



Análise de Cenários de Rotas na Pequena Distribuição: Uma Análise Teórica

Rafael Borges Silva

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Viana do Castelo para
obtenção do Grau de Mestre em Logística

Orientado pelo Professor Doutor Bruno Machado

Viana do Castelo, março, 2026

Análise de Cenários de Rotas na Pequena Distribuição: Uma Análise Teórica



LACTOGAL

Trabalhamos para o bem alimentar.

Rafael Borges Silva

Orientador Interno: Bruno Machado

Orientador Externo: Patrícia Nogueira

Viana do Castelo, março, 2026

Resumo

Num contexto mundial de crescente pressão para a redução de custos e aumento da eficiência operacional, torna-se fundamental analisar os processos logísticos existentes e identificar oportunidades de melhoria.

O presente projeto surge da necessidade da empresa em melhorar a sua gestão de transportes e da intenção de avaliar o potencial de otimização das rotas de distribuição de produto acabado aos seus clientes. Neste âmbito, este trabalho teve como principal objetivo analisar e otimizar o processo de roteamento através da criação e avaliação de três cenários distintos: distribuição por períodos do dia, segmentação, por zonas geográficas e otimização do horário de carga. Para isso, recorreu-se ao simulador TourSolver que permitiu a extração de dados relativos a Clientes e Transportes, proceder à sua adaptação de acordo com os cenários definidos e realizar novas simulações. A avaliação de soluções considerou indicadores de distância percorrida, número e tipologia de viaturas utilizadas, número de clientes não planeados e o seu custo associado, calculados com base em parâmetros reais, nomeadamente a média de preços praticados em novembro de 2024.

Os resultados obtidos evidenciam o potencial de melhoria do sistema de distribuição, sobretudo através da reorganização das rotas e da redefinição de critérios de planeamento. Entre as principais conclusões, destaca-se a relevância da segmentação por zonas como área de aprofundamento futuro, apresentando uma redução do custo total de -0,84%, em Modivas, e de -2,63%, em Frielas. Os resultados apontam para a possibilidade de isolamento de áreas metropolitanas, como Porto e Lisboa, e a análise específica de clientes com maior complexidade de entrega. Adicionalmente, foram identificadas oportunidades de revisão do plano de distribuição e dos dias de entrega.

Em suma, a continuidade do estudo e a implementação das melhorias propostas poderão contribuir para uma otimização mais eficaz das rotas, sendo o acompanhamento contínuo das operações um fator determinante para a redução sustentada dos custos de transporte e melhoria do desempenho logístico.

Palavras-Chave: Cross-Docking, Distribuição, Last Mile, Simuladores de Rotas e Transporte.

Abstract

In a context of increasing pressure to reduce costs and enhance operational efficiency, it becomes essential to analyze existing logistics processes and identify opportunities for improvement.

Within this scope, the main objective of this work was to analyze and optimize the routing process through the creation and evaluation of three distinct scenarios: distribution by periods of the day (morning/afternoon), segmentation by geographic zones, and optimization of loading schedules. To achieve this, the TourSolver simulator was used, allowing the extraction of data related to Customers and Transport, its adaptation according to the defined scenarios, and the execution of new simulations. The evaluation of solutions considered indicators such as distance traveled, number and types of vehicles used, number of unplanned customers and their associated cost, calculated based on real parameters, namely the average prices practiced in November 2024. Methodologically, an Action Research approach was adopted, complemented by simulation techniques, enabling the testing of solutions in a controlled environment prior to their eventual implementation.

The results obtained highlight the potential for improving the distribution system, particularly through the reorganization of routes and the redefinition of planning criteria. Among the main conclusions, the relevance of segmentation by zones stands out as an area for further exploration, showing a reduction in total cost of -0.84% in Modivas and -2.63% in Frielas. The results point to the possibility of isolating metropolitan areas such as Porto and Lisbon, as well as conducting a specific analysis of customers with greater delivery complexity. Additionally, opportunities were identified to review the distribution plan and delivery days.

Keywords: Cross-Docking, Distribution, Last Mile, Route and Transport Simulators.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que de maneira direta ou indireta colaboraram para a realização deste trabalho, os amigos que nos piores momentos me ajudaram a concentrar no objetivo final, aos professores que fizeram parte deste percurso acadêmico, à Lactogal em especial à minha orientadora Patrícia Nogueira e a todo o departamento onde eu estive inserido durante a realização do estágio e um agradecimento muito especial à minha família.

Índice

Resumo	iii
Abstract	iv
Agradecimentos	v
Índice	vi
Lista de tabelks	x
Lista de Tabelas	xi
Lista de Equações	xii
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2. Objetivos de Investigação	3
1.3. Metodologia de Investigação	4
1.4. Resultados Obtidos	7
1.5. Estrutura do Relatório	8
2. Revisão Bibliográfica.....	9
2.1. O Conceito de Transporte na Gestão Logística.....	9
2.2. Gestão de Transportes.....	10
2.3. Cross-Docking.....	12
2.4. Last Mile	14
2.5. Simuladores	18

3. Apresentação da Empresa	25
3.1. Caracterização do Setor Agroalimentar de Laticínios.....	25
3.2. Marcas	29
3.3 Responsabilidade Social.....	30
3.4. Responsabilidade Ambiental.....	31
3.4.1. Consumo de Recursos Naturais	31
3.4.2. Emissões para Água e Solo	32
3.5. Fábricas	33
3.6. Pequena Distribuição (Lactogal).....	33
3.7. Processo atual de identificação de rotas de transporte de mercadoria para os clientes ..	34
4. Análise Crítica da Situação Atual.....	36
4.1. Apresentação do problema	36
4.2. Sap (Software de Gestão)	43
4.2.1. Systemanalyse Programmentwicklung (SAP).....	43
4.2.2. SAP na Lactogal.....	43
4.2.3. Ligação SAP-TourSolver	45
4.3. TourSolver.....	46
4.3.1. Funcionalidades do TourSolver.....	46
4.3.2. Visão Inicial (Tela) do simulador	47
4.3.3. Solução Obtida.....	48
4.3.4. Criação de uma Nova Simulação.....	53
4.3.5. Extração de Resultados e Dados Simulados.....	54
4.4. Resumo da Análise do Cenário Atual.....	55
5. Elaboração de Propostas de Melhoria	56

5.1. Simulações Originais	58
5.1.1. Original Modivas	59
5.1.2. Original Frielas.....	61
5.2. Cenário Manhã Tarde	63
5.2.1. Pré processamento de dados da simulação.....	63
5.2.2. Apresentação de Resultados.....	65
5.3. Cenário por Zonas	71
5.3.1. Pré processamento de dados da simulação.....	71
5.3.2. Apresentação de Resultados.....	73
5.4. Cenário por Otimização do Horário de Carga.....	78
5.4.1. Pré processamento de dados da simulação.....	78
5.4.2. Apresentação de Resultados.....	79
5.5. Custos Totais de cada Cenário	81
5.5.1. Custos associados ao Cenário Manhã Tarde	83
5.5.2. Custos associados ao Cenário Zonas.....	84
5.5.3. Custos associados ao Cenário OHC.....	85
6. Análise dos Resultados.....	86
6.1. Análise de resultados do cenário Manhã e Tarde.....	86
6.1.1. Tabela Resumo	86
6.2. Análise de resultados do cenário por Zonas.....	89
6.2.1. Tabela Resumo	89
6.3. Análise de resultados do cenário de Otimização de Horário de Carga.....	92
6.3.1 Tabela Resumo	92
7. Conclusões e Trabalho Futuro.....	94
Anexos.....	100

Anexo I- Rede Rodoviária de Portugal (2025).....	100
Anexo II- Tela de Visualização de Rotas do TourSolver.....	101

Lista de Figuras

Figura 1 - Cross-Docking.....	14
Figura 2 - Etapas da Logística.....	16
Figura 3 - Rede Rodoviária Portugal (janeiro 2025)	18
Figura 4 - Gráfico Recolha de Leite (2024)	26
Figura 5 - Gráfico Recolha de Leite (2023)	27
Figura 6 - Gráfico 2023 vs 2024	28
Figura 7 - Marcas	29
Figura 8 - Associações Ajudadas (Localidade).....	30
Figura 9 - Unidade Fabril de Modivas.....	33
Figura 10 - Processo Simulação.....	35
Figura 11 - Variáveis consideradas numa simulação de rotas de cliente.....	40
Figura 12 - Variáveis consideradas numa simulação (Viaturas).....	41
Figura 13 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Construção)	42
Figura 14 - Visualização de Rotas entre Centros de Distribuição e clientes (TourSolver).....	48
Figura 15 - Lista de Rotas.....	49
Figura 16 - Ilustração de Rotas	50
Figura 17 - Tooltip de informação e previsões sobre um determinado cliente	51
Figura 18 - Tabela de Resultados da Solução Obtida (Output)	52
Figura 19 - Criação de uma nova simulação	53
Figura 20 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Planeamento da Ação).....	57
Figura 21 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Colocação em Prática)	57
Figura 22 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Avaliar a Ação).....	96

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Estatísticas 2023 vs 2024.....	28
Tabela 2 - Local das associações ajudadas	30
Tabela 3 - Unidades Fabris, Centros de Distribuição e Fluxos.....	38
Tabela 4 - Descrição Colunas TourSolver	47
Tabela 5 - Explicação das instâncias	55
Tabela 6 - Resultados Originais do entreposto Modivas	59
Tabela 7 - Resultados Originais do entreposto Frielas.....	61
Tabela 8 - Divisão das Janelas Horárias dos Clientes.....	63
Tabela 9 - Exemplo de alteração do horário das viaturas.....	64
Tabela 10 - Resultados Manhã Tarde Modivas	66
Tabela 11 - Resultados Manhã Tarde Frielas.....	69
Tabela 12 - Escalonamento de clientes (Modivas) pelas duas zonas.....	71
Tabela 13 - Escalonamento de clientes (Frielas) pelo respetivo distrito.....	72
Tabela 14 - Resultado Zonas Modivas	74
Tabela 15 - Resultado Zonas Frielas.....	76
Tabela 16 - Código para Otimização e não Otimização	78
Tabela 17 - Resultados do cenário OHC para o CD Modivas.....	79
Tabela 18 - Custo por Km Modivas	81
Tabela 19 - Custo por Km Frielas.....	82
Tabela 20 - Custo da viatura por tipologia.....	82
Tabela 21 - Preço da viatura por tipologia Frielas	82
Tabela 22 - Resumo dos Resultados Manhã Tarde Modivas (Por dia da semana).....	86
Tabela 23 - Resumo dos Resultados Manhã Tarde Modivas (Por Tipologia)	87
Tabela 24 - Resumo dos Resultados Manhã Tarde Frielas (Por dia da semana)	Error!

Bookmark not defined.

Tabela 25 - Resumo dos Resultados Manhã Tarde Frielas (Por tipologia) Error! Bookmark not defined.	
Tabela 26 - Resumo dos Resultados Zonas (Por dia de semana)	89
Tabela 27 - Resumo dos Resultados Zonas Modivas (Por Tipologia).....	90
Tabela 28 - Resumo dos Resultados Zonas Frielas (Por dia da semana)	91
Tabela 29 - Resumo dos Resultados Zonas Frielas (Por Tipologia)	91
Tabela 30 - Resumo dos Resultados Zonas (Por dia de semana).....	92
Tabela 31 - Resumo dos Resultados Zonas Modivas (Por Tipologia).....	93

Lista de Equações

Equação 1 - Equação do Custo Total.....**Error! Bookmark not defined.**

Lista de Abreviaturas e Símbolos

API – Application Programming Interface

AR – Action Research

CA – Cadeia de Abastecimento

CD – Centro de Distribuição

CNR – Comité Nacional Routier

CRM – Customer Relationship Management

CEE – Rácio de Consumo Específico de Energia

CEA – Consumo Específico de Água

CEGN – Consumo Específico de Gás Natural

CO₂ – Dióxido de Carbono

CRMCSMP – Conselho de Profissionais de Gestão de Cadeia de Abastecimento

DSI – Departamento de Sistemas de Informação

EDI – Electronic Data Interchange

ERP – Enterprise Resource Planning

ESCE – Escola Superior de Ciências Empresariais

ETA – Estimated Time of Arrival

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GPS – Global Positioning System

GIS – Sistemas de Informação Geográfica

IPVC – Instituto Politécnico de Viana do Castelo

IA – Inteligência Artificial

ID – Identificação

INE – Instituto Nacional de Estatística

IOS – iPhone Operating System

Kms – Quilómetros

KPI'S – Key Performance Indicators

M3 – Metros Cúbicos

MTD's – Melhores Tecnologias Disponíveis

Nm3GN/Lts – Metros Cúbicos Normais de Gás Natural por Litros

OAZ – Oliveira de Azeméis

OHC – Otimização do horário de carga

PNI2030 – Plano Nacional de Investimentos 2030

QR Code – Quick Response Code

REA – Portal do Estado do Ambiente

SaaS – Software as a Service

SAP – Systemanalyse Programmentwicklung

SMS – Short Message Service

SSO – Single Sign-On

TI – Tecnologia da Informação

TSP – Problema do Caixeiro Viajante

TV – Tipologia

1. Introdução

Neste capítulo são enunciados o Enquadramento englobando a Apresentação dos Temas Estudados, a Motivação de Investigação e Apresentação do Problema a Resolver, os Objetivos de Investigação, a Metodologia de Investigação, os Resultados Obtidos e a Estrutura do Relatório.

1.1 Enquadramento

Este projeto de estágio está englobado no Mestrado APNOR em Logística da Escola Superior de Ciências Empresariais (ESCE), do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), realizado na empresa Lactogal S.A, tendo como tema principal a Gestão de Transportes e problemas de roteamento de distribuição. O objetivo é identificar se as rotas atuais podem ser otimizadas, para isso foram criados três cenários para verificar se em algum dos cenários é possível a redução do custo associado ao transporte e se é possível realizar alterações na distribuição da empresa.

A Lactogal S.A. abastece os seus clientes com produtos pertencentes a três categorias: produtos ambiente (produtos que se conservam à temperatura ambiente), produtos frios (produtos que para a sua conservação necessitam de temperaturas entre 0 e 8 graus) e produtos congelados (produtos que necessitam de temperaturas negativas para a sua conservação).

A Gestão de Transportes está presente no quotidiano empresarial com vários domínios de decisão, sendo a definição de rotas de distribuição uma delas. Para a definição de rotas, algumas empresas recorrem a softwares de simulação. O simulador Maps é um dos simuladores genéricos mais utilizado em empresas com problemas de pequena dimensão. Quando o número de clientes é elevado as empresas adotam simuladores mais complexos que consigam responder à complexidade do problema a que se propõem resolver.

Assim, existe a necessidade de reduzir custos associados aos mesmos. Como não há um modelo fixo que optimize os custos com os transportes, as empresas necessitam de um estudo contínuo para que os custos sejam cada vez mais competitivos.

O projeto foi criado devido à inexistência de uma justificação para a forma como as rotas eram estipuladas. Estas rotas são os percursos que cada viatura realiza para a entrega da mercadoria aos clientes que lhe estão atribuídos.

Neste projeto, são apresentados três cenários distintos para realizar o estudo de rotas necessárias: Manhã Tarde, Zonas e Otimização do Horário de Carga. Estes cenários foram criados para dois centros de distribuição (CD): Modivas (Vila do Conde) e Frielas (Município de Loures, Lisboa), pois são os centros com uma maior afluência de viaturas e clientes. Estes três cenários foram estabelecidos através de uma análise diária dos colaboradores através da visualização das rotas estabelecidas no processo real. Com as atividades diárias os colaboradores foram verificando casos que agregam custos aos transportes causando alguns problemas na distribuição. Com essas análises diárias foram propostos os três cenários referidos.

No cenário Manhã Tarde será realizada uma divisão dos clientes, consoante as janelas horárias em que os clientes podem receber as mercadorias, em clientes Manhã e clientes Tarde.

No cenário Zonas, os clientes são divididos consoante a sua localização, criando zonas dentro do raio de abastecimento do centro de distribuição. As divisões das zonas foram elaboradas visando a redução de custos e a análise de rotas de abastecimento a clientes anteriormente utilizadas, no respetivo centro de distribuição.

Por fim, no cenário Otimização do Horário de Carga (OHC), a alteração é realizada nas características/informações das viaturas. Uma das características que é possível alterar é o horário de carga da viatura, isto é, configurar o horário de carga da viatura para ser dependente ou não da janela horária que o primeiro cliente da rota pode receber a mercadoria. Se nas características da viatura o horário de carga não for otimizado, o horário de carga é fixo, a viatura é carregada a um horário predefinido.

Os centros de distribuição, para a Lactogal S.A., são encarregues da receção de mercadorias das unidades fabris, separação/preparação da mercadoria e expedição para o cliente, atuando como o ponto intermédio entre as unidades fabris e os clientes (Cross-Docking).

Os cenários foram avaliados através dos seguintes KPI's: número de Kms percorridos, o número de viaturas utilizadas, o número de clientes não planeados (Clientes que, segundo a solução apresentada para a rota, não são entregues) e por fim, foi calculado o custo inerente à realização de todas as rotas traçadas.

Este custo foi calculado através do número de Kms percorridos, o número de viaturas utilizadas, uma média dos custos das viaturas consoante o centro de distribuição e a tipologia (Capacidade) da viatura e a média dos custos por km percorrido para Modivas e Frielas, em novembro de 2024, por Km e o custo por viatura, nestes custos estão englobados custos de manutenção, seguros, uma taxa variável consoante o preço dos combustíveis, entre outros custos associados ao transporte de mercadorias. Estes custos por Km e por viatura variam de acordo com o centro de distribuição (Modivas ou Frielas) e com a capacidade da viatura (que é definida pela quantidade de paletes que pode transportar: 04, 06, 14 ou 18 paletes), estes KPI's são obtidos através da avaliação da solução obtida para a rota.

Com este projeto a empresa procura obter uma redução nos custos associados ao departamento Transportes/Distribuição, um alinhamento dos melhores pontos de carga/armazém e uma análise de formas alternativas de resposta a clientes específicos (Hospitais, Creches, Aeroportos, por exemplo). Com isto, este projeto surge para responder à seguinte pergunta: “Será possível otimizar a definição de rotas? Se sim, qual o caminho a seguir?”.

1.2. Objetivos de Investigação

Dado o problema apresentado acima de roteamento da distribuição de produto acabado aos seus clientes, os seguintes objetivos de investigação foram definidos para o presente estudo:

- Analisar cenários com o objetivo de permitir otimizar rotas de distribuição a clientes, reestruturar alguns inputs (locais de carga e dimensionamento) e outputs (tipos de veículos, tipologias e até forma de abastecimento);
- Analisar o simulador de rotas e propor alterações dentro do sistema do simulador e tentar maximizar os resultados e minimizar os custos;
- Definir soluções no mercado no âmbito dos simuladores/roteadores de rotas.

