. Assim, é possível colocar e retirar as cargas do camião e garantir a ordem correta dos carregamentos e entregas. Com este funcionamento, se houver alguma alteração no carregamento do camião, todos os trabalhadores são informados simultaneamente, sem necessidade de um processo de comunicação complexo e demorado.

Como já referido anteriormente, a Garland utiliza três softwares de gestão de cargas, tendo oito departamentos envolvidos no processo de gestão/carregamento, cada um com a sua função específica. O seu funcionamento segue uma determinada ordem, a qual se apresenta de seguida:

1º) Parceiro Internacional- Surge nas Bolsas, tendo a função de ir carregar a carga a clientes num determinado país e descarregar no armazém do agente nesse mesmo país.

2º) Cliente Internacional- Cliente que realizou a compra da carga noutra país. A empresa a quem o cliente comprou a carga necessita de a transportar para o país de destino, tendo para tal de contactar o Agente.

3º) Agente - Supervisiona o planeamento do país de origem da carga, transportando-a dos seus clientes ou clientes da Garland desse país para um armazém, com o intuito de, no final, existir um único carregamento de um camião nesse país.

4º) Planeamento Internacional- Departamento que elabora um “circuito” dos camiões, de modo a controlar o que é transportado por cada camião, o momento de carregamento e o seu descarregamento.

5º) Hub Garland- Local de armazém no país de destino da carga que depois será distribuída pelo país, por outros camiões, até ao cliente final.

6º) Planeamento Nacional- Recolha das cargas do armazém Hub Garland e distribuição pelo país aos clientes de destino, trata-se do planeamento dos camiões num único país.

7º) Cliente Nacional- Cliente que efetuou a compra do produto e que necessita de a receber. Este recolhe o produto através do planeamento nacional ou diretamente do país de origem.

8º) Agente Internacional – Responsável por arranjar carga num certo país e em Portugal, de modo a que haja carga para exportação e importação. Desse modo, enquanto os camiões estão a exportar carga de Portugal para outro país, o agente internacional está a preparar carga nesse país, para que os camiões assim que realizem a descarga tenham já carga pronta para importar para Portugal. Assim, este departamento prepara cargas enquanto o camião está a realizar um transporte, de modo a que tenha sempre carga preparada quando esse transporte estiver concluído e assim diluir custos.

O descrito acima encontra-se resumido na figura 11:

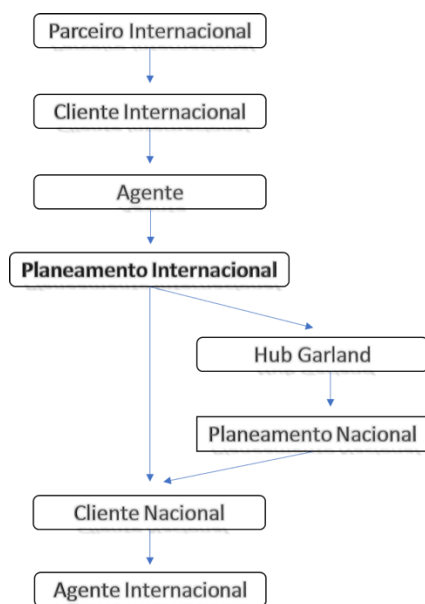


Figura 11 Processo de funcionamento da Importação na Garland

Fonte: Elaboração própria.

O estágio teve como foco o departamento de “Planeamento Internacional”, pelo que este Departamento terá maior destaque ao longo do presente Relatório de Estágio.

O Planeamento Internacional do carregamento dos camiões é executado, semanalmente, com o propósito de otimizar os camiões, controla todas as encomendas pendentes (encomendas do K2 que ainda não têm camião atribuído), ficando mais fácil compreender quais e quantas encomendas estão finalizadas para serem carregadas nos camiões.

Sempre que as transportadoras necessitam recolher encomendas, é criado um quadro semanal, em que, após o Departamento das vendas verificar quais as encomendas prontas para expedição, se pode proceder ao seu planeamento, agrupando os envios de forma a reduzir os custos de recolha exigidos pelas transportadoras. Este planeamento permite que a parte documental do envio possa ser realizada atempadamente e que a secção da expedição consiga perceber e organizar as encomendas para na hora da recolha estar tudo preparado para que a mesma ocorra da forma mais eficiente possível.

Em relação ao planeamento semanal, referido *à priori*, a Garland tenta saber quantos camiões têm de ser carregados nessa semana. Para ter acesso a essa informação, deve consultar-se o TMS, de modo a saber-se quais os camiões que exportaram na semana anterior à do planeamento. Assim, consegue aceder-se ao dia em que esse camião chega ao local de destino, sendo possível, desta forma, saber-se o dia em que se deve efetuar carga nesse local de destino.

Ao retirar essa informação do TMS, tem-se acesso a inúmera informação, nomeadamente o local, a data de carregamento, quando o camião ficará disponível para se arranjar nova carga, o número internacional do camião, quem o criou, a data de entrega, o nome da transportadora, a matrícula, o país de destino e o código postal de destino.

Tendo acesso a todos os dados do camião, sabe-se o número da sua *LOAD*, quem, na Garland, tratou da sua exportação, a data e a hora de finalização da descarga, o nome da transportadora, a matrícula do camião e o país de destino. Para além disso, ainda se sabe qual o código postal e cidade em causa, bem como uma série de dados que não se considerou relevante no presente relatório.

Depois de se verificar os dados dos camiões, é importante confirmar o dia de chegada ao destino com a transportadora, para se ter a certeza que, naquele dia, se terá o camião disponível para realizar novo carregamento. Apesar de no TMS estar mencionado o dia de chegada, deve confirmar-se sempre o mesmo, porque as datas presentes no TMS são uma previsão efetuada ao inserir as entregas, podendo existir alterações posteriores, facto que torna importante o contacto com a transportadora.

Tendo a confirmação dos camiões disponíveis e datas em que o estão, é importante arranjar uma nova carga para minimizar o tempo parado e os quilómetros ao local de carregamento. A carga é arranjada através do K2, da Bolsa, ou através do contacto por emails. As cargas que terão prioridade serão as do K2, pois já estão “negociadas” e encontram-se à espera de transporte. A seleção é feita consoante as prioridades, tendo por base a relação tempo-custo.

Se não houver no K2 uma carga para transportar, deve consultar-se a Bolsa, através dos *Key Accounts* ou *Could's*. Ao conseguir-se nova carga, deve registar-se a mesma no K2, para que depois passe para o TMS, de forma a colocá-la no camião. Ao selecionar as cargas para um determinado camião, faz-se uma seleção consoante as suas características, pois estas só podem ser colocadas num camião que se adequa as suas características.

Consultar a Bolsa consiste em aceder a uma página chamada *Timocom*, disponível num *site*, onde estão inseridas todas as cargas existentes mundialmente e que necessitam de camião. O planeador consulta a Bolsa e negocia as cargas com as empresas consoante as suas necessidades.

Durante o estágio, não se teve acesso a esse “*software*”. Contudo, saliente-se que apenas se usa esse *software* quando a Garland tem camião, mas não tem carga para ele. Depois do “negócio” relativo a certa carga estar finalizado, essa é excluída automaticamente da Bolsa, portanto, esta está em constante e permanente atualização.

Caso ainda se necessite de carga, depois de se ter carregado as do K2 e já se ter negociado na Bolsa, a solução será procurar, particularmente, recorrendo a troca de emails e a telefonemas. Assim, a fase de gerir e organizar as cargas nas transportadoras requer muita atenção, pois envolve imensos fatores, tais como o tipo de produto que transportam e as características do camião, por exemplo se estes apenas carregam pela traseira ou se também carregam lateralmente.

4.3. Estrutura de distribuição e caracterização da frota de distribuição

Neste subcapítulo, analisar-se-á a distribuição e caracterização da frota da Garland, de forma detalhada, para tal começemos por observar a tabela três «Informação dos Camiões», que indica as cargas existentes no K2, as que não foram conseguidas no K2, e os camiões disponíveis. Nesta análise pormenorizada, falaremos de cada um dos camiões disponíveis, de forma individualizada, e qual o estado da sua carga durante aquela semana.

Tabela 3 Informação dos Camiões

Fonte: Elaboração Própria.

Nº do camião	Origem (Código Postal)	Carregamento (Código Postal)	Destino (Código Postal)	Reservas K2	Outras reservas	LOAD (Número interno do camião)
Camião 1	083934					
Camião 2	75045	74855	4475298	2312009985		671945
		73235	4410089		2312010501	
		76228	4415170	2312010135		
		66583	4475298	2312010100		
Camião 3					671656	
Camião 4	12277			2312008454		671926
Camião 5	21218	21629	0,1320	2312009424		671961
		21629	2660515	2312010136		
		21129	2645471		2312010246	
		21129	2050306		2312011011	
		57413	4475330		2312010225	
Camião 6	49451	49086	4475298	2312009592		671963
		47638	4520709		2312010236	
Camião 7	37603	46459	2785656	2312010070		671773
		41836	2785718	2312009236		
Camião 8						
Camião 9	34576	34323	4475298	2312009593		671760
		34576	4520709		2312010477	
Camião 10	49084	49577	4475298	2312010057		671736
		31785	4435654	2312009549		
		31785	4435654	2312009554		
		34576	4475298		2312008932	
		34576	4475298		2312009027	
		34576	4475298		2312009040	
		34576	4475298		2312011278	
		34576	4475298		2312009098	
		34576	4475298		2312009453	
		34576	4475298		2312009699	
		34576	4475298		2312009701	
		34576	4475298		2312009751	
		34576	4475298		2312009819	
		34576	4475298		2312010123	
		34576	4475298		2312011277	
		34576	4475298		2312008924	
		34576	4475298		2312008705	
		34576	4475298		2312008507	
34576	4475298		2312009037			
52068	4475298		2312010577			
52068	4475298		2312010575			
52068	4475298		2312010571			
52068	4475298		2312010579			
Camião 11	85057	84030	4485846	2312009030		
		94474	4485846	2312009028		
Camião 12	76709	73061	3880102		2312009126	671294
		91625	4805661		2312008919	
		97616	4475298		2312009384	
Camião 13	50169			2312008981		671318
					2312008508	
Camião 14	49084	53797	4500832		2312008648	671204
		51371	4100199		2312009796	
		45881	4475298		2312008985	
		45881	4475298		2312008832	
		45881	4475298		2312009323	
Camião 15	85445	89364	4475298		2312009557	671592
		70736	4475299		2312009778	
		70736	4455482		2312009850	
Camião 16						671596
Camião 17	74254	85057	4475298		2312010463	671735
		87437	4410030	2312010054		
		82140	4475298		2312010457	
		85445	4475298		2312010011	
		85445	4475298		2312009578	
		85445	4475298		2312009069	
		85445	4475298		2312008312	
85445	4475298		2312010480			
Camião 18	85635					671815
Camião 19	34497					671984
Camião 20	83071					
Camião 21	85635					671984
Camião 22	Belgica	51371	1685654		2312010584	671981
		45881	2785718		2312009838	
		45881	2785718		2312010063	
		45881	2785718		2312010081	
		45881	2785718		2312008832	
45881	2785718		2312010153			