1.3. Metodologia de Investigação

Este estudo tem como metodologia base a Investigação-Ação.

A Investigação-Ação é um termo genérico no qual as suas formas de investigação estão voltadas para a Ação. Reconhece a diversidade na teoria e na prática entre investigadores, proporcionando uma vasta gama de opções para potenciais investigadores relativamente à abordagem que pode ser apropriada para as suas investigações.

A investigação-ação (AR) é um campo estabelecido e ativo na atividade académica e prática, encontrando-se num constante desenvolvimento. A Enciclopédia Sage de Investigação-Ação Coghlan e Brydon-Miller (2014) inclui mais de 300 contribuições, cada uma abordando aplicações contemporâneas e históricas da AR. Junta-se (e é complementada por) revistas académicas, manuais, Reason e Bradbury, (2001), (2008); Bradbury, (2015)

A AR passou a ser considerada como uma família de práticas expressas através de modalidades que enfatizam diferentes pressupostos, contextos e pontos de partida Coghlan, (2010). Os resultados obtidos através da AR são tanto conhecimento baseado na Ação como na investigação, resultados que contrastam com a ciência positivista tradicional, que visa apenas a criação de conhecimento. A AR pode ser aplicada a questões não estruturadas ou integrativas.

Kurt Lewin é, para muitos, um dos fundadores da Investigação-Ação. Kurt Lewin dizia que não era suficiente tentar explicar as coisas, também era necessário tentar modificá-las. Com esta perceção foi possível alavancar o desenvolvimento da AR, entendendo que os sistemas humanos só poderiam ser compreendidos e/ou alterados se os membros fossem englobados no processo de investigação.

A maioria das investigações qualitativas têm como base o passado, por sua vez, a investigação-ação baseia-se no passado e ocorre no presente visando moldar o futuro.

A investigação-Ação tem muitas raízes, algumas das quais estão na tradição da renovação organizacional que se desenvolveu na economia industrial ocidental nos últimos 50 anos, Pasmore (2001) e Bradbury et al. (2008). Outras raízes estão fora deste contexto e fundamentam-se em movimentos emancipatórios, Greenwood e Levin (2007)

A investigação-Ação é vista agora como uma família de abordagens, em vez de um conceito único e unitário onde existe apenas uma forma de a conduzir.

Shani e Pasmore (1985) apresentam uma teoria completa do processo de Investigação-Ação em termos de quatro fatores.

1. **Contexto** (Estes fatores definem o contexto do projeto de investigação-ação. Os objetivos individuais podem diferir e impactar a direção do projeto, enquanto os objetivos partilhados potenciam a colaboração.)
2. **Qualidade dos relacionamentos** (A qualidade do relacionamento entre os membros do sistema e os investigadores é fundamental.)
3. **Qualidade do processo de investigação-ação** (A qualidade do processo baseia-se no foco tanto no processo de investigação como no processo de implementação.)
4. **Resultados** (Os resultados duplos da investigação-ação são algum nível de sustentabilidade (humana, social, económica, ecológica) e o desenvolvimento da autoajuda e competências a partir da ação e a criação de teoria acionável através da ação e da investigação.)

A etapa preliminar constitui a base para a investigação subsequente. O ciclo de Investigação-Ação desenrola-se em tempo real e inicia-se com a compreensão do contexto.

A etapa preliminar é caracterizada por duas questões:

- Qual a justificação para a ação principal?
- Qual a justificação para a pesquisa?

Segundo Karlsson (2016), esta metodologia é constituída por quatro fases:

- **Construção** (Nomear questões, ainda que provisoriamente, como um tema de trabalho);
- **Planeamento da ação** (Estabelecer e planear o que fazer ao longo da investigação)
- **Colocação em prática** (A empresa executa ou implementa a ação principal planeada. Esta ação envolve fazer as mudanças desejadas, dando seguimento aos planos em colaboração com os principais membros relevantes da organização)
- **Avaliando a ação** (Esta avaliação é a chave para a aprendizagem. Sem avaliação, as ações podem continuar indefinidamente, independentemente do sucesso ou insucesso; os erros podem proliferar e a ineficácia e a frustração aumentam)

A investigação-ação é uma pesquisa junto da organização, e não sobre ou para a organização. Assim, a implementação do projeto de investigação-ação desenvolvido, requer a construção de relações colaborativas para participar em ciclos de planeamento, ação e avaliação, tanto para o projeto principal como para o projeto de investigação da tese.

Segundo Karlsson (2016), a Investigação-Ação é uma forma de ciência que difere da física experimental, mas é genuinamente científica na sua ênfase na observação cuidadosa e no estudo do comportamento em sistemas humanos envolvidos em mudanças. A qualidade da Investigação-Ação caracteriza-se por uma investigação rigorosa, relevante e reflexiva. Alcançar esta qualidade exige uma atenção holística à execução dos ciclos de ação e reflexão, à qualidade da participação no projeto de ação central, à desenvolvimento de teoria emergente a partir da ação no projeto de tese e à cogeração de conhecimento aplicável.

Esta metodologia foi selecionada devido à existência de uma correlação de cada uma das quatro fases da Investigação-Ação elencadas acima com as fases deste projeto. Inicialmente, foram demonstrados os processos diários tangenciais ao tema do projeto, esclarecendo possíveis dúvidas, entendendo o problema (Construção), posteriormente foram elencados os cenários a realizar, o que é necessário realizar para cada cenário e o planeamento de cada processo inerente aos cenários (Planeamento da Ação), com a definição de processos a fazer e o seu respetivo planeamento foi iniciada a execução das mudanças pretendidas (Colocação em Prática) e, por fim, com as soluções obtidas na fase anterior (Colocação em Prática) foi realizada uma avaliação constatando se existe uma redução dos custos em algum dos cenários criados (Avaliando a Ação).

1.4. Resultados Obtidos

Neste subcapítulo são elencados os resultados obtidos ao longo deste projeto.

Os resultados obtidos são divididos em resultados através dos cenários e resultados/alterações no simulador TourSolver.

Ao longo deste projeto foram comunicadas algumas falhas no funcionamento do mesmo. Algumas funcionalidades não interferiam no processo de simulação. Quando essas anomalias eram identificadas eram imediatamente comunicadas aos colaboradores para falar com o departamento informático para corrigir o erro.

No que toca aos cenários, o cenário onde os clientes são abastecidos consoante o período do dia pode ser descartado pois os valores dos KPI's considerados são mais elevados do que os valores das soluções originais.

Já nos cenários Zonas e OHC não devem ser descartados, devem ter uma continuidade no estudo, mas com alguns ajustes. No cenário Zonas, um reajuste na definição das zonas e uma alteração do plano de distribuição. Já no cenário OHC uma alteração do plano de distribuição. Esta alteração do plano de distribuição é baseada nos elevados valores apresentados nas terças-feiras e quintas-feiras.

No cenário de divisão dos clientes a serem abastecidos a partir de Modivas por Zonas, foram obtidas reduções no número de Kms percorridos (-4,64%) e no custo total (-0.84%) e um aumento no número de viaturas utilizadas (+0.59%) e no número de clientes não abastecidos (+129.03%).

Já no cenário de divisão dos clientes a serem abastecidos a partir de Frielas por Zonas, houve um aumento nos clientes não abastecidos (+16,67%) e uma redução no número de Kms percorridos (-0.12%), no número de viaturas utilizadas (-2.85%) e no custo total (-2.63%).

No cenário onde o horário de carga das viaturas é otimizado, houve um aumento no número de clientes não abastecidos (+93,55%) e uma redução no número de Kms percorridos (-3,11%), no número de viaturas utilizadas (-1.57%) e no custo total (-2,13%).

1.5. Estrutura do Relatório

O presente relatório é composto por 7 capítulos. O primeiro capítulo é constituído pelo enquadramento, os objetivos, a metodologia, resultados obtidos e a estrutura do relatório.

No segundo capítulo são abordados temas teóricos subjacentes à realização do relatório.

No terceiro, é apresentada a empresa na qual foi realizado o estágio.

No quarto capítulo é elaborada uma análise crítica da situação atual da empresa, isto é, foi explicado o funcionamento diário do departamento onde estive inserido.

O quinto capítulo é onde está apresentado tudo o que foi realizado ao longo do estágio e os seus respetivos resultados.

No sexto capítulo, são apresentados os resultados de cada cenário de forma mais resumida e as respetivas conclusões.

No sétimo capítulo é apresentada a devida conclusão de todo o trabalho realizado e trabalho futuro.

2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo vão ser abordados e explicados alguns dos temas teóricos que estão inerentes a este projeto, tais como transportes e a sua gestão, Cross-Docking e Last Mile.

2.1. O Conceito de Transporte na Gestão Logística

A Logística envolve diversos conceitos que se associam diretamente; um desses é o transporte. Este é responsável pela seleção de qual o melhor modal para transportar uma determinada mercadoria com máxima segurança, visando o menor custo e tempo. Esta seleção pode ser voltada para o transporte aquático marítimo, aquático fluvial, aéreo, terrestre ferroviário, terrestres rodoviários e terrestres pipelines (tubos de gases e líquidos).

No contexto logístico, o transporte refere-se ao planeamento, organização e execução de movimentação de mercadorias ou pessoas de um lugar para outro. Trata-se por isso de uma das principais atividades da cadeia de abastecimento, pois envolve a movimentação física dos produtos, seja de matérias-primas para a produção ou de produtos acabados para os clientes, Christopher (2016)

Para haver uma maior eficiência nesta operação, podendo até ser um diferencial competitivo, a maioria das empresas estão constantemente a investir em tecnologia, com o objetivo de melhorar o planeamento, controlo das operações e, quando bem elaborado, pode contribuir para a construção de uma imagem positiva perante os seus clientes, fornecedores e possíveis fornecedores e clientes.

O transporte assume, assim, um papel fundamental na satisfação dos clientes, visto que fornece a criação das utilidades de tempo e de lugar. De facto, o movimento entre dois pontos cria a utilidade de lugar, enquanto a rapidez, tal como a consistência da própria movimentação, cria a utilidade de tempo, Lambert (1997)

Nesse sentido, destacam-se duas funções principais apresentadas pelo transporte: a movimentação e a reposição dos stocks, Closs (2007). A movimentação corresponde a uma transferência de produtos de uma determinada origem para um determinado destino. A reposição do stock, ainda que seja uma função incomum no transporte, ocorre de um modo temporário, visto que pode ser menos custoso manter produtos, que serão movimentados num curto espaço de tempo, carregados no meio de transporte do que descarregar e recarregar os veículos, Stock (1992).

Importa ainda referir que as operações de transporte são orientadas por princípios como as economias de escala e de distância. A economia de escala verifica-se quando os custos fixos do transporte são diluídos pelo aumento do volume transportado; já a economia de distância ocorre quando esses custos são distribuídos ao longo de maiores distâncias percorridas, Closs (2007)

No que diz respeito à organização de rotas, é importante considerar fatores como distância, tempo de viagem, capacidade do veículo e restrições legais. A utilização de sistemas de informação geográfica (GIS) pode ajudar na definição das rotas mais eficientes, considerando esses e outros fatores.

A subcontratação de serviços de transporte é outra opção que pode trazer benefícios para as empresas. Segundo Dinis (2018) , a subcontratação pode reduzir os custos de investimento em frota, manutenção e pessoal, além de permitir que a empresa se concentre em suas atividades principais. No entanto, é importante escolher um parceiro confiável e estabelecer um contrato claro para evitar problemas futuros.

2.2. Gestão de Transportes

No que diz respeito à Gestão de Transporte, é importante distinguir dois fluxos:

- Transporte de entrada (inbound);
- Transporte de saída (outbound).

O transporte de entrada refere-se à movimentação de materiais em forma de matéria-prima, cuja distribuição é destinada à manufatura para transformação de bens. Já o transporte de saída refere-se à movimentação e a todas as atividades relacionadas ao cumprimento de pedidos e transporte de produtos acabados ao consumidor final. Ballou (2004) afirma que um sistema de transporte eficiente pode gerar aumento da competitividade no mercado, economias de escala e redução de preços finais.

No contexto global, cada vez mais produtos são disponibilizados aos consumidores em diferentes países, tornando o transporte essencial para garantir a entrega oportuna e satisfazer o seu cliente final. A escolha do modo de transporte depende de vários fatores, tais como:

1. Características do cliente

- o Níveis de serviço exigidos, local de entrega e importância do cliente com base em seu histórico, entre outros.

2. Fatores operacionais

- Disponibilidade de infraestrutura de transporte, barreiras comerciais, considerações políticas e fiscais, bem como diferenças culturais que variam de país para país.

3. Natureza do produto

- Volume, peso, substituíbilidade e outras características específicas, como fragilidade e questões de segurança.

4. Modo de transporte

- Aéreo, marítimo e terrestre, cada um com suas próprias exigências documentais e legislativas, Rushton (2010)

Desde a década de 90, a subcontratação de serviços logísticos tem sido adotada como uma estratégia para a redução de custos e melhoria dos serviços. Ao transferir a responsabilidade de uma ou mais atividades logísticas, a empresa concentra-se apenas no seu serviço ou produto, "libertando-se" da complexidade da gestão logística, especialmente na área de transportes. Os primeiros prestadores de serviços logísticos (3PL - Third Party Logistics) surgiram na década de 50, com foco maior na gestão de transporte e armazenamento Carvalho (2012). Ao longo do tempo, o conceito evoluiu para 4PL (Fourth Party Logistics), caracterizado pelo acesso a sistemas de informação integrados, capacidade estratégica e reengenharia de processos, resultando numa relação de parceria entre o cliente e o fornecedor, Christopher (2011)

2.3. Cross-Docking

Uma das estratégias adotadas pelas empresas na gestão de transportes é o Cross-Docking.

Segundo, EAN (2000), o Cross-Docking define-se como um sistema de distribuição no qual a mercadoria rececionada, em um armazém ou centro de distribuição, não é armazenada, mas é imediatamente preparada para carregar.

Segundo, Jones (2001), o Cross-Docking tem as suas origens no final do século XIX, nesta altura, o Serviço Postal Americano passou a responder ao elevado aumento de correspondências, transferindo parte dessas encomendas para estações de retransmissão.

O Cross-Docking, também denominado de “Flow Through”, permite que a gestão dos centros de distribuição coloque o seu foco no fluxo de mercadorias em vez de se focar no armazenamento da mercadoria. Ao adotar este sistema, as empresas pretendem obter uma redução ou uma eliminação, se possível, de duas das atividades mais caras realizadas no armazém. Segundo Schaffer (July, 1998), as duas atividades referidas anteriormente são o armazenamento e o picking.

Tão importante quanto a gestão de fluxos físicos está a gestão dos fluxos de informações, que deve ser contínua. Segundo Aichlmayr (2001), para uma operação ser classificada como Cross-Docking, o produto não pode permanecer, dentro de um centro de distribuição, mais de 72 horas.

Com a redução do manuseio de materiais e a redução do nível de stock, busca-se reduzir os custos, assim, o Cross-Docking trabalha com uma procura constante, pedidos em menor quantidade, entregues a um ritmo mais frequente, mantendo assim o nível de serviço ao cliente.

Muitos autores afirmam que algumas características do produto são consideradas como fatores importantes para o sucesso da utilização do Cross-Docking, segundo Schwind (1995), este sistema pode ser aplicado a qualquer operação de receção, já o artigo publicado em Material Handling Engineering (1997), afirma que o tipo de produto a ser processado não vai interferir no sistema, se a receção for coordenada com a expedição, esta coordenação justifica a importância da gestão dos fluxos de informação.

Existem diversos tipos de Cross-Docking que podem ser efetuados, dependendo das unidades de carregamento, tais como caixas, kits ou paletes. Se nos concentrarmos no necessário para a sua realização, podemos classificá-las como:

Cross-Docking direto ou Pré-Distribuído

- Este é o modelo mais básico entre os 3 tipos. Normalmente, é utilizado com os produtos que têm uma elevada rotatividade e pouca dimensão;
- As unidades de carregamento são previamente separadas e organizadas pelo fornecedor, tendo em conta a procura final. Como as mercadorias são separadas e preparadas para serem despachadas para o destino o mais rápido possível, neste modelo, a manipulação é mínima.

Cross-Docking Indireto ou Consolidado

- A mercadoria tem de ser manuseada de forma a adaptar-se às exigências do consumidor final;
- Neste modelo, é incluída uma fase de separação e rotulagem antes da sua expedição, com a finalidade, de organizar a mercadoria. Quando recebidos, os bens são trasladados para a zona de Cross-Docking ou acondicionamento onde são examinados e ajustados às encomendas solicitadas;
- Pode envolver a organização de paletes a partir de cargas unitárias mais pequenas ou o inverso.

Cross-Docking Híbrido

- É o modelo mais complexo, uma vez que envolve a preparação de mercadorias na área de acondicionamento, com a peculiaridade de lidar com mercadorias que vêm de camiões, quer com as que eram anteriormente armazenadas na instalação;
- Este modelo é mais flexível, pois dá a possibilidade de lidar com mais situações. No entanto, é absolutamente necessária uma coordenação eficaz de todas as tarefas.

Na Figura 1 está ilustrado o funcionamento do Cross-Docking. Como é visível na Figura 1, os fornecedores enviam as suas mercadorias para um centro de distribuição, onde é realizada a receção da mercadoria e, em seguida, são carregadas várias viaturas de menor capacidade de forma a abastecer os clientes ao redor do CD. Este processo pode ser dividido em duas fases: a entrega da mercadoria no CD e a entrega ao cliente final. Esta segunda fase é também conhecida como Last Mile, fazendo referência à parte final da cadeia de abastecimento.

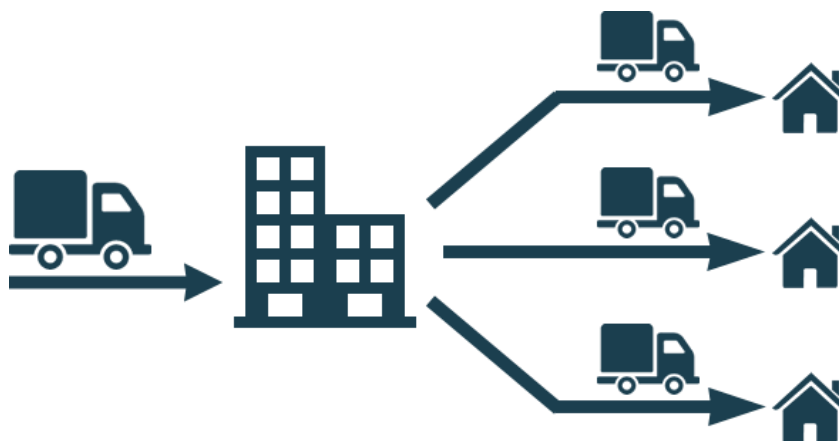


Figura 1 - Cross-Docking

2.4. Last Mile

Um dos grandes desafios que a cadeia de abastecimento tem é a parte final da “viagem” do produto, ou seja, antes de chegar ao consumidor. Esta parte final tem a nomenclatura de Last Mile. Estas entregas são maioritariamente compras online, com um pequeno volume e localizações distintas; isto gera um problema devido ao cliente querer uma entrega rápida e eficiente, Allen (2007). Tornando-se assim, a última fase de entrega de uma encomenda um grande desafio logístico, Macharis (2011)

De acordo com o CSCMP (Conselho de Profissionais de Gestão da Cadeia de Abastecimento), as entregas Last Mile representam cerca de 28% do custo total de transporte e distribuição da mercadoria. Esta elevada percentagem justifica-se devido aos inúmeros fatores como custos com o pessoal, combustível e até o número de entregas realizadas na mesma área, área essa que se pretende ser o mais reduzida possível. São necessários diversas valências e um elevado conhecimento de tudo o que este serviço acarreta, nas entregas Last Mile.