Camião 1

Não se conseguiu carga para o camião 1, na Alemanha, no código postal 08, tendo o local onde o mesmo descarregou ficado vazio. Assim, para se conseguir nova carga e rentabilizar o camião teve de recorrer-se à Bolsa, com o intuito de comprar carga para que o veículo não regressasse vazio, o que se traduziria numa perda para a empresa. Dado que a localização é próxima da fronteira com a República Checa, este camião foi passado para a colega Carla, que estava a controlar o planeamento deste país. A colega tinha carga neste país, perto do código postal mencionado, e necessitava de um camião. Portanto, o planeamento do Camião 1 passou a ser gerido pela colega responsável pelos carregamentos desse país.

Camião 2

Este foi o primeiro camião a ficar vazio na Alemanha. No TMS tinha como data prevista de descarregamento o dia 22 de fevereiro, mas, através dos contactos com as transportadoras, obteve-se a informação de que ficou vazio no dia anterior, ou seja, a 21 de fevereiro. Assim sendo, a função do planeamento é conseguir nova carga para o camião em causa. O primeiro passo foi verificar as cargas do K2 que necessitavam de camião, com o intuito de perceber se este camião daria para as transportar.

Ao consultar no K2 as cargas que necessitavam ser transportadas da Alemanha para Portugal, deparamo-nos com vinte e uma cargas, as quais se analisaram com pormenor, para se seleccionar as que se adequavam ao camião.

Tendo em consideração o critério da distância, excluíram-se as cargas que ficavam a longas distâncias, após este processo restaram apenas oito cargas possíveis. Entre estas oito cargas, fez-se uma nova seleção, tendo como critério as datas das cargas. Assim, três delas só estavam prontas para carregar dia 27 de fevereiro, pelo que se eliminaram essas possibilidades, pois o camião não deveria estar mais de cinco dias à espera para as carregar, pelo que sobraram cinco cargas possíveis de carregar.

Entre as cinco cargas possíveis, foi eliminada uma outra carga devido à distância, pois, para que fosse viável o seu transporte, deveria conseguir-se arranjar mais cargas dentro desse trajeto.

A opção final foi carregar quatro cargas do K2 que se encontravam em localidades próximas umas das outras. Depois de tomar a opção de as carregar, foi necessário delinear o trajeto, estabelecendo a ordem de quais cargas se iriam carregar em primeiro lugar e quais

as últimas. Nesta fase de seleção da ordem dos carregamentos, deve dar-se atenção a diversas restrições, tais como o local em que vai ser entregue em Portugal e a distância mais curta desde o local em que se encontra vazio na Alemanha até ao primeiro carregamento. Fez-se a escolha de percorrer apenas 62 Km para carregar a primeira carga, devido à ordem de entregas em Portugal.

Camião 3

Esta carga não podia ser transportada por qualquer camião, visto tratar-se de uma carga ADR (Carga Perigosa), tendo assim de ser transportada por camiões específicos que tenham autorização e sejam adaptados para esse tipo de carga. A Garland comprou um espaço do camião a uma transportadora, subcontratando o transporte para esta carga.

Camião 4

A este camião faltava carga, pelo que era necessário encontrar mais. Para isso, consultou-se o K2. As quatro cargas que foram carregadas no camião dois já tinham sido eliminadas do K2, pois já não necessitavam de encontrar transporte, tendo ficado assim as restantes dezassete. Contudo, surgiu uma nova carga, passando a um total de dezoito.

Entre as dezoito cargas existia uma que era completa e ficava numa zona acessível a este camião, que teve de percorrer 190 km vazio do código postal 12277 até ao 01189. Apesar de serem muitos quilómetros, esta deslocação compensa, porque resulta em lucro e não em prejuízo, dado que se tratava de uma carga completa. Senão vejamos: o custo deste transporte foi de dois mil setecentos e dezoito euros, tendo sido vendido a dois mil setecentos e setenta e dois euros. Embora a margem de lucro seja reduzida, é preferível do que ter um prejuízo associado ao transporte.

Além disso, existia uma carga em Portugal que deveria ser transportada para Espanha, por este mesmo camião, na semana seguinte, logo seria necessário que este estivesse em Portugal. Assim, com um único carregamento poupa-se tempo no regresso.

Camião 5

Tal como noutros camiões já referidos, o primeiro passo para arranjar carga foi consultar o K2, tendo-se conseguido duas cargas para o camião. O camião ficou vazio no código postal DE21, e, nesse mesmo código postal, existiam duas cargas no K2. Portanto, colocou-se as duas cargas do K2 nesse camião, sobrando ainda espaço para mais cargas. Analisaram-se

as restantes cargas do K2 e não compensava carregar nenhuma dessas cargas. Assim, o próximo passo foi procurar cargas na Bolsa.

Na Bolsa, conseguiu-se negociar uma carga, ficando assim o camião com três para transportar, porém, apesar das três cargas, ainda sobrava espaço no camião. Tendo em consideração que não se conseguia mais cargas e para o mesmo não estar parado na Alemanha à espera de nova carga, deu-se informação para que o camião iniciasse transporte para Portugal, assim que estivesse carregado.

Com o camião em andamento, tentou arranjar-se uma carga para aquele espaço sobranete em Espanha, visto que, não só em França não havia tempo suficiente para tal, como uma das cargas seria descarregada em Espanha, desta forma, otimizava-se tempo, procurando carga no local de descarga.

Camião 6

No K2, encontravam-se quinze cargas a necessitar de transporte e praticamente todas podiam ser transportadas por este camião, pois ficavam em locais do seu trajeto para Portugal, tendo-se optado pelo critério da proximidade do local de descarregamento. O camião ficou vazio no código postal DE49451, pelo que se seleccionou a carga mais perto desse local, assim o camião fazia poucos quilómetros vazio. Depois da escolha do primeiro carregamento, foi feita a escolha da restante carga que preenchesse o espaço sobranete. Das cargas do K2, havia uma que completava o espaço em falta e que ficava a caminho do seu trajeto para Portugal; com essa escolha, o camião não tinha de fazer qualquer desvio da sua rota original, o que poupava tempo e se traduziria em lucro.

Camião 7

Foram localizadas treze cargas no K2, das quais se seleccionaram duas. A seleção das cargas para este camião foi feita através de várias escolhas, no entanto o critério que permaneceu foi o facto de o primeiro carregamento ter obrigatoriamente que ser feito, ou traduzir-se-ia em prejuízo. Por esta razão, o camião percorreu duzentos e setenta e oito quilómetros vazio até chegar ao local do primeiro carregamento.

Camião 8

Este camião não pertence à Garland, no entanto, existia uma carga da empresa na localidade DE1539 Código Postal, que necessitava de transporte. A carga ocupava 6,6 m³ de volume,

pelo que era necessário arranjar forma de a transportar e, uma vez que a empresa não possuía um camião naquela zona e não se arranja mais carga para além dos 6.6 m³ de volume, a solução mais rentável foi comprar um espaço noutra camião. A Garland comprou então 6,6 m³ de volume do camião ao transportador, recorrendo assim à subcontratação. O camião vinha cheio para Portugal, mas só 6,6 m³ de volume da carga pertence à Garland.

Camião 9

Neste momento, temos onze cargas no K2 a necessitarem de camião, mas a prioridade neste local são os agentes, que têm sempre carga para carregar, ainda que possa não ocupar o espaço total do camião. Neste local, existe um agente da Garland, que foi contactado para que informasse a empresa sobre o espaço que ia ocupar no carregamento. O agente informou a Garland da quantidade que pretendia carregar, com essa informação recebida, a Garland verificou que ainda sobriaria espaço no camião. Assim, o primeiro passo foi consultar as cargas do K2 que ainda necessitavam de transporte e verificar se existia alguma carga que pudesse ser transportada no camião.

Encontrou-se a carga indicada, porque o camião desde o local em que ficou vazio até ao local do Agente teria de percorrer alguns quilómetros e, no K2, existia uma carga numa zona desse trajeto. Assim, foi efetuada uma carga que ocupou o espaço que se encontrava livre e o camião andou menos quilómetros vazio.

Camião 10

Este camião estava atrasado e por isso a carga inicialmente prevista passou para um certo camião, que se encontrava disponível no mesmo local. Assim, foi necessário arranjar carga para este camião enquanto o camião que se arranjou já estava a caminho de Portugal. Para este camião, foi possível arranjar carga dos Agentes. Conforme se fez nos camiões anteriores, a Garland verificou o espaço do camião e da carga dos agentes e verificou que ainda tinha espaço para mais carga. Após essa verificação consultou-se o K2.

A Garland aplicou algumas restrições, como a data do carregamento, se tinha de ser carregado antes ou depois da carga dos Agentes, o destino de entrega da carga dos Agentes, entre outras. Foi seleccionada a carga que tinha o mesmo destino que era a *Hub Garland*. Assim, houve uma diminuição de custos, uma vez que o camião fez cinco carregamentos, mas uma única descarga.

Camião 11

Verificaram-se as cargas que existiam no K2 e constatou-se que este camião só tinha como opção uma das cargas, já que todas as outras cargas ficavam longe do local onde o camião se encontrava. A prioridade foram os Agentes, porque este camião se encontrava perto do local de um Agente, o qual foi contactado e nos informou que tinha duas cargas para transportar e que ocupavam o camião completo, assim sendo este camião carregou carga completa do Agente.

Camião 12

Das cargas inseridas no K2, este camião só tinha uma carga que podia carregar. Feito o carregamento, constata-se que ainda resta muito espaço vazio. Assim, fez-se pesquisa de carga na Bolsa, de forma a completar o espaço vazio e verificou-se que completar a carga envolveria várias alternativas, portanto este camião teria de ser bem planeado e deveria analisar-se com atenção os custos e lucros de cada possibilidade.

Depois de tantas hipóteses, a Garland optou pela solução em que o camião percorreria cento e trinta e três quilómetros vazio e carregaria três cargas que estavam na Bolsa, as quais se juntariam à carga do K2. Esta opção foi considerada a mais vantajosa, devido aos prazos. Num total, transportaram-se quatro cargas neste camião.

Camião 13

No K2, para este camião, não existiam cargas adequadas à sua localização, pelo que se decidiu procurar na Bolsa. Na Bolsa, foi possível carga suficiente para o completar, já que existia carga completa em determinado local e não havia camião. A solução encontrada foi a de o camião percorrer cento e quarenta e um quilómetros vazio até um carregamento completo. Contabilizados os custos, ainda houve lucro, mesmo com o camião a percorrer tantos quilómetros vazio, portanto, esta foi uma boa solução.

Camião 14

A Garland não tinha carga para este camião no K2, por isso recorreu à Bolsa e teve conhecimento que existiam duas cargas que se adaptavam a este camião. Estas duas cargas foram consideradas como hipótese, caso de não se encontrasse uma melhor solução. No entanto, havia um camião de uma transportadora, que sofreu atrasos nos descarregamentos, sendo necessário encontrar uma solução para a carga deste, que tinha prazos; além disso, a

carga pertencia a um Agente. A solução da Garland foi ser o seu camião a carregá-la, visto ambos estarem situados no mesmo código postal. Assim, a carga do camião que tinha sofrido um atraso passou para este camião, porque este ficou vazio e estava parado. No total, este camião transportou duas cargas da Bolsa e uma do Agente.

Camião 15

Este camião só está disponível para carregar na sexta-feira. Estando previamente estabelecido que à terça-feira e à sexta-feira existem carregamentos fixos dos Agentes, decidiu-se que este camião iria fazer o carregamento do agente. Com a carga do agente, sobrou espaço, pelo que se recorreu à Bolsa para procurar uma carga e preencher esse espaço, tendo assim sido encontrada uma carga na Bolsa que se adaptou ao espaço restante.

Camião 16

Este camião não é da Garland, mas a empresa recebeu a informação de que este estava à procura de carga para trazer para Portugal e, através dos seus clientes, conseguiu arranjar carga completa para aquela data. Assim, a Garland que, inicialmente, não tinha carga, nem transporte próprio, conseguiu efetuar um carregamento completo.

Camião 17

Este camião fez quatro recolhas. Começou por descarregar na Alemanha e efetuou a primeira carga no local onde tinha descarregado, ou seja, o camião fez zero quilómetros vazio e carregou para Portugal. Em seguida, foi dada prioridade à carga do Agente ITG, no entanto, após o seu carregamento, verificou-se que ainda existia espaço disponível no camião.

Acedeu-se ao K2, onde se verificou que existia uma carga a aguardar transporte que se adequava ao espaço livre do camião e que se encontrava localizada naquela zona da Alemanha.

Com estes três carregamentos, observou-se que ainda existia algum espaço vazio, todavia, no K2, não havia carga compatível com o espaço disponível, porém, na Bolsa conseguiu negociar-se uma carga que ocupou exatamente o espaço vazio que restava.

Após ter a carga toda negociada, foi efetuada a ordem de carregamento dos quatro locais, com indicação de qual seria a ordem para carregar, atendendo aos locais de descarregamento.

Camião 18

Existia uma carga do Agente que não cabia nos camiões livres, pelo que foi necessário comprar um camião que estivesse disponível para transportar toda a carga do Agente. Neste caso, temos carga e estamos à procura de camião. A Garland conseguiu comprar um camião de um transportador para efetuar o carregamento completo.

Camião 19

Este camião descarrega na sexta-feira à noite, por isso, só será possível carregar de novo na segunda-feira, isto faz com que fique parado o fim-de-semana. Há necessidade de o deslocar para a semana seguinte, pois só nessa altura é possível fazer um carregamento. A responsabilidade de ficar vazio tão tarde foi da transportadora, por isso não vai ser a Garland a pagar as despesas referentes à paralisação durante o fim-de-semana.

Camião 20

Este camião transportou carga da Garland para a Alemanha. Foi negociada carga só para a ida. Após o descarregamento, poderíamos arranjar carga para importar, mas como não está contratada a volta com o camião, este poderia aceitar ou não o novo transporte. Na chegada, o camião descarregou e conseguiu logo carga da sua responsabilidade, pelo que optou por não esperar por nova carga da Garland.

Camião 21

Existia uma carga do Agente que necessitava de carregamento. Este camião encontrava-se a poucos quilómetros, por isso foi selecionado para o transporte. Com este camião não houve problemas, foi eficaz.

Camião 22

Apesar da Garland já ter carregado todos os seus camiões disponíveis na Alemanha, continua a receber pedidos de camiões para aquele país naquela semana. A solução será conseguir arranjar camiões para as cargas que estão a pedir. Nos pedidos de camião que continuam a surgir, a Garland reparou que, apesar das cargas solicitadas serem na Alemanha, existe um camião vazio na Bélgica. Fez-se uma análise da localização do referido camião e verificou-se que se encontra junto à fronteira com a Alemanha e que poderá carregar estas cargas. A Garland conseguiu assim arranjar carga para o camião que

se encontrava vazio e evitar ter de pagar paralisações. Além disso, consegue carregar a carga que surge.

Depois de os camiões estarem todos planeados deve controlar-se o seu carregamento e o seu transporte, ou seja, deve verificar se carregou exatamente o que se combinou e os prazos. Durante o seu percurso é importante estar em contacto com a transportadora.

Para descarregar os camiões, é necessário apresentar um documento que é emitido no TMS, chamado de Manifesto, que representa detalhadamente o que é transportado.

Por vezes, ao inserir a carga no TMS, é criada uma carga de espaço vazio, com as medidas que o cliente vai ocupar. No Manifesto, não vai constar essa carga como vazia, mas sim com a carga que ainda vai ser carregada no Agente. Essa informação é colocada pelo departamento dos Agentes. Assim, sempre que alguém do departamento de planeamento quiser emitir o Manifesto, consulta o Agente para confirmar se a informação está toda colocada no TMS. Após a confirmação, é emitido o Manifesto através do TMS e enviado para o Armazém, quando o camião estiver a ser descarregado, os funcionários de armazém confirmam detalhadamente a carga que foi negociada.

Para se aceder ao Manifesto, é necessário que os Agentes emitam o documento chamado EDI (*Electronic Data interchange*). O EDI é um documento eletrónico que foi desenvolvido nos anos 70 com a função de facilitar a criação das encomendas para os fornecedores, evitando o uso de papel e permitem que tudo esteja registado. A utilização dos EDI's, permite uma troca constante de informações entre as entidades envolvidas. O EDI é realizado no TMS, logo a comunicação é feita eletronicamente, o que a torna mais rápida e eficaz. Sempre que se emite o Manifesto é preciso confirmar com os agentes se os custos e carga estão todos inseridos no TMS.

Após o descarregamento é necessário efetuar o DROP no TMS.

O DROP é a confirmação de que o camião já descarregou. Assim, se consultarmos os DROP'S feitos no TMS conseguimos verificar quais as descargas que já foram realizadas, evitando contactar os colegas. Além disso, com o DROP, o valor da descarga passa a ser automaticamente registado na contabilidade.

4.4. Método Heurístico de Clark e Wright

No presente estágio, opta-se pela utilização do método heurístico das poupanças de Clarke e Wright, para resolver o *Vehicle Routing Problem* (VRP), com o objetivo de obter soluções que garantam a máxima eficácia, de modo a que se consiga abordar a investigação operacional de forma mais eficiente.

Assim e com o intuito de perceber qual seria a carga associada a um camião que se traduziria na maior poupança possível, utilizou-se uma amostra de vinte cargas e doze camiões.

Importa referir que os endereços para a entrega estão simplificados pelo Código Postal por questões de sigilo da empresa, porém, na aplicação do método Heurístico de Clark e Wright, foram utilizadas a latitude e a longitude, para que o endereço fosse exato. A ordem do Código Postal demonstra a disposição do roteiro que foi feito.

Começamos por apresentar a informação sobre a distância desde o local de origem dos camiões até às reservas. Para tal, observe-se a Tabela 4:

Tabela 4 Distância dos Camiões às Origens

Fonte: Elaboração própria.