Entender as fases que constituem o processo de transporte é crucial para garantir uma entrega eficaz e eficiente, umov.me (2024). As fases são as seguintes:

- **First Mile**

Esta fase refere-se ao ponto de partida do processo de entrega. Este é o estágio inicial, onde a organização e a eficiência são fundamentais para que os produtos sejam corretamente trasladados para o próximo estágio da CA. Nesta primeira fase, é necessário ter uma boa gestão de stock e uma comunicação sucinta e clara de forma a evitar atrasos e erros.

Alguns dos problemas que a empresa pode enfrentar nesta fase são os seguintes:

- Erros na embalagem e rotulagem;
- Falta de visibilidade nos processos logísticos entre o fabricante e a distribuidora;
- Atrasos que sirvam como “efeito dominó” e afetem os valores e o tempo de entrega de Last Mile.

- **Middle Mile**

Processo de transportar produtos do armazém para um CD ou outro armazém cuja sua localização seja mais próxima do cliente final. Neste ponto, é importante otimizar o armazenamento e a distribuição, focando-se na eficiência das rotas e na gestão de custos. Neste tópico, um dos temas que assume um papel fundamental é a tecnologia. Este tema, ajuda-nos, pois fornece soluções para o planeamento de rotas garantindo que os produtos cheguem ao sítio certo, no tempo certo e de forma eficiente.

Um bom Middle Mile permite otimizar processos que não envolvem as outras etapas, como a comunicação entre Centros de Distribuição, o controlo de stock preciso e a organização do setor “Compras”.

- **Last Mile**

Este é o estágio mais crucial dos 3 apresentados, este impacta diretamente na satisfação do cliente. Eficiência, pontualidade, capacidade de fornecer informações concretas sobre rastreamento são aspetos essenciais. Aqui, de igual modo que no Middle Mile, a tecnologia também facilita o processo de entrega.

Normalmente diz-se que esta é a parte do processo mais visível, pois o cliente tem mais transparência na localização do produto.

Compreender e otimizar estas 3 fases (ilustradas também na Figura 2) é muito importante para o sucesso de qualquer empresa que dependa da entrega de produtos. Como explicado anteriormente, a tecnologia é muito relevante em todas as fases, torna as operações mais eficientes, seguras e com capacidade para atender às variações da procura.



Figura 2 - Etapas da Logística

Quando esta estratégia do Last Mile é aplicada de forma eficaz, pode trazer alguns benefícios, tais como:

- **Entrega mais rápida e entrega à porta**
 - O Last Mile oferece aos consumidores o benefício de receber os seus pedidos de forma rápida e aproveitar o facto de que esta entrega é feita à sua porta, em vez de o consumidor ter de se deslocar a um ponto de venda físico para obter o/s produto/s.
- **Aumento de vendas e receitas**
 - Empresas que consigam realizar entregas rápidas e confiáveis têm uma maior probabilidade de adquirir e reter clientes (Maior Receita). Se o Last Mile permitir à empresa a realização de entregas em áreas remotas e rurais, as vendas e receitas da empresa irão aumentar devido à angariação de clientes destas zonas que normalmente não têm acesso a este tipo de produtos e serviço.
- **Aumento da eficiência**
 - Esta estratégia ajuda as empresas a otimizar as suas operações, reduzindo tempos e recursos necessários para a entrega. Alavancando a automação e as tecnologias digitais, os retalhistas podem eliminar trabalhos manuais e tarefas administrativas, tornando assim as operações de entrega eficientes e económicas.

Por ser tão complexa, esta estratégia é acompanhada de alguns desafios inerentes à sua utilização, problemas esses que as empresas tentam, a todo o custo, ultrapassar. Tais como:

- **Imprevistos que impedem uma entrega rápida**
 - É possível planejar a rota perfeita, mas o trânsito é vítima das circunstâncias de cada dia;
 - Uma maneira de resolver este problema é a empresa possuir um bom sistema, que tenha em conta as condições da via em tempo real, de forma a criar e adaptar as rotas definidas.
- **Tecnologia Antiquada**
 - Hoje em dia, é necessário ter tecnologias compatíveis com o nosso tempo.
- **Altas expectativas do cliente**
 - Segundo Capgemini (2016), 55% dos consumidores entrevistados mudariam para a marca concorrente se lhes fosse oferecido um serviço de entrega mais rápido;
 - Além disso, a utilização de um toque pessoal e uma boa comunicação ajuda a que os clientes tenham uma maior flexibilidade no que toca a prazos.

Para combater estes desafios, as empresas adotam simuladores de rotas. Estes simuladores têm em conta muitas variáveis de forma a obter-se uma melhor projeção no que toca ao tempo de viagem e entrega.

2.5. Definição de rotas e alternativas de simuladores

O transporte, dentro da logística e das empresas, tem vindo cada vez mais a ser um dos fatores alvo de uma cuidadosa atenção. Todas as firmas querem garantir o menor custo e cumprir com os 7 C's (Produto Certo, Quantidade Certa, Condição Certa, Local Certo, Hora Certa, Cliente Certo e Custo Certo), para isso a escolha do modal que vão utilizar é muito importante. Segundo o REA (2024) em 2021, esta decisão ficava em 89,3% das vezes com o transporte rodoviário. Já segundo o Comité Nacional Routier (2022) e em 2023, esta percentagem baixa para 85,9% e o transporte ferroviário com 14,1%.

Segundo Infraestruturas de Portugal (2025), a Figura 3 ilustra a Rede Rodoviária em Portugal em janeiro de 2025, contando com 13797 km de extensão.

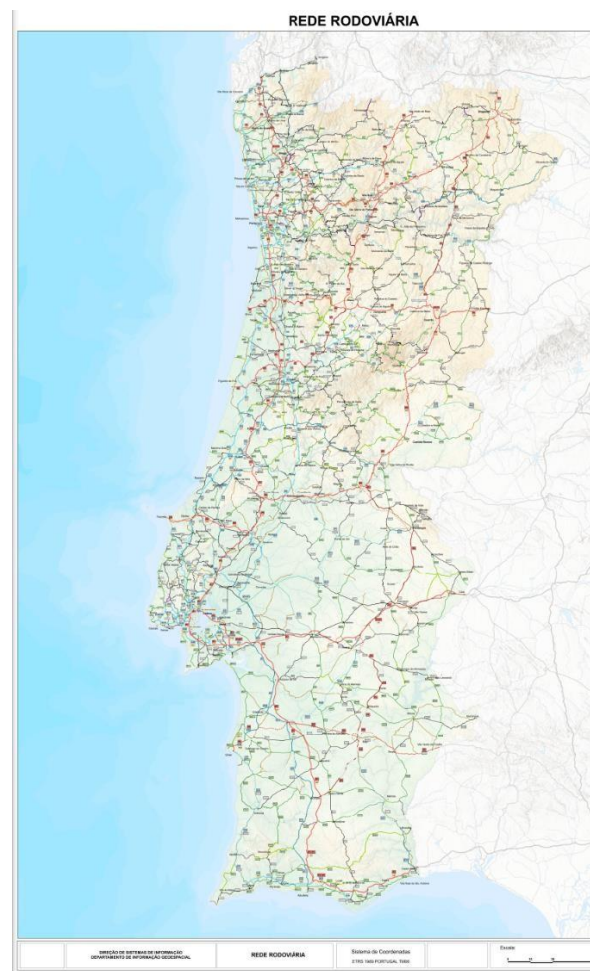


Figura 3 - Rede Rodoviária Portugal (janeiro 2025)

No dia 22 de setembro de 2020, o Primeiro-Ministro e os Ministros das Infraestruturas e da Habitação, do Ambiente e da Ação Climática e da Agricultura apresentaram o Programa Nacional de Investimentos 2030 (PNI 2030).

Como parte da estratégia europeia para a neutralidade carbónica, serão necessárias a utilização de energias renováveis e a translação de 30% dos transportes de mercadoria do rodoviário para o ferroviário ou marítimo-fluvial, especialmente em trajetos superiores a 300 km. Estas medidas objetivam a redução significativa das emissões de gases com efeito de estufa associadas ao transporte terrestre.

Com o PNI 2030 e uma maior preocupação das empresas na sustentabilidade, o transporte rodoviário tem vindo a “sofrer” com isso, tendo se registado uma diminuição na percentagem do transporte de mercadorias rodoviário de 2021 para 2023 (-3,4%). Esta redução deve-se à poluição e à emissão excessiva de GEE que o transporte rodoviário causa.

O mundo está em constante evolução, prova disso é o elevado crescimento da IA, com esse crescimento as empresas obtêm um maior e mais diverso leque de ferramentas de que podem usufruir dentro do seio empresarial visando a eficiência de processos e redução de custos. Utilizar simuladores de rotas é uma dessas inúmeras opções.

Segundo Routific (2023) , a otimização de rotas é o processo de encontrar as rotas mais económicas entre vários destinos, ao mesmo tempo que atende às necessidades do mundo real e a restrições comerciais.

Este tópico vê a sua complexidade aumentar à medida que os clientes que se deve atender aumentam. Se forem poucos clientes e um ou dois motoristas, isto não seria um problema.

Os softwares de otimização de rotas utilizam todas as informações necessárias e fornecidas pela mão humana para criar automaticamente rotas com o máximo de eficiência possível e rapidamente.

Um mau planeamento das rotas tem um elevado impacto financeiro na empresa (combustível, desgaste do veículo, salários, entre outros custos). A otimização das rotas pode ajudar aliviando o congestionamento do tráfego e reduzindo o combustível fóssil consumido.

Desde que os humanos se movem no mundo, procuram uma forma de se locomover de forma eficiente.

No século XX, dominava um problema, o Problema do Caixeiro Viajante (TSP), que dada uma lista de cidades procurava-se a rota que fosse mais curta, que se visitasse cada cidade apenas uma vez e que se retornasse ao ponto de partida. Até hoje, o TSP ainda não teve uma solução, por outro lado, foram criadas várias meta-heurísticas para se aproximar de uma boa solução.

Como tudo, os simuladores têm alguns pros, contras e variáveis a considerar, que, segundo Peralta (2024).

Algumas das vantagens de utilizar simuladores de rotas são:

- **Otimização de rotas**

- Estes sistemas são desenvolvidos focados para otimização das rotas criadas, reduzindo o tempo, e a distância percorrida. Isto resulta na diminuição significativa do consumo de combustível e dos custos operacionais, o que é fundamental para as empresas que têm intensas operações logísticas.

- **Gestão de Frotas**

- Permite uma ampla gestão de frotas, incluindo a nomeação de motoristas a rotas, um rastreamento em tempo real e análises detalhadas do desempenho. Isto é essencial para a empresa melhorar a sua eficiência operacional e melhorar significativamente o seu serviço ao cliente.

- **Personalização e flexibilidade**

- Oferecem um alto índice de personalização, tais como, a definição da/s janela/s horária/s do/s cliente/s, alguma característica específica que tenha o veículo e se a entrega tem ou não prioridade.

- **Integração com outros Sistemas**

- Podendo facilitar uma gestão mais consistente e eficiente das operações e podendo permitir uma visão mais abrangente e clara do negócio, estes simuladores de rotas podem ser integrados a outros sistemas empresariais, tais como o ERP e CRM.

Algumas das desvantagens de utilizar simuladores de rotas são:

- **Custo**
 - Geralmente, este tipo de sistemas possui um custo envolvido, o que pode ser significativo, dependendo do tamanho da empresa e de quais as funcionalidades que são requisitadas. Muitas vezes este gasto inicial pode vir a ser compensado com o que é poupado.
- **Curva de Aprendizagem**
 - Para a utilização de um tipo de sistema pode ser necessária a realização de formações específicas para o conhecimento e familiaridade com as funcionalidades do sistema, implicando um custo associado.
- **Dependência tecnológica**
 - Estes sistemas implicam a existência de um profissional para a manutenção dos mesmos e para solucionar possíveis problemas tecnológicos.

Segundo Peralta (2024), descobrir qual o caminho mais rápido, fácil e simples possível era possível realizar apenas por mentes brilhantes que conseguiam realizar cálculos matemáticos avançados. Hoje em dia, estes cálculos avançados ficam por conta dos algoritmos criados até o momento.

Um bom software de otimização tem de ter em conta os seguintes tópicos:

- **Padrões de Tráfego**
 - O trânsito e o congestionamento implicado pelo mesmo em horas específicas do dia, desvios, obras e semáforos.
- **Locais**
 - Mapeamento dos endereços das entregas.
- **Horários dos motoristas**
 - Paragens para descanso, almoços e turnos.
- **Tipo de veículos**
 - Velocidade, capacidade e o consumo de combustível.
- **Janela Horária dos clientes**
 - Prazos de entrega, datas, entregas urgentes, ...
- **Carregamento Ótimo**
 - Veículos carregados de acordo com as suas especificidades.

Existem várias opções no mercado dos simuladores de rotas, com isso foi elaborada uma pequena pesquisa de alguns simuladores de rotas, nesta lista estão presentes três simuladores de rotas, o mais simples é o Maps, fora destes são apresentados o OptimoRoute e o ZEO.

Maps

Embora básico, o Maps pode ser considerado um simulador de rotas em pequena escala, o que não funcionaria neste estudo, pois, além de muita informação necessária que o Maps não enuncia, por dia eram mais de 200 clientes para Modivas e mais de 150 clientes em Frielas, mas, apesar disso, o Maps tem algumas funcionalidades e, segundo Tiago Duarte (2019), exemplo disso é:

- Monitorizar todas as informações, em tempo real, do trânsito e encontrar qual o melhor trajeto a ser feito para chegar ao destino;
- Indicação dinâmica de um novo trajeto com base no padrão de trânsito de modo a evitar trânsito;
- Disponibiliza comentários e fotos de habitantes, fornecendo uma decisão mais informada sobre locais a visitar, análise do destino antes de chegar com o Street View, os mapas interiores e imagens de satélite;
- Art Project para percorrer os melhores locais do mundo, partilha de conhecimentos locais, guardar endereços de casa e trabalho para uma pesquisa mais rápida, comentários e críticas de locais.

OptimoRoute (Principais Características)

O OptimoRoute é um simulador de rotas que obtém uma avaliação de 4,7 em 5 no Capterra, uma plataforma de avaliação e classificação de softwares.

Algumas das suas principais características segundo OptimoRoute (2016) são:

- **Planeamento Automatizado**
 - Importação fácil de milhares de pedidos, obtendo instantaneamente rotas e programações mais eficientes para os motoristas.
- **Motorista e Veículo**
 - Calcula as horas de trabalho permitidas e os custos do motorista ajudando a eliminar horas extra e reduzir o custo implícito às mesmas.

- **Ordem e Tarefa**
 - Otimiza rotas e cronogramas respeitando critérios como:
 - Prioridade;
 - Janela Horária;
 - Dia da Semana.
- **Rastreamento ao vivo e ETA**
 - Informação sobre a localização do motorista, o tempo estimado de chegada a cada local, baseado em informações em tempo real obtidos através da aplicação.
- **Rastreamento de pedidos em tempo real**
 - Possibilidade de comunicação através de SMS e e-mails com os clientes informando-os sobre o horário previsto de chegada.
- **Aplicação móvel para motoristas**
 - Aplicação para IOS e Android que gerência toda a rota, disponibiliza informações de pedidos e navegação.
- **Comprovativo de entrega**
 - Aplicação com possibilidade de assinatura digital.
- **Leitura de código de barras**
 - Digitalização de códigos de barras ou QR Code no local da entrega para confirmar a conclusão da entrega.
- **Feedback do Cliente;**
- **Modificação da rota em Tempo Real**
 - Possibilidade de alterar a rota em tempo real.
- **Início Flexível**
 - Não existe uma predefinição de horários de começo e fim de turnos.
- **Planeamento Semana**
 - Definição de dias da semana ou intervalos de datas com até 5 semanas de antecedência.

ZEO

Segundo Dixit (2023), Zeo é uma das principais aplicações para simulação de rotas que ajuda indivíduos e empresas a planejar e otimizar as suas rotas de entrega. O software usa tecnologia de ponta e algoritmos modernos para calcular as rotas mais rápidas e eficientes com base em vários fatores, como distância, condições de tráfego e restrições de tempo.

A aplicação Zeo Route Planner também oferece rastreamento em tempo real e navegação GPS, permitindo aos usuários visualizar o seu progresso e ajustar as suas rotas. Esta aplicação reduz atrasos. É uma plataforma de otimização de rotas que pode ajudar a adicionar e atribuir paragens sem codificação. Zeo leva em consideração diversos fatores ao simular as rotas, tais como: disponibilidade de recursos, prazo de entrega, número de paragens e capacidade do veículo.

3. Apresentação da Empresa

A Lactogal foi fundada em 1996, herdou das empresas que a constituíram: AGROS (União de Cooperativas de Produtores de Leite), Proleite (Cooperativa Agrícola de Produtores de Leite) e a Lacticoop (União de Cooperativas de entre Douro e Mondego) - os seus ativos industriais e as principais marcas que constituem, ainda hoje, o maior património da Lactogal. É uma empresa empenhada em produzir alimentos com os mais altos padrões de qualidade. Mais do que produtos, procuram inovações capazes de responder às necessidades das pessoas e ajudá-las nas suas vidas. Trabalham para o bem-estar através da alimentação. Este é o objetivo que conseguem alcançar, graças à experiência de um Grupo formado pela Lactogal Produtos Alimentares, Lacticínios Vigor, Etanor Penha e pela espanhola Leche Celta.

3.1. Caracterização do Setor Agroalimentar de Lacticínios

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (2024), a produção global de leite totalizou 1996 Milhões de litros, o que corresponde a um aumento de 1,4%, relativamente a 2022.

Dividindo estes litros de leite por cada tipo de leite temos que, o leite de ovelha conta com 67,7 Milhões de litros (-2.6%), o leite de cabra diminuiu em 4,9% (27.5 Milhões de Litros) e, por fim, o leite de vaca constitui cerca de 95% da produção total de leite com 1901 Milhões de Litros produzidos.