ID	Latitude	Longitude	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	O20
Latitude			48.807674	47.786442	48.219154	48.322974	48.322974	48.322974	48.322974	48.322974	51.059409	51.535360	51.535360	51.535360	51.535360	51.535360	49.296641	48.620301	48.958101	49.311701	52.279553	51.431376898
Longitude			11.401632	10.604666	11.264449	11.842595	11.842595	11.842595	11.842595	11.842595	7.0274573	7.1916534	7.1916534	7.1916534	7.1916534	7.1916534	9.2569208	9.6865047	8.4531831	7.0812862	8.1237095	6.267020094
V1	48.77936616	11.410643056	180,44	6168,63	3564,16	2866,61	2866,61	2866,61	2866,61	2866,61	15218,51	18288,83	18288,83	18288,83	18288,83	18288,83	4153,46	661,07	2210,75	4158,88	16656,33	17169,80
V2	51.05437462	6.9342786842	15168,37	9732,30	13421,11	15045,93	15045,93	15045,93	15045,93	15045,93	418,39	3157,78	3157,78	3157,78	3157,78	3157,78	16570,49	14592,80	14733,25	11131,02	6459,87	3281,77
V3	49.01609716	8.6164866309	2733,47	5203,50	1541,23	368,73	368,73	368,73	368,73	368,73	14777,03	17034,39	17034,39	17034,39	17034,39	17034,39	2475,50	2311,60	474,79	4304,09	18630,08	18195,10
V4	52.59610149	8.3344335368	14456,19	15868,43	18050,45	17276,15	17276,15	17276,15	17276,15	17276,15	7447,81	5846,71	5846,71	5846,71	5846,71	5846,71	16280,41	15054,16	16835,62	15089,76	2146,45	4146,06
V5	49.30750000	9.1996568110	4362,83	7187,24	3508,92	2110,40	2110,40	2110,40	2110,40	2110,40	16038,98	16522,42	16522,42	16522,42	16522,42	16522,42	219,38	4328,03	2877,07	6716,22	16555,17	18546,11
V6	51.80471496	9.8940269267	19255,66	14380,00	17019,50	17565,93	17565,93	17565,93	17565,93	17565,93	5143,20	2100,84	2100,84	2100,84	2100,84	2100,84	16016,82	19734,88	18299,45	16273,91	2790,75	2759,00
V7	51.02972568	9.4526925724	15106,84	14575,65	13614,17	13004,04	13004,04	13004,04	13004,04	13004,04	9293,97	6488,77	6488,77	6488,77	6488,77	6488,77	11091,92	15336,55	13844,37	16656,17	6289,92	7716,30
V8	52.26793919	8.1610765604	16547,97	16038,21	19715,95	18633,73	18633,73	18633,73	18633,73	18633,73	6497,28	4128,34	4128,34	4128,34	4128,34	4128,34	16565,52	17205,85	18779,92	16540,55	125,08	3055,47
V9	48.79175949	11.445438792	105,51	6210,90	3639,54	2947,76	2947,76	2947,76	2947,76	2947,76	15216,14	18283,37	18283,37	18283,37	18283,37	18283,37	4219,69	704,81	2291,59	4177,34	16580,87	17107,55
V10	49.24372769	8.7489326219	4145,83	5579,73	1982,28	1137,60	1137,60	1137,60	1137,60	1137,60	14627,24	16051,11	16051,11	16051,11	16051,11	16051,11	1778,59	3795,66	1948,69	5359,56	18034,59	17921,61
V11	52.30193408	8.4408181004	16338,17	15386,43	19097,55	19117,93	19117,93	19117,93	19117,93	19117,93	6004,16	3978,13	3978,13	3978,13	3978,13	3978,13	17301,45	16867,21	18726,33	15740,63	895,05	2539,76
V12	48.34040091	11.915691038	2904,69	5523,09	1804,58	199,11	199,11	199,11	199,11	199,11	15049,85	17097,30	17097,30	17097,30	17097,30	17097,30	2082,92	2573,39	842,82	4695,09	18340,79	18507,13

Tendo definidos os locais de origem dos diferentes camiões, passou-se à fase seguinte da análise dos dados. Para se tentar definir quais as alternativas que poderiam ter sido tomadas, de modo a que os transportes fossem mais eficientes e resultassem num maior lucro para a empresa, recorreu-se à heurística das poupanças. Começou por se calcular a matriz de distâncias entre todos os pontos de carga e de descarga e localizações dos camiões vazios (ver Tabela 5 e 6). De seguida calcularam-se, para todos os pares de pontos i e j , o valor da poupança conseguida por viajar entre o cliente « i » e « j », antes de regressar à origem. Este cálculo é realizado através da aplicação da fórmula apresentada no enquadramento teórico

$$Saving = d(O_i, D_i) + d(V, O_j) + d(D_j, V) - d(O_i, O_j) - d(D_j, D_i) \quad (5)$$

Após a realização do cálculo (ver tabela 7), ordenaram-se as trezentas e oitenta poupanças por ordem decrescente, obtendo como maior poupança a Origem 15, seguida da Origem 4, com uma poupança de 37957,20 Km.

Tabela 5 Matriz de distâncias entre as Origens

Fonte: Elaboração própria.

ID	Latitude	Longitude	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	O20
Latitude			48.80767	47.78644	48.21915	48.32297	48.32297	48.32297	48.32297	48.32297	51.05940	51.53536	51.53536	51.53536	51.53536	51.53536	49.29664	48.62030	48.95810	49.31170	52.27955	51.43137
Longitude			11.40163	10.60466	11.26444	11.84259	11.84259	11.84259	11.84259	11.84259	7.02745	7.19165	7.19165	7.19165	7.19165	7.19165	9.25692	9.68650	8.45318	7.08128	8.12370	6.26702
O1	48.80767	11.40163	0,00	6304,30	3743,90	3034,03	3034,03	3034,03	3034,03	3034,03	15265,90	18326,15	18326,15	18326,15	18326,15	18326,15	4263,54	802,31	2388,59	4251,50	16476,55	17070,49
O2	47.78644	10.60466	6304,30	0,00	3745,85	5358,23	5358,23	5358,23	5358,23	5358,23	9609,42	12369,89	12369,89	12369,89	12369,89	12369,89	7328,29	5507,80	5008,92	2482,39	16162,72	12993,50
O3	48.21915	11.26444	3743,90	3745,85	0,00	1626,43	1626,43	1626,43	1626,43	1626,43	13248,86	15587,78	15587,78	15587,78	15587,78	15587,78	3625,17	3067,00	1534,26	3426,16	19809,56	16702,87
O4	48.32297	11.84259	3034,03	5358,23	1626,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14863,64	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	2168,33	2658,11	843,30	4608,08	18509,19	18326,92
O5	48.32297	11.84259	3034,03	5358,23	1626,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14863,64	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	2168,33	2658,11	843,30	4608,08	18509,19	18326,92
O6	48.32297	11.84259	3034,03	5358,23	1626,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14863,64	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	2168,33	2658,11	843,30	4608,08	18509,19	18326,92
O7	48.32297	11.84259	3034,03	5358,23	1626,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14863,64	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	2168,33	2658,11	843,30	4608,08	18509,19	18326,92
O8	48.32297	11.84259	3034,03	5358,23	1626,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14863,64	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	2168,33	2658,11	843,30	4608,08	18509,19	18326,92
O9	51.05940	7.02745	15265,90	9609,42	13248,86	14863,64	14863,64	14863,64	14863,64	14863,64	0,00	3070,92	3070,92	3070,92	3070,92	3070,92	16253,91	14642,31	14617,93	11138,45	6621,56	3467,12
O10	51.53536	7.19165	18326,15	12369,89	15587,78	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	3070,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16689,66	17702,58	17121,66	14175,31	4236,17	2060,73
O11	51.53536	7.19165	18326,15	12369,89	15587,78	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	3070,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16689,66	17702,58	17121,66	14175,31	4236,17	2060,73
O12	51.53536	7.19165	18326,15	12369,89	15587,78	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	3070,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16689,66	17702,58	17121,66	14175,31	4236,17	2060,73
O13	51.53536	7.19165	18326,15	12369,89	15587,78	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	3070,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16689,66	17702,58	17121,66	14175,31	4236,17	2060,73
O14	51.53536	7.19165	18326,15	12369,89	15587,78	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	16905,46	3070,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16689,66	17702,58	17121,66	14175,31	4236,17	2060,73
O15	49.29664	9.25692	4263,54	7328,29	3625,17	2168,33	2168,33	2168,33	2168,33	2168,33	16253,91	16689,66	16689,66	16689,66	16689,66	16689,66	0,00	4269,90	2900,76	6774,62	16450,09	18678,87
O16	48.62030	9.68650	802,31	5507,80	3067,00	2658,11	2658,11	2658,11	2658,11	2658,11	14642,31	17702,58	17702,58	17702,58	17702,58	17702,58	4269,90	0,00	1887,60	3530,89	17150,36	16977,10
O17	48.95810	8.45318	2388,59	5008,92	1534,26	843,30	843,30	843,30	843,30	843,30	14617,93	17121,66	17121,66	17121,66	17121,66	17121,66	2900,76	1887,60	0,00	3912,97	18672,03	17924,57
O18	49.31170	7.08128	4251,50	2482,39	3426,16	4608,08	4608,08	4608,08	4608,08	4608,08	11138,45	14175,31	14175,31	14175,31	14175,31	14175,31	6774,62	3530,89	3912,97	0,00	16626,89	14053,38
O19	52.27955	8.12370	16476,55	16162,72	19809,56	18509,19	18509,19	18509,19	18509,19	18509,19	6621,56	4236,17	4236,17	4236,17	4236,17	4236,17	16450,09	17150,36	18672,03	16626,89	0,00	3180,54
O20	51.43137	6.26702	17070,49	12993,50	16702,87	18326,92	18326,92	18326,92	18326,92	18326,92	3467,12	2060,73	2060,73	2060,73	2060,73	2060,73	18678,87	16977,10	17924,57	14053,38	3180,54	0,00