A manteiga obteve um aumento de 14,9% na sua produção contando, em 2023, com 31,6 mil toneladas produzidas, já o leite em pó cresceu 18% com uma produção de 34 mil toneladas.

A produção de queijos decresceu em geral diminuindo 4,8%, não ultrapassando as 86 mil toneladas produzidas. A produção de queijos de vaca, ovelha e cabra regrediu em 6,5%, 2,6% e 4,9%, respetivamente. O queijo de vaca contou com uma produção de 63,9 mil toneladas, o de ovelha com 11,3 mil toneladas e o de cabra 3,9 mil toneladas. O queijo que aumentou a sua produção em 2,5% foi o de mistura, tendo uma produção de 7,3 mil toneladas.

Em 2023, o volume de produtos lácteos frescos aumentou em relação a 2022 em 2,5%, contando com uma produção de 668 mil toneladas e a produção de leites acidificados foi de 125 mil toneladas contabilizando um aumento de 0,4%, face a 2022.

A recolha de leite de vaca é um grande fator para o valor final da produção, quer anual quer mensal, com isso e segundo o INE, a recolha, em milhares de toneladas, no ano de 2024 é a seguinte:

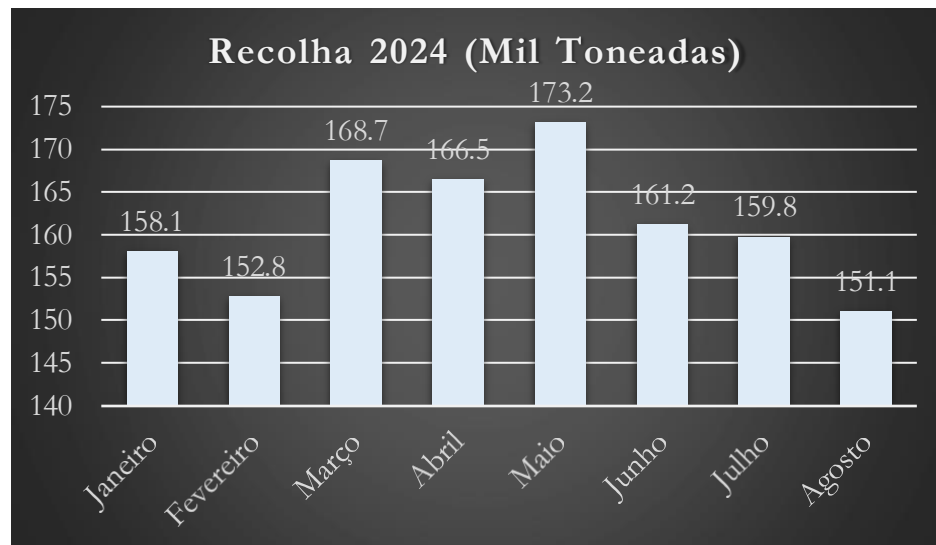


Figura 4 - Gráfico Recolha de Leite (2024)

Como é visível no gráfico acima apresentado, podemos inferir que a recolha de janeiro a agosto de 2024 varia entre as 150 mil Toneladas e as 175 mil Toneladas, tendo um desvio padrão de aproximadamente 6 mil Toneladas. Até ao mês de agosto conta-se com uma recolha total de 1291,4 mil toneladas com uma média recolhida de 161,425 mil toneladas de leite.

Já no ano de 2023, segundo o INE, os valores da recolha de leite são os seguintes:

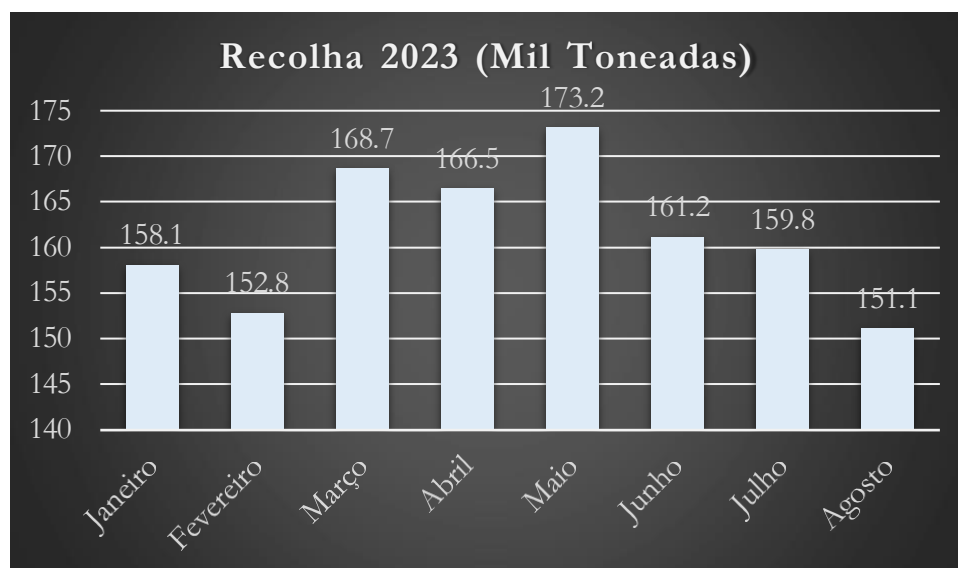


Figura 5 - Gráfico Recolha de Leite (2023)

Nos gráficos acima podemos verificar que os valores da recolha do ano de 2023 variam entre 142 mil toneladas e 171 mil toneladas, tendo um desvio padrão de 9,153 e uma média de valores de 157,617. Contando com um total de 1891,4 mil toneladas recolhidas em 2023.

Em comparação com o ano de 2023 podemos inferir que nos meses de janeiro e fevereiro a recolha em 2024 foi mais elevada em relação ao ano transato. No entanto, até a agosto a recolha este ano foi menor do que em 2023. Notando-se uma diminuição de 11,9 mil toneladas até ao mês de agosto em 2024.

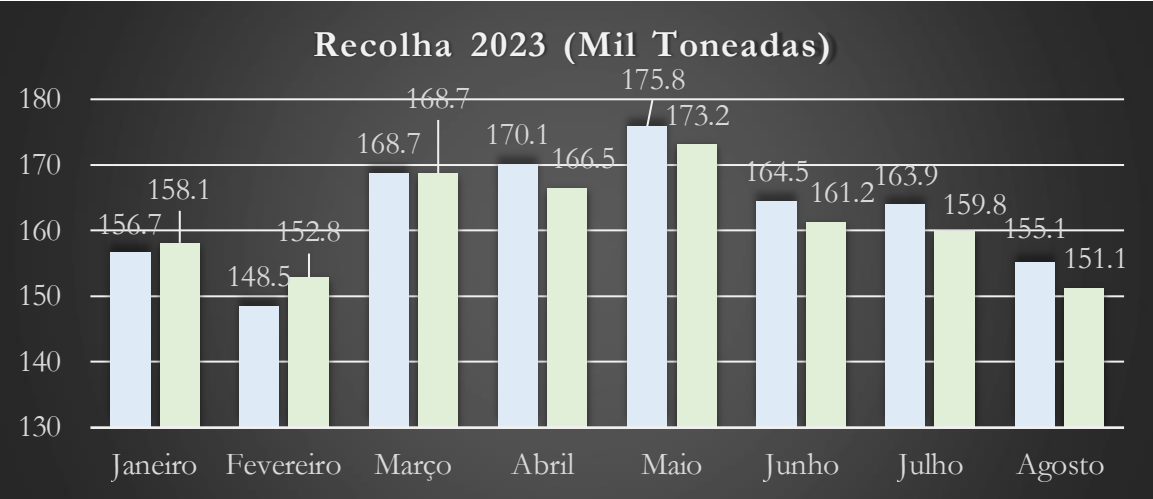


Figura 6 - Gráfico 2023 vs 2024

Abaixo é apresentado um quadro com alguns valores estatísticos referentes a ambos os anos (2024 e 2023). Estes dados foram calculados com base nos valores da recolha até ao mês de agosto. Podemos ver que no ano de 2023 havia mais leite recolhido do que no presente ano de 2024.

Tabela 1 - Estatísticas 2023 vs 2024

	2023	2024
Média	162,9125	161,425
Desvio Padrão	7,109375	6,03125
Máx.	175,8	173,2
Mín.	148,5	151,1
Total	1303,3	1291,4

3.2. Marca

A Lactogal S.A. tem várias marcas diretamente associadas, essas marcas são:

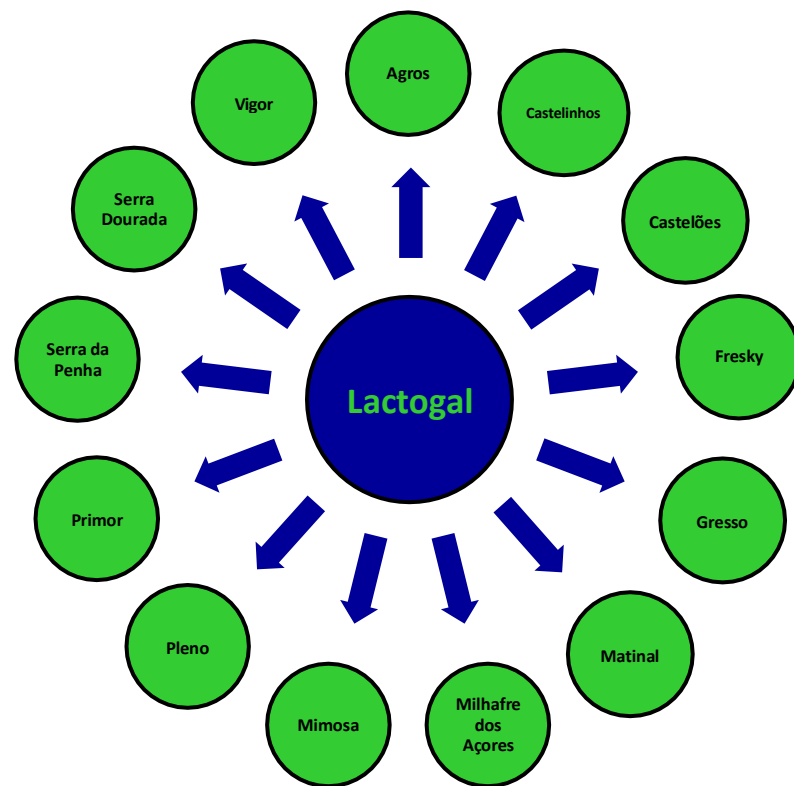


Figura 7 - Marcas

3.3 Responsabilidade Social

Durante o ano de 2022, a Lactogal apoiou mais de 100 beneficiários maioritariamente de apoio social, localizados em Portugal Continental ilhas. Estes donativos em produtos, produzidos e comercializados pela Empresa, alimentam famílias e utentes carenciados.

Os valores destes apoios ascenderam os 1,3 Milhões de euros correspondentes a, aproximadamente, 3,6 Milhões de unidades de produtos.

Tabela 2 - Local das associações ajudadas

Localidade	Associações Ajudadas (nº)
Águeda	1
Aveiro	1
Faro	2
Funchal	1
Gaia	1
Lisboa	4
Maia	1
Oliveira de Azeméis	3
Porto	10
Póvoa do Varzim	1
Vila do Conde	1

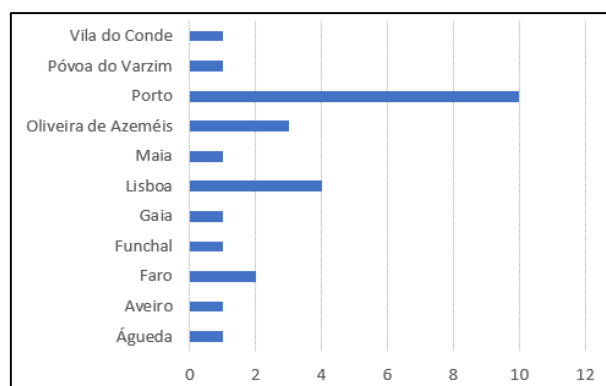


Figura 8 - Associações Ajudadas (Localidade)

3.4. Responsabilidade Ambiental

A Lactogal assume o compromisso do desenvolvimento sustentável na sua atividade. O consumo de recursos naturais e de energia elétrica, o tratamento e a reutilização de águas residuais, a diminuição de produção de resíduos e um aumento da valorização são uma preocupação constante na atividade diária da Lactogal.

3.4.1. Consumo de Recursos Naturais

3.4.1.1. Consumo de Água

- O rácio de Consumo Específico de Água (CEA) em Lts de água/ Lts de leite processado tem vindo a reduzir, encontrando-se, desde os últimos anos, abaixo do valor recomendado pelas MTD's (Melhores Tecnologias Disponíveis) para a indústria de laticínios.

3.4.1.2. Consumo de Combustíveis Fósseis

- Têm sido tomadas ações no sentido de reduzir as emissões de CO₂, nomeadamente, através da substituição do consumo de fuel óleo por gás natural, um combustível mais limpo e menos poluente. Como consequência das ações implementadas, o consumo específico deste recurso (CEGN) em Nm³ GN/Lts leite processado, tem vindo a reduzir nos últimos anos.

3.4.1.3. Consumo de Energia Elétrica

- Face a ações de redução de consumo de energia implementadas na sua atividade, o rácio de consumo específico de energia (CEE) por quantidade de leite processado tem-se mantido constante e num valor bastante inferior ao valor recomendado pelas MTD's para a indústria de laticínios.

3.4.2. Emissões para Água e Solo

3.4.2.1. Produção de Águas Residuais

- Todo o efluente da empresa é enviado para estações de tratamento de efluentes industriais sendo, depois, rejeitado em meio hídrico. Também o rácio de produção específica de efluente (m³ de efluente produzido/ m³ de leite processado) tem vindo a reduzir ao longo dos anos, resultado de otimizações efetuadas ao nível dos processos produtivos.

3.4.2.2. Produção de Resíduos

- A taxa de reciclagem tem vindo a aumentar ao longo dos anos, situando-se já num patamar bastante elevado. Nos últimos anos a taxa de reciclagem no conjunto das 3 unidades industriais atingiu um valor de excelência de 95%, tendo-se mantido constante desde então;
- Este aumento tem vindo a ser conseguido devido a um trabalho interno de sensibilização dos colaboradores e melhorias efetuadas a nível das infraestruturas de recolha, assim como na procura de novos destinos ambientalmente mais corretos.

3.5. Fábricas

Os estabelecimentos da Lactogal Produtos Alimentares S.A. (Unidades Fabris, Plataformas Logísticas e Delegações Comerciais) estão localizados em Portugal Continental, na Região Autónoma dos Açores e em Espanha. Em Portugal Continental existem 3 unidades fabris situadas na Tocha (Cantanhede, Coimbra), Oliveira de Azeméis (Aveiro) e Modivas (Vila do Conde), sendo a sede no Porto.

A Unidade Fabril de Modivas (Figura 9), local da realização do estágio, foi inaugurada em 2005 e é responsável pela produção de leite simples, natas e leite aromatizado.



Figura 9 - Unidade Fabril de Modivas

A Lactogal conta com 9 fábricas na Península Ibérica, com centenas de pessoas a dar o seu melhor para que todos possam ter, sempre, o melhor à mesa.

3.6. Pequena Distribuição (Lactogal)

Na Lactogal, os transportes são divididos em três categorias que são tratadas individualmente: a pequena distribuição (Alvo de estudo neste projeto), a grande distribuição e a distribuição para os arquipélagos (Madeira e Açores). Na pequena distribuição estão englobados veículos de tipologias entre 4 e 18, ou seja, transportes com capacidade para 4 a 18 paletes. Já na grande distribuição são consideradas as tipologias acima de 18 paletes, ou seja, semirreboques.

3.7. Processo atual de identificação de rotas de transporte de mercadoria para os clientes

A Lactogal S.A. opta por fazer a distribuição das mercadorias por conta própria, adotando a estratégia Cross-Docking para abastecer clientes mais distantes das unidades fabris (Modivas, OAZ e Tocha). Para operacionalizar esta estratégia, conta com centros de distribuição espalhados pelo território nacional sendo pontos intermédios entre as unidades fabris e os clientes. Este processo de distribuição inicia com o transporte de mercadorias das unidades fabris para os centros de distribuição, nestes centros é realizada a receção da mercadoria, a separação/preparação das encomendas necessárias para abastecer os clientes associados a cada centro e a expedição das encomendas para os clientes.

Para obter o plano de distribuição do seu produto, a empresa recorre a um Solver comercial designado de TourSolver para correr as simulações que pretende estudar, e obter a solução de rota de transporte. Entende-se por simulação, a instância fornecida ao TourSolver com o agregado de clientes que necessitam de ser abastecidos, as viaturas que podem ser utilizadas para o abastecimento aos clientes e as características dos clientes e das viaturas. Para cada centro de distribuição e para cada dia existe uma instância. Deste processo obtém-se uma solução através do Solver, que consiste num mapa com as rotas que cada viatura terá de percorrer de forma a entregar a mercadoria aos clientes.

O processo de obtenção de uma solução consiste em fornecer ao Solver uma instância como um conjunto de dados de entrada, o Solver resolve o modelo de roteamento para a instância fornecida e devolve, se possível, uma solução. A figura 10 esquematiza este processo (Simulação).

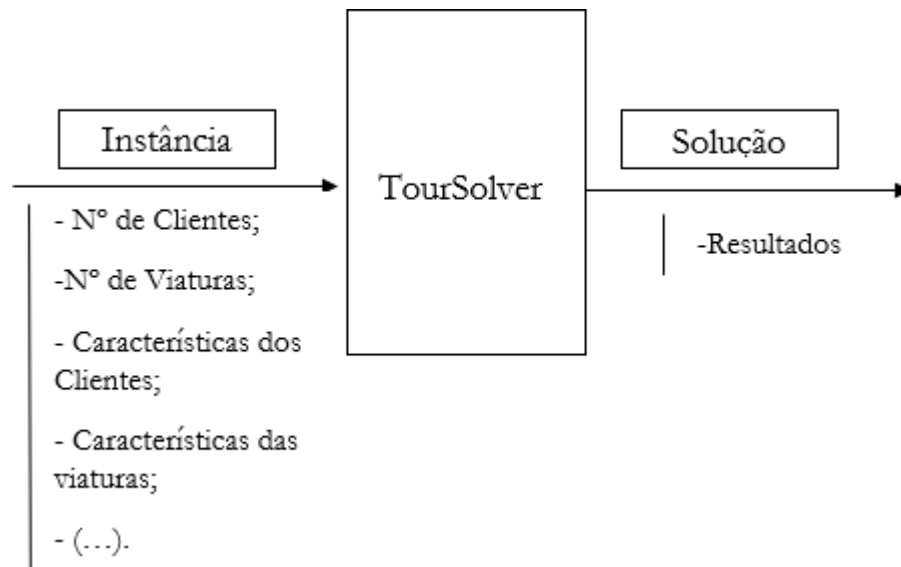


Figura 10 - Processo Simulação

Com a solução devolvida pelo simulador, é realizada uma análise verificando se existe algum erro na solução (erros nas informações presentes nas instâncias) e se existe possibilidade da alteração de algumas variáveis ou modificar rotas (Alterar clientes de rotas) de forma a conseguir englobar mais clientes nas rotas, com essa análise feita obtém-se as rotas a realizar pelas viaturas.