Tabela 6 Matriz de distâncias entre os Destinos

Fonte: Elaboração própria

ID	Latitude	Longitude	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20
Latitude			41.26141	41.07157	41.26141	41.26141	41.26141	41.26141	41.26141	41.26141	38.79633	38.73101	38.80153	38.80153	38.80153	38.80153	41.26820	41.05564	41.09265	41.26820	41.26418	40.89857
Longitude			-8.64313	-8.61961	-8.64313	-8.64313	-8.64313	-8.64313	-8.64313	-8.64313	-9.19383	-9.32506	-9.19813	-9.19813	-9.19813	-9.19813	-8.62775	-8.61511	-8.58218	-8.62775	-8.65189	-8.53594
D1	41.26141	-8.64313	0,00	1217,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15112,17	15075,56	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	99,21	1321,80	1135,72	99,21	53,91	2403,75
D2	41.07157	-8.61961	1217,74	0,00	1217,74	1217,74	1217,74	1217,74	1217,74	1217,74	13921,36	13923,91	13888,12	13888,12	13888,12	13888,12	1253,71	105,24	267,69	1253,71	1242,44	1221,59
D3	41.26141	-8.64313	0,00	1217,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15112,17	15075,56	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	99,21	1321,80	1135,72	99,21	53,91	2403,75
D4	41.26141	-8.64313	0,00	1217,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15112,17	15075,56	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	99,21	1321,80	1135,72	99,21	53,91	2403,75
D5	41.26141	-8.64313	0,00	1217,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15112,17	15075,56	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	99,21	1321,80	1135,72	99,21	53,91	2403,75
D6	41.26141	-8.64313	0,00	1217,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15112,17	15075,56	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	99,21	1321,80	1135,72	99,21	53,91	2403,75
D7	41.26141	-8.64313	0,00	1217,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15112,17	15075,56	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	99,21	1321,80	1135,72	99,21	53,91	2403,75
D8	41.26141	-8.64313	0,00	1217,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15112,17	15075,56	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	99,21	1321,80	1135,72	99,21	53,91	2403,75
D9	38.79633	-9.19383	15112,17	13921,36	15112,17	15112,17	15112,17	15112,17	15112,17	15112,17	0,00	580,28	35,33	35,33	35,33	35,33	15121,72	13816,20	13976,51	15121,72	15146,17	12711,22
D10	38.73101	-9.32506	15075,56	13923,91	15075,56	15075,56	15075,56	15075,56	15075,56	15075,56	580,28	0,00	594,39	594,39	594,39	594,39	15072,21	13819,84	13949,51	15072,21	15114,73	12702,94
D11	38.80153	-9.19813	15079,60	13888,12	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	35,33	594,39	0,00	0,00	0,00	0,00	15089,47	13782,95	13943,91	15089,47	15113,48	12678,36
D12	38.80153	-9.19813	15079,60	13888,12	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	35,33	594,39	0,00	0,00	0,00	0,00	15089,47	13782,95	13943,91	15089,47	15113,48	12678,36
D13	38.80153	-9.19813	15079,60	13888,12	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	35,33	594,39	0,00	0,00	0,00	0,00	15089,47	13782,95	13943,91	15089,47	15113,48	12678,36
D14	38.80153	-9.19813	15079,60	13888,12	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	15079,60	35,33	594,39	0,00	0,00	0,00	0,00	15089,47	13782,95	13943,91	15089,47	15113,48	12678,36
D15	41.26820	-8.62775	99,21	1253,71	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	15121,72	15072,21	15089,47	15089,47	15089,47	15089,47	0,00	1356,35	1151,33	0,00	142,40	2421,48
D16	41.05564	-8.61511	1321,80	105,24	1321,80	1321,80	1321,80	1321,80	1321,80	1321,80	13816,20	13819,84	13782,95	13782,95	13782,95	13782,95	1356,35	0,00	311,82	1356,35	1347,01	1118,28
D17	41.09265	-8.58218	1135,72	267,69	1135,72	1135,72	1135,72	1135,72	1135,72	1135,72	13976,51	13949,51	13943,91	13943,91	13943,91	13943,91	1151,33	311,82	0,00	1151,33	1170,16	1270,16
D18	41.26820	-8.62775	99,21	1253,71	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	99,21	15121,72	15072,21	15089,47	15089,47	15089,47	15089,47	0,00	1356,35	1151,33	0,00	142,40	2421,48
D19	41.26418	-8.65189	53,91	1242,44	53,91	53,91	53,91	53,91	53,91	53,91	15146,17	15114,73	15113,48	15113,48	15113,48	15113,48	142,40	1347,01	1170,16	142,40	0,00	2435,88
D20	40.89857	-8.53594	2403,75	1221,59	2403,75	2403,75	2403,75	2403,75	2403,75	2403,75	12711,22	12702,94	12678,36	12678,36	12678,36	12678,36	2421,48	1118,28	1270,16	2421,48	2435,88	0,00

Tabela 7 Saving/Poupança

Fonte: Elaboração própria.

Savings (i,j) = d(Oi,Di) + d(V,Oj) + d(Dj,V) - d(Oi,Oj) - d(Dj,Di)							
i	j	d(Oi,Di)	d(V,Oj)	d(Dj,V)	d(Oi,Oj)	d(Dj,Di)	Savings (Km)
15	4	9779,70	17565,93	12879,11	2168,325955	99,21095483	37957,20
15	5	9779,70	17565,93	12879,11	2168,325955	99,21095483	37957,20
15	6	9779,70	17565,93	12879,11	2168,325955	99,21095483	37957,20
15	7	9779,70	17565,93	12879,11	2168,325955	99,21095483	37957,20
15	8	9779,70	17565,93	12879,11	2168,325955	99,21095483	37957,20
19	15	13878,78	16565,52	13761,55	16450,08813	142,3963179	27613,37
18	11	17940,96	18288,83	17087,35	14175,30509	15089,46782	24052,37
18	12	17940,96	18288,83	17087,35	14175,30509	15089,46782	24052,37
18	13	17940,96	18288,83	17087,35	14175,30509	15089,46782	24052,37
18	14	17940,96	18288,83	17087,35	14175,30509	15089,46782	24052,37
20	3	10801,52	19097,55	12940,45	16702,87132	2403,751564	23732,90
2	9	15477,39964	14777,03	15620,07	9609,417576	13921,36339	22343,72
16	20	9255,57	18546,11	11329,27	16977,10343	1118,278743	21035,56
2	10	15115,68316	17034,39	15078,93	12369,88872	13923,91018	20935,20
17	9	16093,89	14777,03	15620,07	14617,9262	13976,50723	17896,56
1	16	8927,77	704,81	8861,28	802,31	1321,80	16369,75

Partindo dos valores obtidos, elaboraram-se as rotas mais eficientes, incluindo, nesta análise, as cargas com as maiores poupanças. Para a definição das rotas, foi realizada a seguinte tabela (ver tabela 8), uma vez que, para a elaboração daquelas, são necessárias mais informações do que as que tínhamos selecionado anteriormente. Assim, passou-se a dispor também da informação relativa ao peso de cada carga, bem como ao seu volume.

Tabela 8 Peso e Volume da Carga

Fonte: Elaboração própria.

Reserva	Peso (Kg)	Espaço (Volume em M3)	Latitude de Origem	Longitude de Origem	Latitude de Destino	Longitude de Destino
1	7000	21,02	48.80767493273896	11.401632566080837	41.261414246923835	-8.643131404935755
2	11000	24,96	47.786442090032324	10.604666409441817	41.07157338085316	-8.619615590378004
3	351	1,32	48.21915416548338	11.264449866987235	41.261414246923835	-8.643131404935755
4	2050	2,36	48.32297466377433	11.842595867256321	41.261414246923835	-8.643131404935755
5	54	0,22	48.32297466377433	11.842595867256321	41.261414246923835	-8.643131404935755
6	36	0,22	48.32297466377433	11.842595867256321	41.261414246923835	-8.643131404935755
7	140	1,98	48.32297466377433	11.842595867256321	41.261414246923835	-8.643131404935755
8	3000	15	48.32297466377433	11.842595867256321	41.261414246923835	-8.643131404935755
9	14309	38,5	51.05940900892663	7.027457315799127	38.79633776201426	-9.193837064542544
10	748	1,5	51.53536048723818	7.191653466383052	38.73101493996194	-9.325062243702673
11	482	1,1	51.53536048723818	7.191653466383052	38.801530215199435	-9.198131410501894
12	7	0,08	51.53536048723818	7.191653466383052	38.801530215199435	-9.198131410501894
13	1070	1,2	51.53536048723818	7.191653466383052	38.801530215199435	-9.198131410501894
14	1066	6,53	51.53536048723818	7.191653466383052	38.801530215199435	-9.198131410501894
15	5498	17,95	49.296641858745225	9.256920808471392	41.26820692694191	-8.62775655303041
16	593	13,82	48.62030117008316	9.68650471140101	41.0556497723226	-8.615111236542992
17	6475	19	48.95810142148197	8.453183183635328	41.092656859890546	-8.582185284942256
18	4000	16,32	49.311701389331716	7.081286203311706	41.26820692694191	-8.62775655303041
19	5977	53,76	52.27955359279608	8.12370956608158	41.26418827830383	-8.651895463989424
20	1500	11,23	51.43137689831969	6.267020094624448	40.898578744134916	-8.53594341246606

Com os novos dados, ficamos cientes da restrição do peso e volume de carga que cada caminhão pode transportar, o que pode condicionar os valores de *Saving* apresentados inicialmente (ver tabela 6). Com os novos dados, sabemos que os caminhões apresentam:

- Peso ≤ 24 toneladas

$$Peso\ i + Peso\ j \leq 24\ Toneladas \quad (6)$$

- Volume $\leq 129,2\ m^3$

$$Volume\ i + Volume\ j \leq 129,2\ m^3 \quad (7)$$

- Nº Horas de Trabalho por dia

$$N^{\circ}\ Horas\ de\ Trabalho\ por\ dia \leq 10\ Horas \quad (8)$$

Por outras palavras, a soma da carga não pode ser superior a vinte e quatro toneladas e a $129,2\ m^3$ de volume, pois são os limites dos caminhões. Estes novos dados implicam uma reformulação do *Saving* inicial.

Recolhidas todas as informações pertinentes para a definição das rotas, passa a apresentar-se, detalhadamente, o motivo da escolha de cada caminhão para cada uma das cargas, tendo sempre em vista a maior poupança possível.

Para além do número de horas do trajeto, temos de ter em atenção a legislação do tempo de condução que é permitido, pois não pode fazer a viagem seguida existe normas a cumprir. Por isso, consoante a legislação não se pode conduzir mais de 9 Horas por dia, mais 45 minutos de descanso no meio. Também pode ser 10 Horas por dia, mas apenas dois dias por semana.

Para além do tempo de condução não nos podemos esquecer do tempo de repouso, pois também é contabilizado no tempo de entrega da carga. Com a exceção dos 45 Minutos de pausa, existe o repouso diário e o repouso semanal. Consistindo em 11 Horas consecutivas ou 3 mais 9 Horas três vezes por semana, e também 45 horas consecutivas ou período reduzido de 24 horas semanalmente.

Neste trabalho vamos contabilizar o número de horas desde o primeiro carregamento do camião e a última descarga.

Verificou-se que o melhor *Saving* é o da carga quinze com as cargas quatro, cinco, seis, sete e oito, com uma poupança de 37957,2 Km. Portanto, a solução seria juntá-las no camião que se encontrava mais perto da área. Por tanto, verificou-se na tabela seguinte os quilómetros dos doze camiões e o da carga quinze:

Tabela 9 Quilómetros da carga 15 a cada camião

Fonte: Elaboração própria.

Camião	Carga O15
1	4153,46
2	16570,49
3	2475,50
4	16280,41
5	219,38
6	16016,82
7	11091,92
8	16565,52
9	4219,69
10	1778,59
11	17301,45
12	2082,92

Verificou-se que o camião mais perto é o camião cinco.

Para que esta solução seja viável, não podemos esquecer-nos das restrições de peso e volume:

$$O15 + O4 + O5 + O6 + O7 + O8$$

- Peso = $5498 + 2050 + 54 + 36 + 140 + 3000 = 10\,778$ Kg
- Volume = $17,95 + 2,36 + 0,22 + 0,22 + 1,98 + 15 = 22,73$ m³

Com este cálculo percebemos que as cargas não excedem o peso e volume, pelo que se pode carregar a carga seleccionada no mesmo camião, ficando ainda a saber que sobra bastante espaço no camião. Por esta razão, analisaram-se os próximos *Savings* na lista ordenada, para perceber se havia hipótese de se adicionar mais algum carregamento antes ou depois destes.

Verificou-se que é possível com o *Saving* dezanove mais quinze, já que apresenta uma poupança de 27613,37 km. Após perceber-se o valor do *Saving*, volta a ter de calcular-se o peso e o volume:

$$O19 + O15 + O4 + O5 + O6 + O7 + O8$$

- Peso = $5977 + 5498 + 2050 + 54 + 36 + 140 + 3000 = 16\,755$ Kg
- Volume = $53,76 + 17,95 + 2,36 + 0,22 + 0,22 + 1,98 + 15 = 76,49$ m³

Apurou-se que é possível fazer-se este carregamento antes da carga quinze, pois não passa dos limites. Assim sendo, a carga inicial deixou de ser a carga quinze e passou a ser a carga dezanove, o que implica uma mudança de camião. Fomos ver novamente qual o camião que está mais perto desta vez da carga dezanove.

Tabela 10 Quilómetros da carga 19 a cada camião

Fonte: Elaboração própria.

Camião	Carga O19
1	16656,33
2	6459,87
3	18630,08
4	2146,45
5	16555,17
6	2790,75
7	6289,92
8	125,08
9	16580,87
10	18034,59
11	895,05
12	18340,79

O camião mais perto do local passa a ser o número oito e não o cinco apontado para as primeiras cargas. O camião oito passa então a fazer o transporte das cargas O19 + O15 + O4 + O5 + O6 + O7 + O8.

Na figura abaixo mostra-se a rota efetuada pelo camião oito.

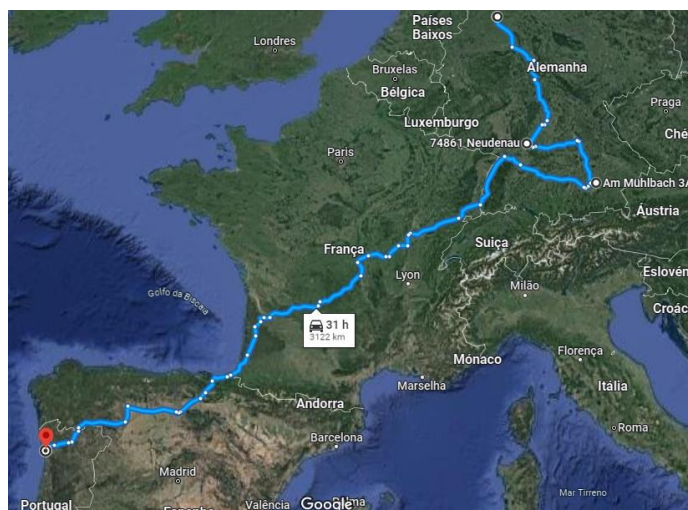


Figura 12 Rota do Camião 8

Fonte: GoogleMaps, 2023.

Podemos ver que demora 31 Horas no seu trajeto, essas horas podem ser divididas da seguinte forma: 9h+9h+9h+4h ou 10h+10h+9h+2h. Com o tempo de repouso a sequência era a seguinte:

$(4h30min+45min+4h30min)+11h+(4h30min+45min+4h30min)+11h$ +
 $(4h30min+45min+4h30min)+11h+(4h)$ que tem um total de 66h15min; ou

$(4h30min+45min+4h30min+15min+1h)+11h+(4h30min+45min+4h30min+15min+1h)$
 $+11h + (4h30min+45min+4h30min)+11h+(2h)$ que também tem um total de 66h15min Horas.

Com esta análise conseguimos ver que demora três dias desde o local que o camião ficou vazio na Alemanha até ao descarregamento da última carga em Portugal, e que era preferível fazer 9Horas em vez de 10Horas devido ao tempo de descanso.

Após termos otimizado a carga e rota do camião oito, passamos para o carregamento da restante carga.

O próximo *Saving* a verificar foi o da carga dezoito, pois é o seguinte máximo. Tendo-se verificado que a maior poupança se conseguia com as cargas de igual valor onze, doze, treze e catorze, já que se traduz em 24052,37 km. Portanto, o próximo passo a fazer será verificar se a carga excede ou não as restrições do peso e volume.

$$O18 + O11 + O12 + O13 + O14$$

- $\text{Peso} = 4000 + 482 + 7 + 1070 + 1066 = 6625 \text{ Kg}$
- $\text{Volume} = 16,32 + 1,1 + 0,08 + 1,2 + 6,53 = 25,23 \text{ m}^3$

Pelo resultado obtido, sabe-se que é possível carregar todas as cargas no mesmo camião. Agora é necessário saber qual o camião que vai carregar; para tal, procura-se o camião mais próximo do primeiro carregamento, a carga dezoito:

Tabela 11 Quilómetros da carga 18 a cada camião

Fonte: Elaboração própria.

Camião	Carga O18
1	4158,88
2	11131,02
3	4304,09
4	15089,76
5	6716,22
6	16273,91
7	16656,17
8	16540,55
9	4177,34
10	5359,56
11	15740,63
12	4695,09

Sendo o camião um o que está mais próximo. Não havendo nenhuma contraindicação, o camião passa a transportar as cargas O18 + O11 + O12 + O13 + O14, seguindo a seguinte rota:

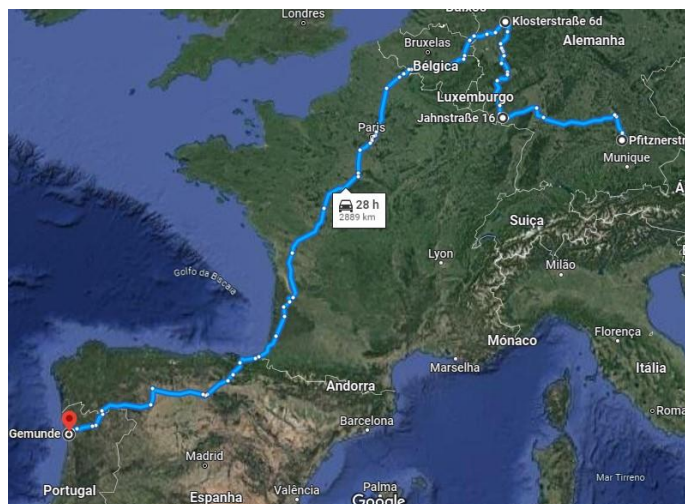


Figura 13 Rota do Camião 1

Fonte: GoogleMaps, 2023.

Podemos ver que demora 28 Horas no seu trajeto, essas horas podem ser divididas da seguinte forma: 9h+9h+9h+1h ou 9h+9h+10h, é preferível a segunda visto que tinha de estar onze horas de espera para fazer uma viagem de uma hora.

Com o tempo de repouso a sequência era a seguinte:

$(4h30min+45min+4h30min)+11h+(4h30min+45min+4h30min)+11h$ +
 $(4h30min+45min+4h30min+30min+1h)$, que tem um total de 52h45min;

Com esta análise conseguimos ver que demora três dias desde o local que o camião ficou vazio na Alemanha até ao descarregamento da última carga em Portugal.

Neste momento, ainda falta conseguir-se transporte para cinco cargas, por isso o próximo passo é ir ao *Saving* ver a ordenação decrescente, excluindo as cargas anteriormente previstas, pelo que a escolha recai sobre a carga vinte mais a carga três, pois têm uma poupança de 23733km. Como feito até ao momento, passamos ao cálculo do peso/volume:

O20+O3

o $\text{Peso} = 1500 + 351 = 1851 \text{ Kg}$

o $\text{Volume} = 11,23 + 1,32 = 12,55 \text{ m}^3$

Conclui-se que cabem as duas cargas no mesmo camião. Seguidamente, temos de saber qual o camião que se encontra mais perto da primeira carga:

Tabela 12 Quilómetros da carga 20 a cada camião

Fonte: Elaboração própria.

Camião	Carga O20
1	17169,80
2	3281,77
3	18195,10
4	4146,06
5	18546,11
6	2759,00
7	7716,30
8	3055,47
9	17107,55
10	17921,61
11	2539,76
12	18507,13

A escolha é o camião onze. Nesta situação, o camião ainda tem muito espaço sobran­te, pelo que é necessário verificar se é possível acrescentar-se carga, para otimizar a poupança. Ao analisar os *Savings* podemos ver que ainda tem como opção a carga dezasseis com a carga vinte.

Apesar da poupança ser inferior, já que é de apenas 21035,57 km, a solução pode passar, eventualmente, por juntar-se dois camiões num, a carga caíba. Assim sendo, ter-se-á de juntar a carga dezasseis, a vinte e a três, fundindo-se, deste modo, os camiões onze e três.

Perante esta possibilidade, deve analisar-se se excede as restrições:

$$O16 + O20 + O3$$

o $\text{Peso} = 593 + 1500 + 351 = 2\,444 \text{ Kg}$

o $\text{Volume} = 13,82 + 11,23 + 1,32 = 26,37 \text{ m}^3$

Constatou-se que a sua junção é viável, pois não passa os limites de peso e volume. Porém, temos obrigatoriamente uma alteração no camião, já que o facto de a rota se iniciar na carga dezasseis e não na vinte, implica que haja mudança no camião. Teremos de ver na tabela seguinte:

Tabela 13 Quilómetros da carga 16 a cada camião

Fonte: Elaboração própria.