Através das análises realizadas às soluções dadas pelo simulador e de alguns testes realizados foi averiguado que o simulador TourSolver possuía funcionalidades que não estavam a ser utilizadas pela empresa, com isso surgiu a questão se as instâncias enviadas ao TourSolver estariam completas e se permitiriam otimizar as rotas de abastecimento aos clientes.

4. Análise Crítica da Situação Atual

Este capítulo tem como objetivo a análise dos processos da empresa e das suas limitações. Esta análise foca-se nos processos atuais de planeamento de rotas de abastecimento a clientes.

Para a execução desta análise, foi realizada uma tabela com as tarefas elaboradas num dia de trabalho de um dos colaboradores presentes na área de Transportes da empresa, tarefas já identificadas como âmbito deste projeto.

4.1. Apresentação do problema

O planeamento das rotas de abastecimento aos clientes, na Lactogal S.A., está inserido no departamento Transportes/Distribuição. Este departamento é responsável pelo planeamento e controlo de rotas. O departamento de Transportes é um departamento independente do departamento de Logística, em que o foco é no armazém, receção e expedição. O departamento de Transportes/Distribuição foca-se no controlo das viaturas e na criação das rotas de abastecimento de clientes que as viaturas realizam.

O planeamento de rotas de abastecimento aos clientes é definido através de um simulador de rotas chamado TourSolver. Este simulador é alimentado, de informação, pelo software SAP. O SAP é um software que centraliza informação criando uma única base de dados que todos os colaboradores têm acesso.

Uma das áreas que tem sido sujeita a um elevado desenvolvimento é a tecnologia, com isso a Lactogal S.A. tem vindo a adaptar os seus processos consoante essa evolução. Esta evolução exige que as empresas modifiquem os procedimentos necessários diariamente, para processos mais automatizados reduzindo com menor tempo de execução e com menor número de colaboradores necessários. Com o passar do tempo e avanço tecnológico, a Lactogal S.A. viu valor na automação do processo de definição de rotas de abastecimento aos clientes. Com isto, a empresa passando de um processo unicamente manual e demorado, onde as rotas eram realizadas manualmente no software SAP onde através das encomendas, volumes, viaturas disponíveis e capacidade das mesmas eram agrupados clientes de forma a criar a rota para uma viatura, para um processo mais simples, adquirindo um simulador de rotas (TourSolver) para apoio à decisão. Estas atualizações/modificações visam obter um custo diário menor, uma melhor satisfação do cliente e melhor nível de serviço. Atualmente, a empresa conta com um departamento de transportes distribuído por Modivas, Oliveira de Azeméis e Chaves. Em Chaves contam com uma pessoa, em OAZ com duas e em Modivas com cinco pessoas (Incluindo a Chefe de Departamento).

Para a definição da localização dos centros de distribuição e quais os clientes que cada centro iria abastecer, a Lactogal S.A. realizou um estudo, anterior a este projeto, recorrendo ao TourSolver averiguando que trajeto seria mais benéfico para a empresa em relação ao custo de entrega de mercadoria.

Devido há existência de produtos que se conservam em temperaturas distintas, existem restrições em relação à temperatura. Devido a isso, existem diversas viaturas com a capacidade de distribuir produtos à temperatura ambiente e a temperaturas frias (0°C a 8°C) num só transporte, como existem para o transporte de apenas produtos à temperatura ambiente e apenas de produtos frios. Esta variável (Temperatura) está contida no software SAP e que posteriormente é tida em conta pelo simulador aquando das simulações. A temperatura não é o único parâmetro que o TourSolver tem em conta nas suas simulações, as imagens seguintes demonstram as variáveis que têm influência nas simulações.

A Lactogal S.A. realiza os processos de produção e armazenagem nos centros de Modivas, Oliveira de Azeméis e Tocha, sendo a produção em Modivas focada em produtos de temperatura ambiente e em Oliveira de Azeméis em produtos frios (0°C a 8°C) e produção de produtos congelados (Temperaturas Negativas). No entanto, contam com mais centros distribuídos pelo país onde não realizam produção nem armazenagem, sendo que nestes casos é realizado Cross-Docking. São realizadas cargas nas unidades fabris onde há produção e armazenagem de mercadoria para entregar em outros centros onde é realizada a receção da mercadoria separação e preparação das encomendas necessárias. De seguida são carregadas em viaturas presentes no centro para fornecer os clientes estipulados pelo software que definiu as rotas (TourSolver). Este processo de Cross-Docking é realizado para os centros de Algoz, Beja, Chaves, Frielas, Mangualde e Pombal.

Na tabela 3, estão apresentadas as unidades fabris (Modivas, OAZ e Tocha) e os centros de distribuição juntamente com uma explicação sobre os fluxos existentes entre eles.

Tabela 3 - Unidades Fabris, Centros de Distribuição e Fluxos

Modivas OAZ (Unidades Fabris)	Existe produção de mercadorias, fornecem os centros de distribuição com mercadoria e abastecem clientes
Tocha (Unidade Fabril)	Existe produção de mercadoria e fornecem os centros de distribuição (Cross-Docking)
Algoz Beja Chaves Frielas Guarda Mangualde Pombal (CD's)	Não existe produção de mercadorias, são abastecidos através das unidades fabris (Modivas, OAZ e Tocha), realiza-se a receção das mercadorias, separação das mercadorias e preparação das encomendas dos clientes

Como explicado na tabela acima há produção de mercadorias nas unidades fabris e abastecimento de centros de distribuição através das três unidades fabris, nas unidades fabris de Modivas e OAZ também se realizam entregas a clientes. Os centros de distribuição (CD) são abastecidos pelas unidades fabris, realizando-se a receção da mercadoria vinda de Modivas, OAZ e Tocha, separação das mercadorias e preparação das encomendas que são necessárias entregar nos clientes.

A Lactogal S.A. conta com diversos clientes para fornecer diariamente. Para a definição das suas rotas, decidiram optar por um simulador de rotas chamado TourSolver. O motivo de aquisição deste simulador deve-se ao elevado número de clientes que é necessário abastecer. Com as funcionalidades do simulador ao dispor, os colaboradores usufruem das mesmas para obter uma definição mais eficiente de rotas para abastecer os clientes e quais clientes e as viaturas devem entregar. Este simulador é utilizado para estabelecer as rotas a percorrer consoante os clientes que são necessários, estas rotas são estabelecidas com origem nas unidades fabris (Modivas, OAZ e Tocha) e para os centros de distribuição (Algoz, Beja, Chaves, Frielas, Guarda, Mangualde e Pombal). Este processo de simular as rotas demora 15 minutos, definido através de uma análise de variáveis como o custo e distância, quando a simulação dura 5, 10 e 15 minutos, obtendo um melhor resultado a nível de custos nas simulações que duram 15 minutos. Este tempo de simulação já era utilizado pela empresa antes deste projeto, mas de forma a esclarecer o motivo de serem utilizados 15 minutos a análise foi realizada durante este projeto.

Ao fim desses 15 minutos, é devolvida uma solução, que consiste num mapa com as rotas traçadas, indicando que viatura entrega cada cliente, projeção de horários de chegada e quantos clientes não foram planeados, estes clientes não planeados são clientes que se encontram na instância enviada para o TourSolver mas que devido há existência de muitos clientes para fornecer, a capacidade e/ou o horário de trabalho de todas as viaturas ficam totalmente/parcialmente preenchidos. As simulações são elaboradas considerando a localização dos clientes, o peso e volume da encomenda, a janela horária em que o cliente aceita fazer a receção da mercadoria, se é necessário ajudante, porta-paletes e plataforma elétrica na viatura, as capacidades das viaturas (Paletes, peso e volume) e o horário do motorista.

Nas figuras 11 e 12 são apresentadas as variáveis que eram consideradas pelo TourSolver aquando do processo de definição de rotas realizado diariamente.

Na figura 11, estão elencados as variáveis que são consideradas na simulação referentes aos clientes, a quantidade de paletes, o duração fixa de visita (Tempo de Descarga), Janela Horária 1 e 2 (Isto é, se existir horário de almoço ou se o cliente não conseguir receber o produto num período pode existir duas janelas horárias, por exemplo, 9h até 12h30 e das 14h às 17h), recursos atribuídos (Se é necessário ajudante, porta- paletes ou plataforma elétrica) e as características do cliente (Capacidade das viaturas que podem entregar no cliente, por exemplo).

Estas variáveis englobam a mercadoria pretendida pelo cliente para não exceder a capacidade da viatura, o tempo necessário para a descarga tendo uma contabilização do tempo melhor, o horário no qual o cliente poderá receber a mercadoria evitando tempos de esperar, as características do cliente e os recursos necessários para a descarga evitando constrangimentos no trânsito, acessibilidade e facilidade na descarga da mercadoria.

The screenshot shows a software window titled "Rotas - Campos da Simulação" with a user name "Rui" in the top right corner. Below the title bar are three tabs: "Tarefas", "Recursos", and "Depósitos", with "Recursos" currently selected. The main area contains a grid of simulation parameters, each with a checkbox or a dropdown menu. The parameters are organized into four columns:

Column 1 (Left)	Column 2	Column 3	Column 4 (Right)
☐ Tipo	☒ Características	☒ Todas as Características?	☒ Lado da Rua
☒ Paletes	☒ Peso	☐ Qtd. 3	
☐ Qtd. 4	☐ Qtd. 5	☐ Quantidade 6	
☐ Quantidade 7	☐ Quantidade 8	☐ Quantidade 9	
☒ Duração Fixa Visita	Duração unitária em tempo (H) [dropdown]	Usar penalização por atraso [dropdown]	☐ Tempo Total na Janela?
☒ Janela Horária 1	☒ Janela Horária 2	☐ Janela Horária 3	☐ Janela Horária 4
☒ Dias Janela 1	☒ Dias Janela 2	☐ Dias Janela 3	☐ Dias Janela 4
☐ Frequência	☐ Duração da Divisão	☐ Duração Mínima para permitir Divisão	
☒ Recursos Atribuídos	☐ Recursos a Excluir	☐ Custo Terceiros	
☐ Recurso para Avaliação	☐ Dia para Avaliação	☐ Sequência para Avaliação	
☐ Compatibilidade com Recursos	☐ Espaçamento Máximo	☐ Espaçamento Mínimo	
☐ Precedência	☐ Duração Máxima Precedência	☐ Duração Mínima Precedência	
☐ Última Visita	☐ Fixar Tarefa		

Figura 11 - Variáveis consideradas numa simulação de rotas de cliente

Na figura seguinte estão apresentadas as variáveis considerados para as viaturas.

Figura 12 - Variáveis consideradas numa simulação (Viaturas)

Na figura 12 verifica-se o que é considerado ao definir as rotas referente às viaturas. As suas características (Capacidade da viatura, se tem ajudante, porta-paletes ou plataforma elétrica, por exemplo), o máximo de paletes, o custo unitário, custo fixo de utilização, horário de almoço do motorista, máximo de horas para realizar, horas extra, ajuste de velocidade, peso máximo, custo fixo de não utilização, o tempo mínimo de viagem, consumo médio da viatura, dias de trabalho, tempo fixo de carga, se carrega no início e se o início é otimizado, ou seja, se o horário de carga é ajustado consoante a janela do primeiro cliente a entregar.

Estas variáveis permitem evitar o excesso de carga na viatura, verificar se é possível a existência de ajudante, porta-paletes ou plataforma elétrica (Em caso de não ser possível essa viatura não poderá abastecer clientes que o requisitem), o custo da viatura, custo fixo de utilização, o custo de não utilização e o consumo da viatura fazendo com que os resultados da solução sejam aproximados à realidade, o máximo de horas de trabalho, horário de máximo, dias de trabalho e se é possível a realização de horas visando cumprir as condições dos distribuidores logísticos, o tempo fixo de carga e se o horário de carga é otimizado ou não para que o simulador sabia quando colocar as cargas das viaturas.

A empresa viu no planeamento de rotas e no simulador uma oportunidade de estudo visando a redução de custos associados aos transportes. Numa fase inicial, os colaboradores foram trabalhando no simulador realizando alguns testes, descobrindo algumas funcionalidades do mesmo e onde poderiam ou não alterar. Posteriormente, repararam que com as tarefas diárias, os colaboradores não davam tanta atenção ao simulador. Com isso, surgiu a dúvida em relações às rotas traçadas e se era possível otimizar as mesmas e se o simulador estava a ser utilizado da forma correta (se algumas funcionalidades presentes no mesmo poderiam ajudar na otimização das rotas). Para isso a empresa resolveu ter um estagiário que daria a devida atenção a este processo de definição de rotas, sendo que o principal objetivo a redução do custo associando à entrega das mercadorias, da distância percorrida (Kms realizados pelas viaturas), do número de viaturas que são necessárias para realizar a entrega dos produtos e do número de clientes não planeados.

Este capítulo enquadra-se na primeira fase (Construção) da metodologia de investigação seleccionada apresentada no subcapítulo 1.3.

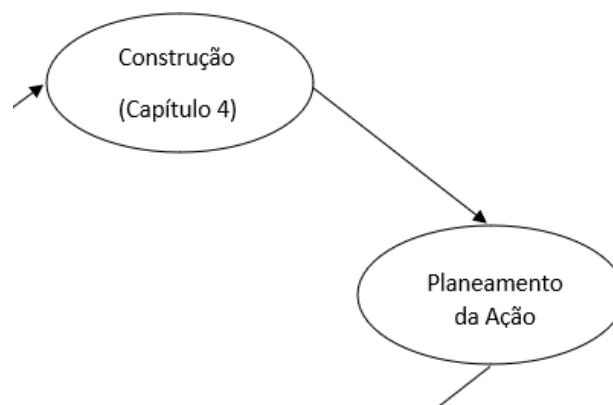


Figura 13 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Construção)

É neste capítulo onde são realizadas questões de forma a esclarecer o problema inicial para iniciar a segunda fase da metodologia de investigação seleccionada (Planeamento da Ação).

4.2. Sap (Software de Gestão)

O SAP é um software de ERP, que é utilizados todos os dias como uma das principais ferramentas de trabalho. Este software centraliza toda a informação sobre clientes, viaturas, encomendas, entre outros. É utilizado em toda a empresa, centralizando toda a informação necessária para todos os departamentos que através deste software obtêm toda a informação necessária para a realização dos processos necessários.

4.2.1. Systemanalyse Programmentwicklung (SAP)

O SAP é um software que oferece uma centralização de informação para ajudar na apresentação de uma única versão de dados, fidedigna. Com esta centralização, colaboradores de vários departamentos podem ter acesso à mesma base de dados, eliminando a possibilidade da criação de dados duplicados aumentando o risco de erros e o custo de armazenamento de TI.

4.2.2. SAP na Lactogal

O SAP é a ferramenta de software de suporte utilizada na generalidade dos departamentos da Lactogal (Logística, Produção, Financeira, Informática).

Fornecida inicialmente em modo standard, ao longo dos anos tem sido adaptada às necessidades específicas da Lactogal e mais especificamente de cada departamento, através de intervenção da Informática (DSI).

Referente ao ciclo da encomenda, as mesmas podem ser integradas em SAP de várias formas: através de envio direto pelo cliente via EDI, através de envio pelo comercial Lactogal via Neptuno, ou lançadas diretamente em SAP pelas colegas do Call-Center.

As encomendas são posteriormente verificadas quanto ao nível de plafond e diferenças de preços dos clientes, nos casos em que não estejam de acordo têm de ser analisadas pela Financeira, podendo ser desbloqueadas ou anuladas.

No passo seguinte, as encomendas são verificadas quanto a nível de stocks e datas de validade dos artigos encomendados.

Caso haja conflito, terá de haver intervenção manual por parte do Planeamento que após análise pode forçar a libertação dos artigos ou proceder a corte, que pode ser parcial ou total. Quando uma encomenda está completamente verificada tanto a nível de stocks como de datas de validade, gera automaticamente um novo documento, a remessa.

Após carregamento o transportador é responsável pela mercadoria e deve reportar qualquer incidência à Distribuição da Lactogal. Por fim, estes transportadores seguem a rota definida pela ação do TourSolver.

4.2.3. Ligação SAP-TourSolver

O Simulador TourSolver para simular as rotas para o próximo dia necessita de um software que fornece a informação necessária para ele trabalhar, esse software neste caso específico é o SAP. A empresa combina assim os dois softwares nas suas instalações.

Em SAP são separados os clientes consoante o centro que se pretende simular as rotas de abastecimento a clientes, e o volume da encomenda a ser enviado, para o TourSolver simular esses clientes consoante as informações inerentes aos mesmos.

O SAP contém todas as informações indispensáveis, nome do cliente, janela horária para a receção da mercadoria, morada, tipologia (capacidade da viatura) que aceita, se necessita de porta-paletes, ajudante e plataforma elétrica e coordenadas são algumas variáveis que o simulador obtém através do SAP. Para este estudo não foi necessário um contacto direto com o SAP, ao extrair os dados simulados de um determinado dia o simulador devolve um ficheiro Excel onde contém toda essa informação.

Quando algum cliente necessita de alterar algum parâmetro ou é detetado algum erro durante as simulações envolvendo as variáveis acima apresentados é preciso modificar em SAP para que o simulador considere a informação correta.

4.3. TourSolver

Neste subcapítulo vão ser apresentadas algumas funcionalidades do simulador TourSolver e os processos intrínsecos ao mesmo.

4.3.1. Funcionalidades do TourSolver

O TourSolver disponibiliza um conjunto considerável de recursos que nos permitem obter muita informação para o acompanhamento e monitorização das viaturas e rotas, permite a elaboração de rotas e conta com inúmeros recursos, alguns desses recursos, segundo, Nomadia (2023) são:

- **Otimização de rotas**
 - É possível definir mais de 150 variáveis;
 - Inclui veículos elétricos e até 11 modos de transporte;
 - Considera o tráfego, condições climáticas e zonas de trânsito proibido;
- **Assistência em campo**
 - Funcionalidade que permite organizar tarefas, tais como: relatórios sobre o estado da encomenda, assinaturas, fotos, etc.
- **Acompanhamento em tempo real**
 - É possível visualizar se as encomendas estão atrasadas ou no horário planeado, compromissos remarcados ou cancelados e ver a diferença entre o cronograma real e previsto, conta ainda com alertas que possibilitam uma reação rápida a qualquer disrupção, mantendo o utilizador informado.
- **Experiência do Cliente**
 - Permite estabelecer um relacionamento duradouro e de alta qualidade:
 - Portal para um agendamento personalizado para diretores;
 - Programação de horários;
 - Notificações de acompanhamento por e-mail e SMS;
 - Relatórios personalizados e pesquisas de satisfação.

- **Ergonomia e Integração**

- É uma aplicação SaaS pronta para usar, fácil de usar, intuitiva e personalizável;
- A autenticação SSO (Single Sign-On) garante segurança e conveniência, enquanto um assistente guia o usuário na descoberta desta ferramenta;
- Importar e exportar dados serão realizados por meios de conectores (Google Suite, MS Office, QuickBook ou Software de faturamento, etc.);
- A API possibilita integrar a otimização de circuitos nas suas aplicações.

4.3.2. Visão Inicial (Tela) do simulador

Numa visão inicial é nos apresentado uma tabela com a opção de filtragem por coluna/s. Estas colunas dão-nos as seguintes informações: Operações, ID, Armazém, Nome, Data Criação, Utilizador, Data Início, Data Fim, Estado TSDK e Data Estado. Já as linhas correspondem a uma solução.

Na tabela 4, está apresentada uma breve descrição de cada coluna.

Tabela 4 - Descrição Colunas TourSolver

<u>Operações</u>	Possibilidade de eliminar a solução, visualizar as rotas, aceso ao manifesto e conhecimento de resultados.
<u>ID</u>	Número de identificação
<u>Armazém</u>	Local de onde partem as viaturas ou centro de distribuição
<u>Nome</u>	Podemos verificar o número de transporte, o número do nó (CD), dia da semana e dia, mês e ano
<u>Data Criação</u>	Data e Hora da criação da simulação
<u>Utilizador</u>	Nome de quem realizou a simulação
<u>Data Início</u>	Data e Hora que a simulação começou
<u>Data Fim</u>	Data e Hora que a simulação finalizou
<u>Estado TSDK</u>	Estado em que a simulação se encontra (Simulado, A Simular, ...)
<u>Data Estado</u>	Data e Hora que a simulação é encerrada

4.3.3. Solução Obtida

Através da tabela 4 apresentada acima e após o término de cada simulação, é devolvido um mapa onde é possível visualizar quais as rotas traçadas, podendo aceder ao trajeto das viaturas e que clientes fornecem, realizar alterações nas rotas (processo manual), podendo ser alterado um cliente de rota, modificar especificações do cliente ou da viatura, “forçando” a entrada de algum cliente nas rotas, por exemplo.

A figura 14 ilustra a solução do Solver TourSolver, detalhando as rotas obtidas. Esta também se encontra no Anexo I.

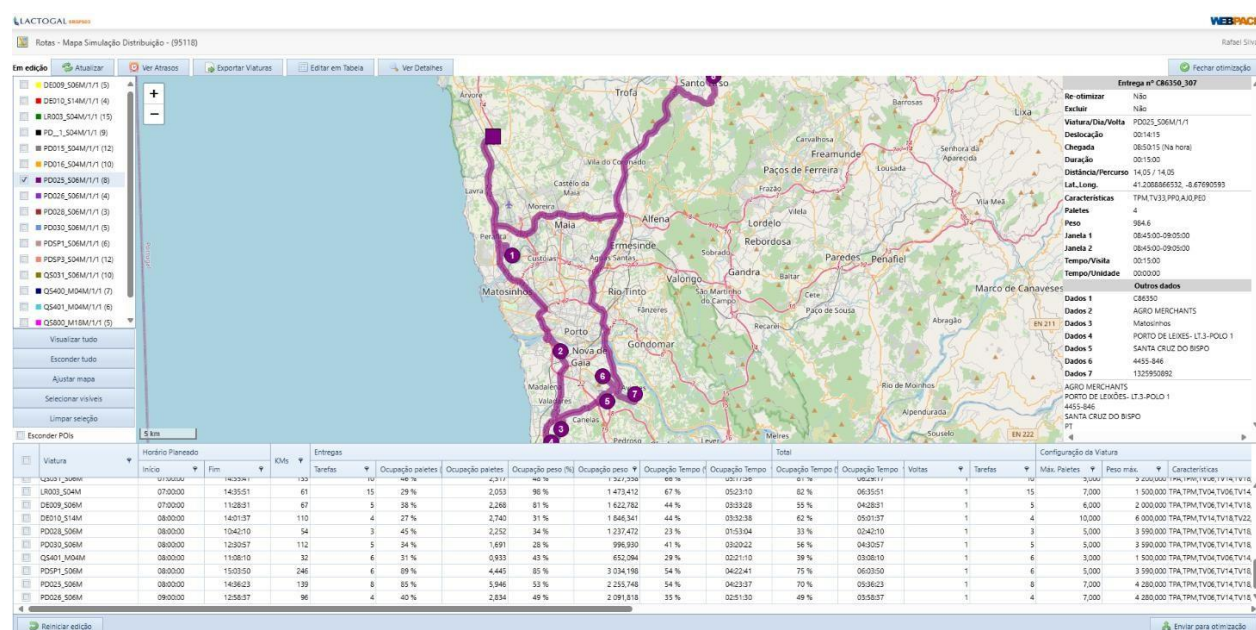


Figura 14 - Visualização de Rotas entre Centros de Distribuição e clientes (TourSolver)

A figura 15 estão catalogadas as viaturas e as suas respectivas rotas. Através desta figura é possível selecionar rota para visualização e o número de clientes associados a cada viatura (Número entre parênteses). Além disso, pode-se concluir qual é a viatura a utilizar, qual a tipologia (Capacidade), o número de dias de trabalho e o número de voltas que a viatura irá realizar, por exemplo, DE009_S06M/1/1, é a viatura DE009 com capacidade para 6 paletes, que faz um dia de trabalho e dá uma volta, ou seja, não é necessário cargar a viatura uma segunda vez para bastecer mais clientes.

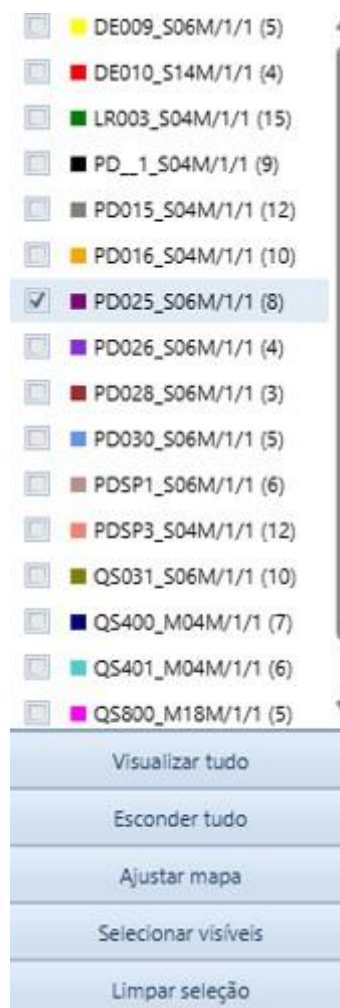


Figura 15 - Lista de Rotas

Na figura 16 podemos ver o mapa onde as rotas traçadas pelo simulador são ilustradas, este mapa mostra todas as rotas que são seleccionadas na lista presente na figura 15. Nas rotas são visíveis todos os clientes que a viatura irá abastecer (representados com um número) e representado com um quadrado o centro de distribuição de onde as viaturas realizam a carga e iniciam o trajeto.

As viaturas estão previamente seleccionadas com os distribuidores logísticos, tendo uma lista de 32 viaturas que podem ser utilizadas, em caso de ser necessário alguma viatura extra, é necessário comunicar com os distribuidores averiguando a possibilidade de conseguir mais alguma uma viatura. Este problema pode surgir devido há existência de muitos clientes para fornecer ou um elevado volume de encomendas.

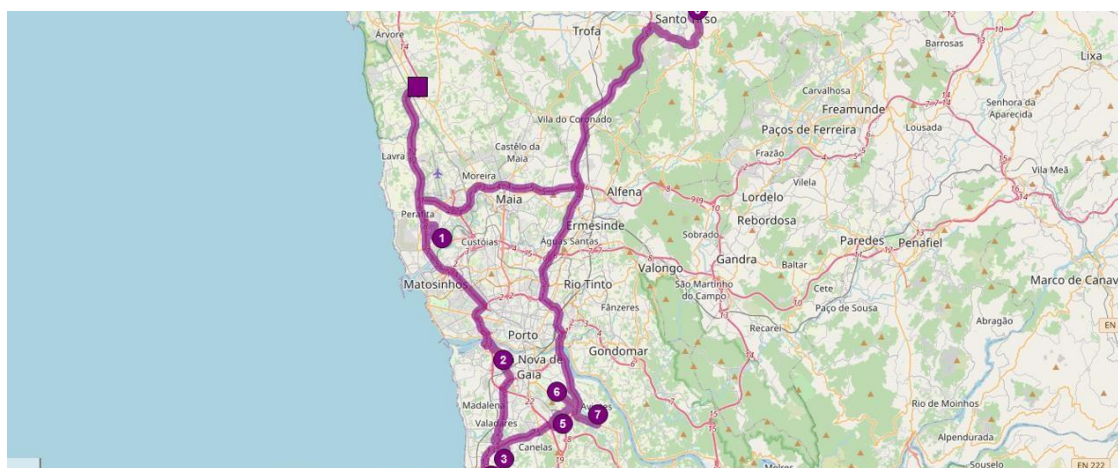


Figura 16 - Ilustração de Rotas

A figura 17 apresenta informações que são reveladas aquando da sobreposição do cursor em algum cliente presente nas rotas (Sobreposição num dos números visíveis na figura 16). Através deste processo é possível verificar qual a viatura que iria abastecer o cliente em causa, o tempo de deslocação desde o último cliente, a hora prevista de chegada, a duração da receção da mercadoria, a distância percorrida desde do última cliente abastecido, morada, localidade e código-postal do cliente, número de paletes e peso da encomenda, janelas horárias do recetor e características da viatura que irá entregar a mercadoria.

Entrega nº C86350_307	
Re-otimizar	Não
Excluir	Não
Viatura/Dia/Volta	PD025_S06M/1/1
Deslocação	00:14:15
Chegada	08:50:15 (Na hora)
Duração	00:15:00
Distância/Percurso	14,05 / 14,05
Lat.,Long.	41.2088866532, -8.67690593
Características	TPM,TV33,PP0,AJ0,PE0
Paletes	4
Peso	984.6
Janela 1	08:45:00-09:05:00
Janela 2	08:45:00-09:05:00
Tempo/Visita	00:15:00
Tempo/Unidade	00:00:00
Outros dados	
Dados 1	C86350
Dados 2	AGRO MERCHANTS
Dados 3	Matosinhos
Dados 4	PORTO DE LEIXES- LT.3-POLO 1
Dados 5	SANTA CRUZ DO BISPO
Dados 6	4455-846
Dados 7	1325950892
AGRO MERCHANTS	
PORTO DE LEIXÕES- LT.3-POLO 1	
4455-846	
SANTA CRUZ DO BISPO	
PT	

Figura 17 - Tooltip de informação e previsões sobre um determinado cliente

Além do mapa apresentado na figura 16, também é possível aceder a algumas das informações com relevância para a empresa. Na figura 18, está apresentada a tabela resultante de um única simulação (Resultado de uma simulação correspondente a um dia e centro específicos) onde estão enumeradas essas informações relevantes.

Estatísticas		
	Inicial	Atual
Custo Total	0	8 451
Distância	0	3 388 272
Tempo de Viagem	00:00:00	2d 10:42:08
Custo de Viagem	0	1 837
Tempo de Trabalho	00:00:00	2d 19:11:21
Custo de Trabalho	0	0
Tempo de Trabalho Extra	00:00:00	00:00:00
Custo de Trabalho Extra	0	0
Tempo de Descanso	00:00:00	12:00:00
Custo Noturno	0	0
Custo de Transportador	0	0
Custo de Entrega	0	0
Custo Fixo	0	6 614
Quantidade Recolhida	0	0
Quantidade Entregue	0	188
Visitas por Planear	190	2
Tempo de Atraso	00:00:00	00:00:00
Tempo de Espera	00:00:00	02:33:53
CO2	0 Kg	0 Kg

Figura 18 - Tabela de Resultados da Solução Obtida (Output)

A figura 18 apresenta uma tabela resumo de uma solução. Esta tabela é fornecida através do TourSolver para cada simulação realizada. Através desta tabela podemos inferir qual o custo total para a realização de uma solução, a distância percorrida, o tempo de viagem total, o custo da viagem, o tempo de trabalho total, o tempo de descanso total, o custo fixo total, a quantidade de clientes entregues, o número de cliente que, segundo o simulador, ficariam por entregar e o tempo de espera das viaturas (Coluna “Atual”), já na coluna “Inicial” é possível verificar o número de clientes presente na instância instruída ao TourSolver (Visitas por Planear).

4.3.4. Criação de uma Nova Simulação

Com a base de dados utilizada nas simulações reais enunciadas no subcapítulo anterior, foi elaborado o devido tratamento de dados para cada cenário pretendido. Subsequentemente e com as alterações visadas, foram criadas simulações manuais no simulador para a obtenção dos seus devidos resultados.

Nas simulações realizadas foram utilizados 15 minutos, por simulação individual, como tempo de otimização, pois é o tempo de simulação que fornece uma simulação com melhores resultados.

Na Figura 19 é apresentado um gráfico de forma a sintetizar o processo de criação de uma nova simulação, este processo foi realizado para cada simulação de forma a iniciar o processamento do simulador.

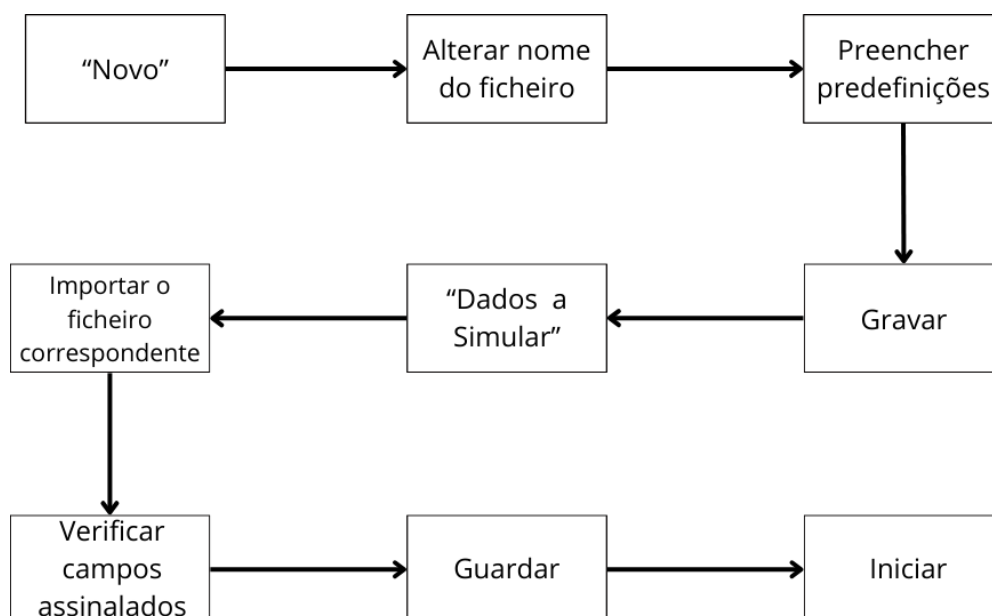


Figura 19 - Criação de uma nova simulação

Este processo é utilizado quando a empresa verifica uma possível melhoria e para verificar é necessário criar uma instância e realizar este processo para enviar a instância para o TourSolver. Ao realizar este processo o TourSolver realiza a simulação e envia a solução.

4.3.5. Extração de Resultados e Dados Simulados

Este projeto tem como baseline os resultados reais obtidos no período de estudo. Através da extração dos resultados é possível obter um ficheiro, onde se verifica quantos clientes não foram fornecidos e especificações do cliente (volume e peso da encomenda, capacidade de viaturas que conseguem descarregar entre outros) e informação detalhada e separada consoante as viaturas/ rotas, como por exemplo, horários de chegada e partida, tempos de espera, o cliente que abasteceram, a distância percorrida, entre outros.

Para a elaboração das simulações foi necessário ter conhecimento da base de dados associadas às simulações. Com a extração desses dados é devolvido um ficheiro “Instância de Dados” onde é fornecida a informação de que clientes tinham de ser fornecidos nesse dia e as suas características, que viaturas estavam disponíveis e características e quais as restrições associadas.

Este processo baseia-se em obter a instância de dados fornecida ao TourSolver através da solução obtida.

Estas informações têm o ponto inicial em comum, a tabela 4 apresentada no subcapítulo 4.3.2.

4.4. Resumo da Análise do Cenário Atual

Neste subcapítulo é analisado e discutido todo o cenário atual da empresa visando detetar possíveis lacunas nos processos realizados pela empresa.

Ao longo da primeira fase da metodologia de investigação selecionada foram acompanhados todos os processos diários no planeamento e definição de rotas de abastecimento de clientes e soluções obtidas através do TourSolver.

Através desse acompanhamento e análise das soluções obtidas do TourSolver foram verificadas alguns problemas com clientes específicos devido a localizações mais distantes dos centros de distribuição ou unidades fabris que os abastecem, algumas funcionalidades existentes no TourSolver que não estariam a ser utilizadas e alguns erros detetados no TourSolver, por exemplo, funcionalidades existentes, mas que não afetariam a simulação nem as soluções. Com isso, foram criados três cenários onde as instâncias enviadas para o TourSolver são alteradas consoante a tabela 5.

Instâncias	Caracterização
0	Instância inicial, base para a comparação com as instâncias 1, 2 e 3 (Dados, Informações e custos ao longo do tempo de estudo)
1	Divisão dos clientes consoante a janela horária dos mesmos
2	Atribuição de uma zona, previamente estabelecida, a cada cliente e viatura
3	Eliminação dos horários fixos de carga, colocando esses horários a serem otimizados consoante a hora de entrega do primeiro cliente

Tabela 5 - Explicação das instâncias

Esta seleção foi realizada com base nas análises realizadas diariamente e ideias que a empresa já possuía, por exemplo divisão dos clientes por Zonas e a otimização do horário de carga em Modivas, já o Manhã Tarde foi selecionado para comprovar ideias da empresa.

Estes cenários foram criados visando que com as alterações realizadas nas instâncias que são enviadas para o TourSolver, otimizassem melhor as rotas de abastecimento de clientes.

5. Elaboração de Propostas de Melhoria

Neste capítulo vai ser apresentada uma breve introdução sobre simuladores de rotas e apresentação de alguns simuladores e as suas principais características. Posteriormente, o TourSolver, simulador que foi trabalhado ao longo deste trabalho, contará com referências ao seu funcionamento e algumas das suas características.