Camião	Carga O16
1	661,07
2	14592,80
3	2311,60
4	15054,16
5	4328,03
6	19734,88
7	15336,55
8	17205,85
9	704,81
10	3795,66
11	16867,21
12	2573,39

O camião mais perto é o um, mas visto que o camião um já está carregado, passamos para o próximo camião mais perto. O segundo camião mais perto é o camião nove, ficando este responsável pelo transporte da carga O16+O20+O3.

Fazendo uma análise verificou-se que ainda se pode acrescentar a carga 1, pois em vez de começar a carregar a carga dezasseis, carregava a carga um, depois a dezasseis, seguidamente a vinte e a carga três.

Perante esta possibilidade, deve analisar-se se excede as restrições:

$$O1 + O16 + O20 + O3$$

- $\text{Peso} = 7000 + 593 + 1500 + 351 = 9\,444 \text{ Kg}$
- $\text{Volume} = 21,02 + 13,82 + 11,23 + 1,32 = 47,39 \text{ m}^3$

Constatou-se que a sua junção é viável, pois não passa os limites de peso e volume. Porém, temos obrigatoriamente uma alteração no camião, já que o facto de a rota se iniciar na carga um e não na dezasseis. Por tanto, teremos de ver novamente qual o camião que está mais perto da carga um.

Podemos ver que demora 41 Horas no seu trajeto, essas horas podem ser divididas da seguinte forma: 9h+9h+9h+9h+5h. Com o tempo de repouso a sequência era a seguinte:

$(4h30min+45min+4h30min)+11h+(4h30min+45min+4h30min)+11h$ +
 $(4h30min+45min+4h30min)+11h+(4h30min+45min+4h30min)$ + $11h+$
 $(4h30min+45min+30min)$ que tem um total de 88h45min;

Com esta análise conseguimos ver que demora 4 dias desde o local que o camião ficou vazio na Alemanha até ao descarregamento da última carga em Portugal.

Após os *Savings* efetuados, ficam ainda a faltar quatro cargas: a dois, a nove, a dez e a dezassete. Entre estas, o *Saving* mais alto é o da carga dois com a carga nove.

Perante esta opção tem de se averiguar peso e volume, para saber se excede as restrições:

O2+O9

o $\text{Peso} = 11000 + 14309 = 25\,430 \text{ Kg}$

o $\text{Volume} = 24,96 + 38,5 = 63,4 \text{ m}^3$

Após o cálculo, percebe-se que a adição desta carga excede as restrições de peso e volume do camião, logo este *Saving* não é possível. Assim, devemos voltar ao *Saving* e procurar outra alternativa.

Nesta situação passamos para o próximo *Saving*, da carga em falta, que é o da carga dois e o da carga dez, que apresentam um *Saving* no valor de 20 935,20 Km.

É necessário analisar-se se excede as restrições:

O2 + O10

o $\text{Peso} = 11000 + 748 = 11\,748 \text{ Kg}$

o $\text{Volume} = 24,96 + 1,5 = 26,46 \text{ m}^3$

A carga não excede as restrições, pelo que será primeira a carregar. Falta procurar-se o camião mais perto da carga dois. Por tanto, iremos à tabela verificar:

Tabela 15 Quilómetros da carga 2 a cada camião

Fonte: Elaboração própria.

Camião	Carga O2
1	6168,63
2	9732,30
3	5203,50
4	15868,43
5	7187,24
6	14380,00
7	14575,65
8	16038,21
9	6210,90
10	5579,73
11	15386,43
12	5523,09

Nesta situação é o camião número onze. Por tanto, fica o camião 11 com a carga O2 mais a carga O10.

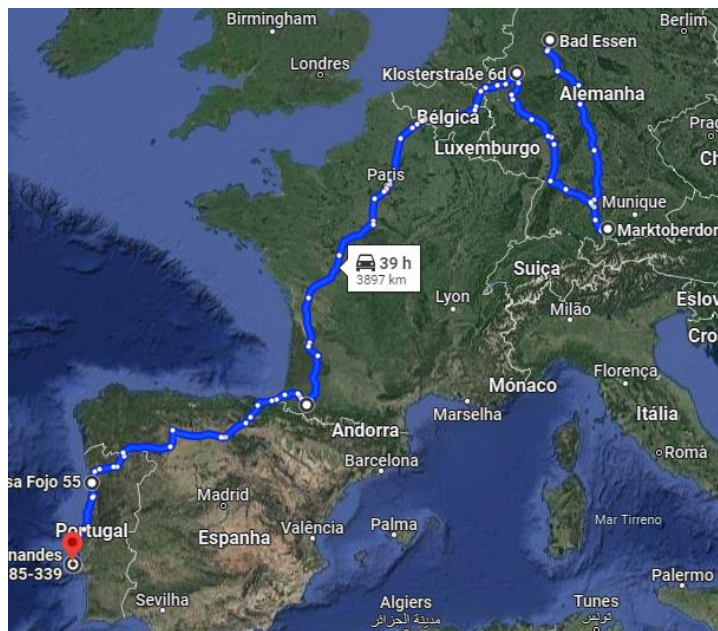


Figura 15 Rota do Camião 11

Fonte: GoogleMaps, 2023.

Podemos ver que demora 33 Horas no seu trajeto, essas horas podem ser divididas da seguinte forma: 9h+9h+9h+9h+3h. Com o tempo de repouso a sequência era a seguinte:

$(4h30min+45min+4h30min)+11h+(4h30min+45min+4h30min)+11h$ +
 $(4h30min+45min+4h30min)+11h+(4h30min+45min+4h30min)+11h+(3h)$ que tem um total de 87 horas. Com esta análise conseguimos ver que demora cerca de quatro dias desde o local que o camião ficou vazio na Alemanha até ao descarregamento da última carga em Portugal.

Fica a faltar a carga dezassete e a carga nove (O17+O9), que apresentam um *Saving* de 17 896,56 Km.

Perante esta opção tem de se averiguar peso e volume, para saber se excede as restrições:

O17 + O9

o Peso = 6475 + 14309 = 20 784 Kg

o Volume = 19 + 38,5 = 57,5 m³

Esta carga pode ser carregada pelo camião. Teremos de ver qual o camião que está mais perto.

Tabela 16 Quilómetros da carga 17 a cada camião

Fonte: Elaboração própria.

Camião	Carga O17
1	2210,75
2	14733,25
3	474,79
4	16835,62
5	2877,07
6	18299,45
7	13844,37
8	18779,92
9	2291,59
10	1948,69
11	18726,33
12	842,82

Depois de analisar vimos que o camião que se encontra mais perto é o camião três. Visto que o camião três já carregou, o próximo camião que está mais perto é o camião doze. Ou seja, o camião doze irá carregar a carga O17+O9. Para o concretizar, o camião doze irá fazer as seguintes rotas:

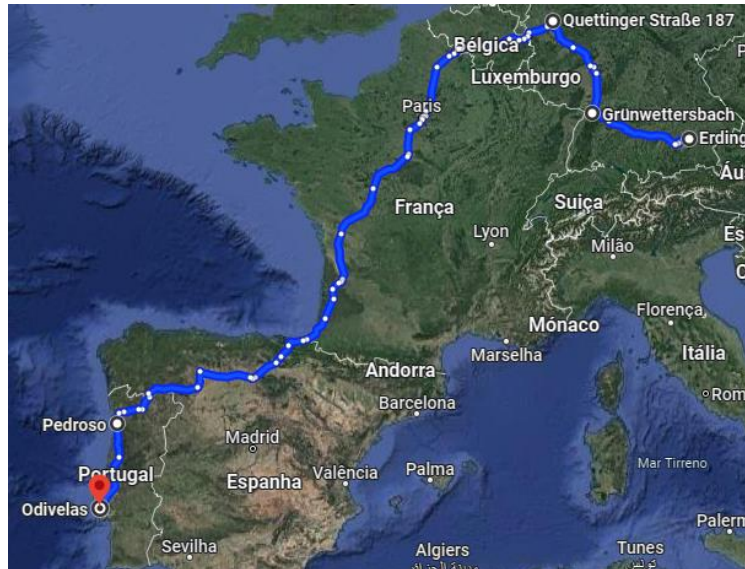


Figura 16 Rota do Camião 12

Fonte: GoogleMaps, 2023.

Podemos ver que demora 29 Horas no seu trajeto, essas horas podem ser divididas da seguinte forma: 10h+10h+9h. Com o tempo de repouso a sequência era a seguinte:

$(4h30min+45min+4h30min+30min+1h)+11h+(4h30min+45min+4h30min+30min+1h)+11h + (4h30min+45min+3h30min)$ que tem um total de 53 horas.

Com esta análise conseguimos ver que demora pouco mais de dois dias desde o local que o camião ficou vazio na Alemanha até ao descarregamento da última carga em Portugal.

Em síntese, tendo vinte cargas e doze camiões disponíveis para o seu carregamento/transporte, fez-se a seguinte distribuição, considerando-se o maior *Saving* possível nos quilómetros gastos:

- Camião 8 – O19 + O15 + O4 + O5 + O6 + O7 + O8
- Camião 1 - O18 + O11 + O12 + O13 + O14
- Camião 3 - O1 + O16 + O20 + O3
- Camião 11 – O2 + O10
- Camião 12 – O17 + O9

4.5. Apreciação global das atividades

Após concluirmos a aplicação do método heurístico das poupanças de Clark e Wright, é possível afirmar que se consegue poupar de forma bastante eficaz, já que este método nos permite perceber quais as junções de carga mais rentáveis, assim como quais os camiões que garantem o transporte perfazendo o menor número de quilómetros, ou seja, a maior poupança.

Assim, ao utilizar-se este método concluímos que se maximizam as poupanças. Senão vejamos: em vinte cargas prontas para expedição, apenas se utilizaram cinco camiões. Portanto, pode considerar-se que o método heurístico de Clark e Wright é o mais adequado para a investigação operacional, sem a qual é mais difícil cumprir os requisitos principais de qualquer empresa: maximizar os recursos, diminuindo os custos.

5. Conclusão

5.1. Principais conclusões do trabalho desenvolvido

A logística é um departamento muito importante e transversal a qualquer entidade que necessite de distribuir os seus produtos. Associado ao mesmo surge o setor dos transportes, que permite a deslocação desses produtos da forma mais rápida e eficaz possível. O transporte pode ser realizado por via terrestre, marítima ou aérea e exige um planeamento para que o produto chegue nas devidas condições ao consumidor final.