Será, também, enunciado e explicado como foram realizadas as simulações, o tratamento dos ficheiros Excel, os resultados obtidos, conclusões que se retiram dos resultados, possíveis razões para o ocorrido e algumas dificuldades encontradas durante a elaboração de cada cenário.

Serão enunciados três cenários: Cenário Manhã Tarde, Cenário por Zonas e Cenário por Otimização do Horário de Carga. Para todas as simulações foram utilizados dois centros de distribuição: Modivas e Frielas foram os dois centros escolhidos para serem alvo de estudo devido à maior número de clientes para abastecer por dia. Com isso, as simulações foram elaboradas para ambos os CD de forma a tirar conclusões mais fidedignas.

Numa fase inicial e para ter a base de comparação (realidade), foram extraídos os resultados originais obtidos nos centros de Modivas e Frielas com os clientes não planeados, Kms por viatura, entre outros dados. Estes resultados são oriundos do TourSolver (simulador). Entrando no simulador foram procurados os dias entre o 06 de novembro e o 29 de novembro para o centro de Modivas e os dias entre 12 de novembro a 29 de novembro para o centro de Frielas, após ter esta filtragem foram exportados todos os ficheiros Excel com as soluções e respetivos resultados correspondentes de cada dia e centro. Com estes ficheiros exportados, já foi conseguida a base para a comparação com as simulações posteriormente realizadas e também sabemos quais os dados que foram simulados. Com os ficheiros que têm as características dos contratos e clientes, foram criadas cópias de todos os dias para que depois fossem devidamente tratados consoante o cenário pretendida. Após o devido tratamento foram enviados para o TourSolver simulando novas rotas.

Uma vez simulados todos os dias, foram extraídos os resultados das novas soluções. Para a realização da sua devida análise foi, posteriormente, elaborada uma tabela resumindo dados como os Kms percorridos, número de viaturas utilizadas, clientes não planeados e o custo.

Após a percepção do problema, neste início de capítulo (Capítulo 5 até subcapítulo 5.1.2) é realizada a segunda fase da metodologia de investigação (Planeamento da Ação).

Aqui é necessário um planeamento para estabelecer que processos serão realizados e quando serão realizados.

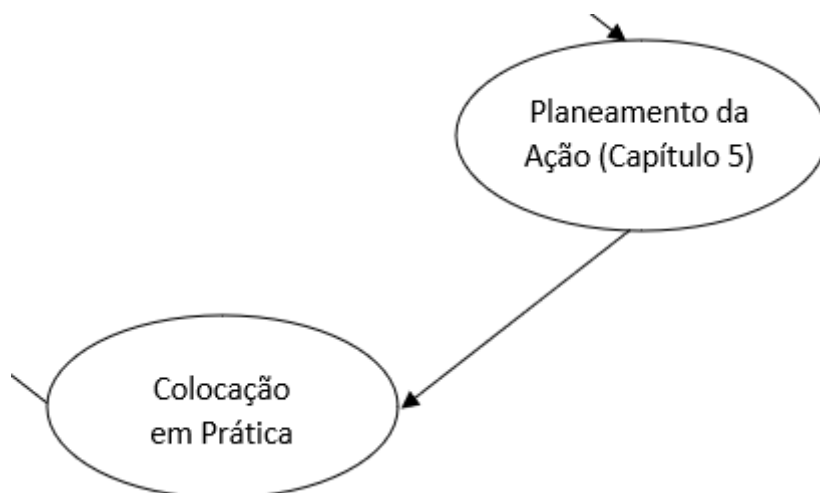


Figura 20 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Planeamento da Ação)

Com o planeamento estruturado o próximo passo é a colocação do planeamento em prática.

Posteriormente é necessário colocar em prática os processos planeados, este terceiro passo da metodologia de investigação está associado do subcapítulo 5.2 até ao subcapítulo 5.4.3.

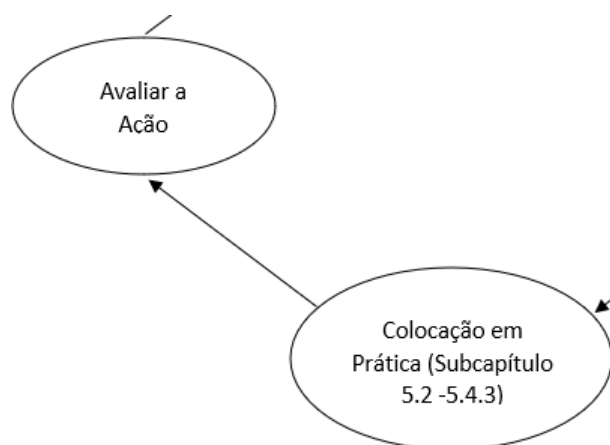


Figura 21 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Colocação em Prática)

Por fim, depois de realizar os processos planeados na segunda fase da metodologia é necessário avaliar os resultados obtidos através da ação.

5.1. Simulações Originais

Com a exportação dos resultados originais obtidos entre o 06 de novembro e o 29 de novembro para o centro de Modivas e os dias entre 12 de novembro a 29 de novembro para o centro de Frielas, foram elaboradas duas tabelas, uma com o centro de Modivas e outra com o centro de Frielas, com os resultados originais de ambas.

Nessas tabelas são apresentadas as variáveis de comparação (linhas), tendo então quatro variáveis para a comparação: Kms percorridos, Número de viaturas utilizadas, Número de clientes não planeados e o custo. Ainda nas linhas está apresentado o tipo de viaturas utilizadas (TV04, TV06, TV14, TV18), Viaturas com capacidade para 4 paletes (TV04), viaturas para capacidade para 6 paletes (TV06), 14 paletes (TV14) e 18 paletes (TV18). Já nas colunas está apresentado os dias da semana. Por isso, as tabelas contam com secções onde é apresentado a soma dos valores, nas colunas é a soma por dia da semana e nas linhas a soma por tipologia (Capacidade) das viaturas. Tendo estas tabelas, temos a base de comparação com os cenários a estudar mais à frente.

5.1.1. Original Modivas

Na tabela abaixo podemos verificar a soma dos valores dos KPIS obtidos nas soluções.

De forma a obter um estudo mais preciso, os valores obtidos foram divididos consoante a capacidade (TV) da viatura e por dia da semana, de forma a verificar se existe alguma falha ou oportunidade de melhoria no que toca às viaturas e colocando em causa o plano de distribuição, se for verificado uma grande discrepância de valores pode ser uma falha no plano de distribuição.

Tabela 6 - Resultados Originais do entreposto Modivas

		2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Soma TV
KMs	TV04	2 791,47	4 211,91	4 871,45	5 891,71	5 107,56	22 874,10
	TV06	3 210,54	3 256,70	4 235,51	4 094,09	4 474,07	19 270,90
	TV14	372,11	239,33	169,12	500,97	589,67	1 871,20
	TV18	2 800,65	4 418,78	4 691,02	7 412,96	5 102,90	24 426,31
	Soma	9 174,76	12 126,71	13 967,11	17 899,73	15 274,20	68 442,51
	Total	68 442,51					
NºViaturas	TV04	32,00	34,00	45,00	49,00	46,00	206,00
	TV06	18,00	22,00	29,00	29,00	29,00	127,00
	TV14	3,00	2,00	3,00	4,00	4,00	16,00
	TV18	18,00	30,00	37,00	40,00	36,00	161,00
	Soma	71,00	88,00	114,00	122,00	115,00	510,00
	Total	510,00					
Não Planeadas	TV04	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	9,00
	TV06	2,00	7,00	4,00	0,00	0,00	13,00
	TV14	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
	TV18	0,00	2,00	0,00	5,00	1,00	8,00
	Soma	2,00	18,00	4,00	6,00	1,00	31,00
	Total	31,00					
Custos	TV04	7 219,73 €	8 293,95 €	10 625,73 €	11 863,86 €	10 925,78 €	48 929,05 €
	TV06	6 153,90 €	7 147,75 €	9 389,89 €	9 310,69 €	9 523,48 €	41 525,70 €
	TV14	913,01 €	604,91 €	825,72 €	1 219,42 €	1 257,56 €	4 820,62 €
	TV18	6 186,37 €	10 168,70 €	12 108,88 €	14 425,39 €	12 088,65 €	54 978,00 €
	Soma	20 473,01 €	26 215,32 €	32 950,22 €	36 819,35 €	33 795,47 €	150 253,36 €
	Total	150 253,36 €					

Nas linhas da tabela acima encontra-se a tipologia (Capacidade) das viaturas e nas colunas os dias da semana. Os valores estão apresentados por tipologia (Capacidade) por dia da semana, por exemplo, as viaturas de tipologia 04 (Capacidade para 4 paletes) realizou 2791,47 kms às segundas-feiras. Já nas colunas vemos que às segundas-feiras as viaturas com capacidade para 4 paletes realizaram 2791,47 kms. Na linha “Soma” é apresentado o valor total dos KPI’s num dia da semana, por exemplo nas segundas-feiras foram percorridos 9174,76 kms e na linha “Total” é apresentado o valor total do número de kms percorridos durante todo o período analisado. Por fim, na coluna “Soma TV” é apresentado o valor total segundo uma tipologia (Capacidade), por exemplo, as viaturas de tipologia 04 realizou 68442,51 kms durante o período de estudo.

5.1.2. Original Frielas

Na tabela abaixo podemos verificar a soma dos valores dos KPIS obtidos nas soluções.

De forma a obter um estudo mais preciso, os valores obtidos foram divididos consoante a capacidade (TV) da viatura e por dia da semana, de forma a verificar se existe alguma falha ou oportunidade de melhoria no que toca às viaturas e colocando em causa o plano de distribuição, se for verificado uma grande discrepância de valores pode ser uma falha no plano de distribuição.

Tabela 7 - Resultados Originais do entreposto Frielas

		2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Soma TV
KMs	TV04	1 856,02	4 034,76	3 455,06	2 098,14	3 759,95	15 203,93
	TV06	2 906,55	2 191,41	2 115,69	3 032,17	3 646,90	13 892,73
	TV14	1 136,96	2 570,17	2 169,48	1 462,08	2 359,96	9 698,66
	TV18	844,87	1 632,66	1 152,34	1 250,39	1 366,58	6 246,83
	Soma	6 744,40	10 429,00	8 892,58	7 842,79	11 133,39	45 042,15
	Total	45 042,15					
NºViaturas	TV04	19,00	30,00	29,00	29,00	27,00	134,00
	TV06	11,00	18,00	17,00	18,00	18,00	82,00
	TV14	4,00	7,00	6,00	6,00	7,00	30,00
	TV18	7,00	12,00	10,00	11,00	12,00	52,00
	Soma	41,00	67,00	62,00	64,00	64,00	298,00
	Total	298,00					
Não Planeadas	TV04	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	TV06	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	3,00
	TV14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TV18	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,00
	Soma	2,00	0,00	3,00	0,00	1,00	6,00
	Total	6,00					
Custos	TV04	4 691,33 €	7 926,34 €	7 452,88 €	6 815,13 €	7 194,18 €	34 079,85 €
	TV06	4 099,54 €	5 323,36 €	5 052,47 €	5 777,37 €	6 109,33 €	26 362,07 €
	TV14	1 752,70 €	3 392,30 €	2 888,91 €	2 492,77 €	3 274,58 €	13 801,25 €
	TV18	2 509,16 €	4 421,23 €	3 549,02 €	3 892,76 €	4 248,27 €	18 620,44 €
	Soma	13 052,73 €	21 063,22 €	18 943,28 €	18 978,02 €	20 826,36 €	92 863,61 €
	Total	92 863,61 €					

Nas linhas da tabela acima encontra-se a tipologia (Capacidade) das viaturas e nas colunas os dias da semana. Os valores estão apresentados por tipologia (Capacidade) por dia da semana, por exemplo, as viaturas de tipologia 04 (Capacidade para 4 paletes) realizou 1856,02 kms às segundas-feiras. Já nas colunas vemos que às segundas-feiras as viaturas com capacidade para 4 paletes realizou 1856,02 kms. Na linha “Soma” é apresentado o valor total dos KPI’s num dia da semana, por exemplo nas segundas-feiras foram percorridos 6744,40 kms e na linha “Total” é apresentado o valor total do número de kms percorridos durante todo o período analisado. Por fim, na coluna “Soma TV” é apresentado o valor total segundo uma tipologia (Capacidade), por exemplo, as viaturas de tipologia 04 realizou 15203,93 kms durante o período de estudo.

Com estes resultados verificamos que, em Modivas, existe um maior número de Kms percorridos, viaturas utilizadas e mais custos às quartas-feiras, quintas-feiras e sextas-feiras. No que toca às viaturas, as viaturas de capacidade 04, 06 e 18 são as que realizam mais Kms, as que mais são utilizadas e as que carregam mais custos.

Já em Frielas, as viaturas que mais percorrem Kms, mais são utilizadas e que aportam mais custo são as viaturas de capacidade 04 e 06. Por fim verificamos que no centro de distribuição de Frielas são percorridos mais Kms e têm mais custos às terças-feiras e sextas-feiras.

Com bases nas lacunas apresentadas acima e na tentativa de melhorar os resultados apresentados, a minha proposta é trabalhar nos cenários Manhã Tarde, Zonas e OHC.

Estes cenários aportam algumas restrições nas instâncias enviadas ao simulador TourSolver, restrições essas que não constam nos dados originais.

5.2. Cenário Manhã Tarde

No cenário Manhã Tarde foi escolhida como a primeira a ser realizada, esta consiste na divisão dos clientes da parte da manhã e parte da tarde. Neste cenário foi necessário criar dois cenários distintos, o cenário Manhã e o cenário tarde. Com esta divisão é pretendido inferir se é possível otimizar as rotas com a divisão dos clientes ao longo do dia, criando duas fases de entrega (Manhã e Tarde). Este cenário implica que as viaturas teriam de carregar duas vezes ao dia quando têm clientes para abastecer nestas duas fases (Manhã Tarde).

No cenário Manhã a instância colocada no simulador conta com os clientes cuja janela horária é considerada Manhã. Já o cenário tarde conta com os clientes que a janela horária é considerada tarde.

As viaturas disponíveis são as mesmas para ambos os cenários, com isso existe a necessidade de retirar e alterar o horário das viaturas da instância do cenário tarde, consoante a utilização no cenário manhã.

Quando as viaturas não são utilizadas no cenário Manhã, estas podem ser utilizadas no cenário tarde a 100%.

Já as viaturas que foram utilizadas no cenário Manhã, só fazem parte da instância do cenário tarde se ao fim da sua rota sobrar mais de duas horas de trabalho. Neste caso, é necessária uma alteração no horário de trabalho dessas viaturas no cenário tarde (Tabela 8).

Por fim, as viaturas cujo tempo de trabalho foi totalmente utilizado ou que apenas falte menos de duas horas de trabalho serão retirados do cenário tarde.

5.2.1. Pré processamento de dados da simulação

Como o próprio nome indica, neste cenário, os clientes foram divididos consoante a janela horária (os que têm janela horária de manhã e os com janela horária de tarde), a divisão foi feita da seguinte forma:

Tabela 8 - Divisão das Janelas Horárias dos Clientes

5h-15h30	Manhã
5h- 20h50	Tarde
15h50- 20h50	Tarde

Na tabela acima, estão apresentadas de forma sucinta as alterações realizadas na instância utilizada nas simulações originais (5.1), que consiste na divisão dos clientes em manhã ou tarde. Todos os clientes fornecem um horário no qual é possível receberem a mercadoria, clientes cuja sua janela horária termine as 15h20 ou antes foram considerados para a manhã, clientes que têm a janela horária durante o dia todo são considerados para a tarde, devido à maior afluência de clientes na parte da manhã.

Estas alterações foram efetuadas nas cópias das instâncias utilizadas nas simulações originais. Para a preparação da instância de dados para o cenário Manhã e cenário Tarde, em relação a clientes, é necessário realizar uma alteração nas viaturas disponíveis e no horário das viaturas/motorista no cenário Tarde.

A alteração das viaturas disponíveis e nos horários da viatura na parte da tarde baseiam-se em três casos, no primeiro caso foram eliminados os contratos que viram o seu tempo de trabalho totalmente utilizado.

No segundo caso, as viaturas que ao terminar a sua volta só lhes restaria menos de duas horas de trabalho também seriam retirados da instância no cenário tarde devido à falta de tempo para carregar a viatura e entregar as mercadorias.

Por fim, aquelas viaturas que após a volta da manhã ficariam com 2 ou mais horas restantes voltariam a entrar no simulador com a hora exata seguinte, abaixo é apresentado um exemplo com um contrato que inicia as 8h e finaliza às 17h com as várias hipóteses.

Tabela 9 - Exemplo de alteração do horário das viaturas

<u>Início da Volta</u>	<u>Fim da Volta</u>	<u>Horário da Tarde</u>
8H	16h48min	-
8H	15h20min	-
8H	12h15min	13h-17h

O tratamento realizado da instância do cenário tarde em relação às viaturas e horários das mesmas é necessária de forma a cumprir com os horários do motorista.

Após o tratamento exemplificado na tabela 9, os ficheiros Excel foram inseridos no TourSolver para simular as rotas considerando as alterações acima apresentados.

5.2.2. Apresentação de Resultados

Após as simulações estarem realizadas foi feito uma tabela para cada centro de distribuição (CD) (Modivas e Frielas) com alguns dados importantes: Kms percorridos, N° Viaturas, Tarefas Não Planeadas e Custo. Existindo também os valores por tipologia (capacidade) da viatura nas linhas e nas colunas por dia da semana e as suas respectivas somas individuais.

5.2.2.1. Resultados das Simulações do cenário Manhã Tarde do CD Modivas

Na tabela abaixo podemos verificar a soma dos valores dos KPI'S obtidos nas soluções das simulações para cenário Manhã Tarde para o CD de Modivas.

De forma a obter um estudo mais preciso, os valores obtidos foram apresentados consoante a capacidade (TV) da viatura e por dia da semana.

Com os resultados apresentados com duas bases diferentes, podemos tirar conclusões sobre custos por tipologia (Capacidade) das viaturas e por dia da semana.

Assim podemos verificar problemas mais específicos, podendo verificar quais as viaturas cujo custo total é maior e em que dia/s da semana existe um custo maior.