Com recurso aos transportes, realizam-se exportações e importações, sendo que estas contribuem para o PIB dos países envolvidos e, por isso, apresentam uma relação com o crescimento económico.

Durante o estágio na empresa Garland foram analisados os processos de transporte, a alocação das cargas aos camiões, e o planeamento das rotas. A análise das cargas permite retirar várias conclusões:

Primeiro, conclui-se que, em diversos momentos, os camiões necessitam de se deslocar vazios para otimizar as cargas; outras vezes, um determinado transporte pode ter prejuízo e ainda assim ser realizado, pois, indiretamente, pode vir a trazer lucros importantes para a empresa.

Em segundo, concluímos também que as cargas a serem primeiramente realizadas são as do K2, ou seja, as cargas já registadas na plataforma da empresa. Deve ainda ter-se em conta a prioridade dos agentes que trabalham com a empresa. Só após esta sequência, se recorre a uma Bolsa para conseguir preencher o camião e, assim, otimizar a viagem e maximizar o lucro da mesma. Em alguns momentos, tal não é possível, mas, ainda assim, deve existir essa tentativa. Algumas vezes também se programam e conseguem cargas através de contactos diretos com outras entidades, via telefone ou via email.

Em terceiro, após o carregamento de todos os camiões de uma empresa, verifica-se que a empresa continua a receber pedidos de transporte de carga. A solução é não fazer negócio ou então planear e conseguir arranjar camiões para as cargas que estão a pedir. Com base nisto, a empresa pode tentar encontrar camiões noutros países próximos, dado que o estudo apenas incide na Alemanha, por norma, os camiões mais próximos são os que se encontram na Bélgica. Deste modo, garante o transporte da carga e o lucro.

Em quarto, conclui-se igualmente que após o carregamento é necessário um acompanhamento próximo das descargas, pois em diversos momentos não se cumprem os prazos ou algo corre de forma diferente do esperado, o que pode comprometer o processo. Assim, o controlo deve ser apertado.

Em quinto, foi possível concluir que para descarregar os camiões carregados é necessário tirar o manifesto no TMS e enviar o mesmo para o armazém, para que, quando o camião esteja a ser descarregado, os funcionários de armazém possam confirmar detalhadamente se tudo o que foi negociado estava no camião.

A empresa usa ainda o EDI que é uma tecnologia com a função de facilitar a criação das encomendas para os fornecedores, permitindo uma troca constante de informações entre as entidades envolvidas.

Depois de o camião ser descarregado, é importante fazer o DROP, no TMS, para confirmar que o camião já descarregou. Assim, ao controlar os DROPS, feitos no TMS, consegue-se verificar quais as descargas que já foram realizadas, evitando contactar os colegas. Com o DROP, o valor da descarga pode ser automaticamente registado na contabilidade.

5.2. Perspetivas futuras

Futuramente, seria interessante desenvolver a aplicação de um sistema de custo, a *Activity Based Costing*, na mesma empresa de transportes. O sistema ABC tem um papel relevante no fornecimento de informação útil, sendo que permite apurar os custos de cada tipo de transporte. Este método parte da premissa de que é necessário que sejam desenvolvidas diferentes atividades, as quais necessitam de recursos, que implicam, por sua vez, determinados custos. Sintetizando, este sistema verifica a existência de uma relação entre atividades, recursos e custos, de modo a otimizar os últimos tendo em conta os dois aspetos anteriores.

A competitividade entre as empresas tem vindo a aumentar ao longo do tempo e o recurso ao método ABC é uma ferramenta importante para enfrentar a concorrência existente no mercado. A globalização conduziu as empresas a enfrentarem ambientes dinâmicos, nos quais é necessário ter respostas imediatas para diversas situações, nomeadamente as que se referem à concorrência. O método ABC surge também como resposta a estes problemas e pode ser uma análise futura para a empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- António, N., & Bessa, L. (2013). *Outsourcing de atividades logísticas e reestruturação de um armazém: Caso Parfois Gestão e Administração*. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10400.26/6605>
- Associação Europeia de Logística. (2023, January). *Empowering Logistics*. <https://doi.org/https://www.elalog.eu/Introduction>
- Banco de Portugal. (2021). *Quadros do Setor*. <https://www.bportugal.pt/QS/qswb/Dashboards>
- Capitão, C. (2020). *Otimização da Logística de Transportes numa Indústria Alimentar* [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Carvalho, J. C. (2020). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*.
- Castro; Javier Gutiérrez, & Pizzolato; Nélio Domingues. (2005). *A Programação de Lotes Econômicos de Produção (ELSP) Com Tempo e Custo de Setup Dependentes da Sequência: um Estudo de Caso*. <https://doi.org/10.3895/S1808-04482005000300007>
- CEGOC. (2023). *Setor dos Transportes e Logística*. <https://doi.org/https://www.cegoc.pt/case-studies/setor-dos-transportes-e-logistica>
- De Camargo Junior, J. B., & Pires, S. R. I. (2017). Systematization of logistics outsourcing implementation through Project Management practices. *Gestao e Producao*, 24(2), 310–323. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1287-15>
- Domingos, F., & Sardinha, J. (2017). *A Gestão de Transportes na Cadeia de Logística*. Garland. (2023, October 11). <https://www.garland.pt/pt/>
- Instituto Nacional de Estatística. (2019). *Estatística dos transportes e comunicações*.
- João Paulo Costa, J. M. D. P. G. (2010). *Logística*. [https://doi.org/https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=w_yr53GC2JMC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Costa,+J.+P,+Dias,+J.+M.+%26+Godinho,+P.+\(2010\).+Log%C3%ADstica.+Imprensa+da+Universidade+de+Coimbra&ots=gJuY5dZEGb&sig=EdPIBh6WuE3zLGfOFwRh4LUZiLU&redir_esc=y#v=onepage&q=Costa%2C%20J.%20P%2C%20Dias%2C%20J.%20M.%20](https://doi.org/https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=w_yr53GC2JMC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Costa,+J.+P,+Dias,+J.+M.+%26+Godinho,+P.+(2010).+Log%C3%ADstica.+Imprensa+da+Universidade+de+Coimbra&ots=gJuY5dZEGb&sig=EdPIBh6WuE3zLGfOFwRh4LUZiLU&redir_esc=y#v=onepage&q=Costa%2C%20J.%20P%2C%20Dias%2C%20J.%20M.%20)

%26%20Godinho%2C%20P.%20(2010).%20Log%C3%ADstica.%20Imprensa%20da%20Universidade%20de%20Coimbra&f=false

Kanda, J. Y. (2012). *Modelagens Exata e Heurística para Resolução do Problema do Caixeiro Viajante com Coleta de Prêmios* [UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO]. <http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Orientacoes/PCVCP-Exato-VNS.pdf>

Landmann, R. (2005). *Um modelo heurístico para a programação da produção em fundições com utilização da lógica fuzzy*. <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102110>

Lobo, S. H. da P. R. (2020). *Otimização de rotas de distribuição numa empresa de produtos de grande consumo*. <http://hdl.handle.net/10451/47930>

Monlevade João. (2017). *Heurística Matemática Aplicada ao Problema da Coloração de Grafos*. http://professor.ufop.br/sites/default/files/george/files/relatorio_ic_vieira_2017.pdf

Oliveira, C., Álvaro, C., Joaquim, C., Sarmiento, M., Faria, V., João, S., & Januário, F. (2021). *Analysis of efficiency and regional impact Transport systems in Portugal*. <https://doi.org/https://www.ffms.pt/pt-pt/estudos/sistemas-de-transportes-em-portugal>

Pereira Gouveia Daniel. (2012). *O Processo de Outsourcing no Setor Público e Privado: Um Estudo de Caso*.

Pinto, B. M. (2016). *Análise da performance das promoções na indústria dos produtos de consumo*. FEUP - Dissertação.

Pirannejad, A., Salami, H., & Mollae, A. (2010). Outsourcing priorities of government functions: Analytic network process approach. *African Journal of Business Management*, 4(9), 1723–1735. <http://www.academicjournals.org/AJBM>

Ramos, F. F. R. (2001). Exports, imports, and economic growth in Portugal: evidence from causality and cointegration analysis. In *Economic Modelling* (Vol. 18).

Ribeiro, A. M. L. (2020). *Gestão de transportes : otimização de transportes numa rede europeia*. <http://hdl.handle.net/11067/5976>

- Rushton, Alan., Croucher, P., & Baker, P. (2014). *The handbook of logistics and distribution management : understanding the supply chain* (5th ed.). Kogan page. https://doi.org/https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=-jlUEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=The+handbook+of+logistics+and+distribution+management+:+understanding+the+supply+chain&ots=wZt8plYIJG&sig=U7DOOE2soIp6x3ByLIUxIAL4e60&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20handbook%20of%20logistics%20and%20distribution%20management%203A%20understanding%20the%20supply%20chain&f=false
- Sofia, A., & Ribeiro, T. (2021). *Análise e Mapeamento dos Processos Operacionais de um Transitário*.
- Syazwan Ab Talib, M., Bakar Abdul Hamid, A., Hafiz Zulfakar, M., & Jeeva, A. S. (2014). Halal logistics PEST Analysis: The Malaysia perspectives. *Asian Social Science*, 10(14), 119–131. <https://doi.org/10.5539/ass.v10n14p119>
- Szymonik, A. (2014). *Globalization and international logistics Perfect Product in Perfect Industry- "Design for eXcellence" in Industry 4.0 View project Logistically Efficiency of Product as a element Design for Logistics and Total Logistics Management View project Globalization and international logistics 2*. <https://www.researchgate.net/publication/296706132>
- Toth, Paolo., & Vigo, Daniele. (2002). *The vehicle routing problem*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Turan, G., & Karamanaj, B. (2014). An Empirical Study on Import, Export and Economic Growth in Albania. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. <https://doi.org/10.5901/ajis.2014.v3n3p428>
- Vilarigues, A. M. (2015). *Análise e Gestão de Risco de Actividades em Outsourcing - Estudo de Caso* [Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10400.21/5377>
- Zelalem Asmare, T. (2021). *The link between Economic Growth, Exports and Imports in Ethiopia: A Vector Auto Regressive Analysis*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-882677/v1>