Tabela 10 - Resultados Manhã Tarde Modivas

		2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Soma TV
<u>KMs</u>	TV04	3 331,23	3 701,62	5 402,53	5 063,76	5 223,40	22 722,53
	TV06	3 558,08	3 134,59	4 526,27	3 987,03	4 947,28	20 153,24
	TV14	501,28	496,77	272,50	697,74	749,42	2 717,71
	TV18	2 553,25	4 855,92	5 545,38	6 766,43	6 040,14	25 761,12
	Soma	9 943,83	12 188,88	15 746,68	16 514,97	16 960,24	71 354,60
	Total	71 354,60					
<u>NºViaturas</u>	TV04	33,00	34,00	45,00	48,00	48,00	208,00
	TV06	19,00	22,00	29,00	28,00	29,00	127,00
	TV14	3,00	2,00	2,00	4,00	4,00	15,00
	TV18	18,00	30,00	38,00	40,00	38,00	164,00
	Soma	73,00	88,00	114,00	120,00	119,00	514,00
	Total	514,00					
<u>Não Planeadas</u>	TV04	0,00	34,00	10,00	16,00	17,00	77,00
	TV06	6,00	45,00	14,00	33,00	7,00	105,00
	TV14	2,00	4,00	3,00	3,00	1,00	13,00
	TV18	0,00	10,00	2,00	32,00	5,00	49,00
	Soma	8,00	93,00	29,00	84,00	30,00	244,00
	Total	244,00					
<u>Custos</u>	TV04	7 671,61 €	8 038,81 €	10 891,26 €	11 267,88 €	11 347,70 €	49 217,26 €
	TV06	6 590,52 €	7 079,37 €	9 552,71 €	9 008,74 €	9 788,48 €	42 019,82 €
	TV14	968,55 €	715,61 €	619,18 €	1 304,03 €	1 326,25 €	4 933,62 €
	TV18	6 045,35 €	10 417,87 €	12 850,87 €	14 056,86 €	13 132,88 €	56 503,84 €
	Soma	21 276,04 €	26 251,66 €	33 914,02 €	35 637,51 €	35 595,31 €	152 674,53 €
	Total	152 674,53 €					

De uma forma geral, temos que, em Modivas, percorreu-se 71354,60 kms, utilizadas 514 viaturas, tendo 244 clientes não planeados.

Os valores estão apresentados por tipologia (Capacidade) por dia da semana, por exemplo, as viaturas de tipologia 04 (Capacidade para 4 paletes) realizou 3331,23 kms às segundas-feiras. Já nas colunas lemos que às segundas-feiras as viaturas com capacidade para 4 paletes realizou 3331,23 kms. Na linha “Soma” é apresentado a valor total dos KPI’s num dia da semana, por exemplo nas segundas-feiras foram percorridos 9943,83 kms e na linha “Total” é apresentado o valor total do número de kms percorridos durante todo o período de tempo analisado. Por fim, na coluna “Soma TV” é apresentado o valor total segundo uma tipologia (Capacidade), por exemplo, as viaturas de tipologia 04 realizou 22722,53 kms durante o período de estudo.

Ao analisar a tabela 10, é notório o elevado número de clientes, 244, que, segundo as soluções devolvidas pelo TourSolver, não seriam abastecidos. Dentro deste KPI os valores que mais

saltam à vista são os valores apresentados às terças-feiras e quintas-feiras com um total de 93 clientes não abastecidos e 84 clientes não abastecidos, respetivamente. Este facto pode surgir devido ao reduzido número de viaturas disponíveis e capacidade total das mesmas para abastecer o número de clientes pretendido, segundo o plano de distribuição. Outros valores relevantes são os valores apresentados nos clientes não abastecidos de tipologias (Capacidades) 04, 06 e 18, isto deve-se a um reduzido número de viaturas e reduzida capacidade total das mesmas para abastecer os clientes necessários.

No que diz respeito ao número de viatura utilizadas, é notório que às quartas-feiras, quintas-feiras e sextas-feiras o número de viaturas utilizadas é mais elevado. Este fator justifica o elevado número de kms percorridos correspondentes a esses mesmos dias. Devido à quantidade significativa de clientes tipologia (capacidade) 04, 06 e 18 o número de viaturas utilizadas e número de kms percorridos também são mais elevados.

5.2.2.2. Resultados das Simulações do cenário Manhã Tarde do CD Frielas

Na tabela abaixo podemos verificar a soma dos valores dos KPI'S obtidos nas soluções das simulações para cenário Manhã Tarde para o CD de Frielas.

De forma a obter um estudo mais preciso, os valores obtidos foram divididos consoante a capacidade (TV) da viatura e por dia da semana, de forma a verificar se existe alguma falha ou oportunidade de melhoria no que toca às viaturas e colocando em causa o plano de distribuição, se for verificado uma grande discrepância de valores pode ser uma falha no plano de distribuição.

Tabela 11 - Resultados Manhã Tarde Frielas

		2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Soma TV
<u>KMs</u>	TV04	3 150,91	4 932,77	4 143,99	2 567,89	5 814,93	20 610,49
	TV06	2 838,95	3 759,01	3 631,81	3 095,57	4 202,70	17 528,04
	TV14	931,58	1 576,71	1 423,48	1 376,00	2 437,59	7 745,36
	TV18	671,34	1 696,73	1 020,82	1 536,63	1 589,87	6 515,39
	Soma	7 592,77	11 965,23	10 220,10	8 576,09	14 045,09	52 399,28
	Total	52 399,28					
<u>NºViaturas</u>	TV04	20,00	29,00	30,00	29,00	28,00	136,00
	TV06	12,00	18,00	17,00	18,00	18,00	83,00
	TV14	4,00	7,00	4,00	6,00	7,00	28,00
	TV18	6,00	11,00	7,00	11,00	8,00	43,00
	Soma	42,00	65,00	58,00	64,00	61,00	290,00
	Total	290,00					
<u>Não Planeadas</u>	TV04	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00
	TV06	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	3,00
	TV14	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	4,00
	TV18	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	3,00
	Soma	2,00	6,00	1,00	0,00	3,00	12,00
	Total	12,00					
<u>Custo</u>	TV04	5 501 €	8 147 €	7 978 €	7 036 €	8 361 €	37 023 €
	TV06	4 293 €	6 170 €	5 871 €	5 812 €	6 409 €	28 555 €
	TV14	1 638 €	2 836 €	1 913 €	2 445 €	3 318 €	12 149 €
	TV18	2 116 €	4 183 €	2 624 €	4 079 €	3 273 €	16 275 €
	Soma	13 548 €	21 336 €	18 386 €	19 371 €	21 362 €	94 002 €
	Total	94 002 €					

No total, temos que, em Frielas foram percorridos 52399,28 kms, utilizadas 290 viaturas, tendo 12 clientes não planeadas.

Os valores estão apresentados por tipologia (Capacidade) por dia da semana, por exemplo, as viaturas de tipologia 04 (Capacidade para 4 paletes) realizou 3150,91 kms às segundas-feiras. Já nas colunas lemos que às segundas-feiras as viaturas com capacidade para 4 paletes realizou 3150,91 kms. Na linha “Soma” é apresentado a valor total dos KPI’s num dia da semana, por exemplo nas segundas-feiras foram percorridos 7592,77 kms e na linha “Total” é apresentado o valor total do número de kms percorridos durante todo o período de tempo analisado. Por fim, na coluna “Soma TV” é apresentado o valor total segundo uma tipologia (Capacidade), por exemplo, as viaturas de tipologia 04 realizou 20610,49 kms durante o período de estudo.

Na tabela 11 é possível verificar uma maior abundância de cliente de tipologia (capacidade) 04 e 06 justificando os valores mais elevados apresentados no número de kms percorridos por viaturas dessas tipologias e o maior número de viaturas utilizadas (Soma TV).

Já nos clientes não planeados é visível um número mais elevado às terças-feiras podendo também justificar uma alteração no plano de distribuição. Dentro deste KPI também é possível inferir que às quintas-feiras não houve clientes não planeados nas soluções da simulação, apesar disso é notório os poucos kms percorridos às quintas-feiras e um elevado número de viaturas utilizado podendo existir um menor número de clientes, no plano de distribuição, para abastecer nesse dia.

5.3. Cenário por Zonas

Este cenário baseia-se em atribuir uma zona aos clientes, consoante a sua localização geográfica.

5.3.1. Pré processamento de dados da simulação

Neste cenário, os clientes foram divididos em diferentes zonas. No centro de Modivas, os clientes foram divididos em Porto-Aveiro e Braga-Viana do Castelo como indica a tabela 12.

Tabela 12 - Escalonamento de clientes (Modivas) pelas duas zonas

Porto- Aveiro	Braga-Viana
Amarante	Amares
Baião	Arcos de Valdevez
Espinho	Barcelos
Felgueiras	Braga
Gondomar	Cabeceiras de Basto
Lousada	Caminha
Maia	Celorico de Basto
Marco de Canaveses	Esposende
Matosinhos	Fafe
Paços de Ferreira	Guimarães
Paredes	Melgaço
Penafiel	Monção
Póvoa de Varzim	Paredes de Coura
Santo Tirso	Ponte da Barca
Trofa	Ponte de Lima
Valongo	Póvoa de Lanhoso
Vila do Conde	Terras de Bouro
Vila Nova de Gaia	Valença do Minho
Porto	Viana do Castelo
Castelo de Paiva	Vieira do Minho
	Vila Nova de Cerveira
	Vila Nova de Famalicão
	Vizela

Já no centro de Frielas a divisão foi feita consoante o distrito a que pertence a localidade do cliente, neste caso as zonas seriam Lisboa, Setúbal, Leiria, Portalegre, Évora, Beja e Santarém (tabela 13).

Tabela 13 - Escalonamento de clientes (Frielas) pelo respetivo distrito

Setúbal	Lisboa	Santarém	Portalegre	Évora	Leiria	Beja
Alcácer do Sal	Alenquer	Rio Maior	Sousel	Arraiolos	Bombarral	Odemira
Alcochete	Amadora	Salvaterra de Magos	Portalegre	Borba	Caldas da Rainha	
Almada	Arruda dos Vinhos	Santarém	Monforte	Estremoz	Óbidos	
Barreiro	Azambuja	Coruche	Marvão	Évora	Peniche	
Corroios	Cadaval	Cartaxo	Arronches	Vendas Novas		
Costa Caparica	Cascais	Benavente	Avis	Viana do Alentejo		
Monte Caparica	Loures	Alpiarça	Campo Maior	Montemor-o-Novo		
Grândola	Lourinhã	Almeirim	Crato	Mora		
Sesimbra	Mafra		Elvas	Portel		
Setúbal	Odivelas		Fronteira	Vila Viçosa		
Sines	Oeiras		Alter do Chão			
Troia	Queluz					
Moita	Sintra					
Montijo	Sobral do Monte Agraço					
Palmela	Torres Vedras					
Santiago do Cacém	Vila Franca de Xira					
Santo André						
Seixal						

5.3.2. Apresentação de Resultados

Após as simulações estarem realizadas foi feito uma tabela para cada CD (Modivas e Frielas) com alguns dados importantes: Kms percorridos, N° Viaturas, Tarefas Não Planeadas e Custo. Existindo também os valores por tipologia (capacidade) da viatura nas linhas e nas colunas por dia da semana e as suas respectivas somas individuais.

5.3.2.1. Resultados das Simulações do cenário Zonas do CD Modivas

Na tabela abaixo podemos verificar a soma dos valores dos KPI'S obtidos nas soluções das simulações para cenário Zonas para o CD de Modivas.

De forma a obter um estudo mais preciso, os valores obtidos foram divididos consoante a capacidade (TV) da viatura e por dia da semana, de forma a verificar se existe alguma falha ou oportunidade de melhoria no que toca às viaturas e colocando em causa o plano de distribuição, se for verificado uma grande discrepância de valores pode ser uma falha no plano de distribuição.

Tabela 14 - Resultado Zonas Modivas

		2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Soma TV
<u>KMs</u>	TV04	3 179,17	3 823,98	4 579,67	5 926,65	4 715,54	22 225,01
	TV06	3 081,56	3 194,52	4 091,78	4 088,90	4 506,95	18 963,71
	TV14	618,70	267,63	357,89	785,19	657,19	2 686,59
	TV18	2 037,92	3 369,99	4 688,55	6 618,87	4 679,46	21 394,78
	Soma	8 917,34	10 656,12	13 717,89	17 419,60	14 559,14	65 270,09
	Total	65 270,09					
<u>NºViaturas</u>	TV04	32,00	34,00	45,00	49,00	48,00	208,00
	TV06	18,00	22,00	29,00	29,00	29,00	127,00
	TV14	3,00	2,00	3,00	4,00	4,00	16,00
	TV18	18,00	30,00	37,00	40,00	37,00	162,00
	Soma	71,00	88,00	114,00	122,00	118,00	513,00
	Total	513,00					
<u>Não Planeadas</u>	TV04	0,00	14,00	1,00	5,00	4,00	24,00
	TV06	1,00	15,00	3,00	7,00	1,00	27,00
	TV14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TV18	0,00	3,00	0,00	16,00	1,00	20,00
	Soma	1,00	32,00	4,00	28,00	6,00	71,00
	Total	71,00					
<u>Custos</u>	TV04	7 413,58 €	8 099,99 €	10 479,84 €	11 881,33 €	11 093,77 €	48 968,51 €
	TV06	6 081,67 €	7 112,93 €	9 309,40 €	9 307,78 €	9 541,89 €	41 353,68 €
	TV14	1 019,04 €	617,08 €	906,89 €	1 341,63 €	1 286,59 €	5 171,23 €
	TV18	5 751,61 €	9 570,89 €	12 107,47 €	13 972,76 €	12 102,29 €	53 505,03 €
	Soma	20 265,91 €	25 400,90 €	32 803,60 €	36 503,49 €	34 024,54 €	148 998,44 €
	Total	148 998,44 €					

No total desta simulação temos que, em Modivas, percorreu-se 65270,09 kms, utilizadas 513 viaturas, tendo 71 clientes não planeados.

Os valores estão apresentados por tipologia (Capacidade) por dia da semana, por exemplo, as viaturas de tipologia 04 (Capacidade para 4 paletes) realizou 3179,17 kms às segundas-feiras. Já nas colunas lemos que às segundas-feiras as viaturas com capacidade para 4 paletes realizou 3179,17 kms. Na linha “Soma” é apresentado a valor total dos KPI’s num dia da semana, por exemplo nas segundas-feiras foram percorridos 8917,34 kms e na linha “Total” é apresentado o valor total do número de kms percorridos durante todo o período analisado. Por fim, na coluna “Soma TV” é apresentado o valor total segundo uma tipologia (Capacidade), por exemplo, as viaturas de tipologia 04 realizou 22225,01 kms durante o período de estudo.

Ao analisar a tabela 14, é notório o elevado número de clientes que segundo as soluções enviadas pelo TourSolver não seriam entregues, 71 clientes. Dentro deste KPI os valores que mais impactantes são os valores obtidos às terças-feiras e quintas-feiras com um total de 32 clientes não entregues e 28 clientes não entregues, respetivamente. Este facto pode surgir devido ao reduzido número de viaturas disponíveis e capacidade total das mesmas para abastecer o número de clientes pretendido, segundo o plano de distribuição. Outros valores relevantes são os valores apresentados nos clientes não entregues de tipologias (Capacidades) 04, 06 e 18, isto deve-se a uma grande abundância destes clientes na pequena distribuição.

No que toca ao número de viatura utilizadas é notório que às quartas-feiras, quintas-feiras e sextas-feiras o número de viaturas utilizadas é mais elevado. Este fator justifica o elevado número de kms percorridos correspondentes a esses mesmos dias. Devido à abundância de clientes tipologia (capacidade) 04, 06 e 18 o número de viaturas utilizadas e número de kms percorridos também são mais elevados.

5.3.2.2. Resultados das Simulações do cenário Zonas do CD Frielas

Na tabela abaixo podemos verificar a soma dos valores dos KPI'S obtidos nas soluções das simulações para cenário Zonas para o CD de Frielas.

De forma a obter um estudo mais preciso, os valores obtidos foram divididos consoante a capacidade (TV) da viatura e por dia da semana, de forma a verificar se existe alguma falha ou oportunidade de melhoria no que toca às viaturas e colocando em causa o plano de distribuição, se for verificado uma grande discrepância de valores pode ser uma falha no plano de distribuição.

Tabela 15 - Resultado Zonas Frielas

		2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Soma TV
KMs	TV04	2 826,53	4 206,40	3 400,66	2 278,51	4 685,65	17 397,75
	TV06	1 144,50	2 316,51	2 280,66	2 353,75	3 182,92	11 278,33
	TV14	1 914,09	2 434,71	1 742,98	1 835,58	1 760,93	9 688,29
	TV18	822,27	1 881,57	1 246,20	1 055,87	1 618,61	6 624,52
	Soma	6 707,40	10 839,19	8 670,49	7 523,71	11 248,11	44 988,89
	Total	44 988,89					
NºViaturas	TV04	20,00	30,00	28,00	30,00	28,00	136,00
	TV06	10,00	18,00	17,00	17,00	18,00	80,00
	TV14	5,00	7,00	5,00	6,00	6,00	29,00
	TV18	7,00	12,00	7,00	10,00	9,00	45,00
	Soma	42,00	67,00	57,00	63,00	61,00	290,00
	Total	290,00					
Não Planeadas	TV04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TV06	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	2,00
	TV14	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00
	TV18	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00
	Soma	1,00	1,00	0,00	2,00	3,00	7,00
	Total	7,00					
Custos	TV04	5 348,47 €	8 007,01 €	7 226,31 €	7 100,90 €	7 830,26 €	35 512,94 €
	TV06	2 918,03 €	5 390,91 €	5 141,55 €	5 181,02 €	5 858,78 €	24 490,30 €
	TV14	2 466,89 €	3 316,44 €	2 371,07 €	2 701,92 €	2 660,12 €	13 516,44 €
	TV18	2 494,48 €	4 583,02 €	2 770,03 €	3 486,32 €	3 572,09 €	16 905,94 €
	Soma	13 227,87 €	21 297,38 €	17 508,96 €	18 470,16 €	19 921,25 €	90 425,62 €
	Total	90 425,62 €					

Os valores estão apresentados por tipologia (Capacidade) por dia da semana, por exemplo, as viaturas de tipologia 04 (Capacidade para 4 paletes) realizou 2826,53 kms às segundas-feiras. Já nas colunas vemos que às segundas-feiras as viaturas com capacidade para 4 paletes realizou 2826,53 kms. Na linha “Soma” é apresentado o valor total dos KPI’s num dia da semana, por exemplo nas segundas-feiras foram percorridos 6707,40 kms e na linha “Total” é apresentado o valor total do número de kms percorridos durante todo o período analisado. Por fim, na coluna “Soma TV” é apresentado o valor total segundo uma tipologia (Capacidade), por exemplo, as viaturas de tipologia 04 realizou 17397,75 kms durante o período de estudo.

Como apresentado na tabela 15, temos que, em Frielas foram percorridos 44988,89 kms, utilizadas 290 viaturas, tendo 7 clientes não planeadas.

Na tabela 15 é possível verificar uma maior abundância de cliente de tipologia (capacidade) 04 e 06 justificando os valores mais elevados apresentados no número de kms percorridos por viaturas dessas tipologias e o maior número de viaturas utilizadas (Soma TV).

Já nos clientes não planeados é visível que nas quartas-feiras não existiram clientes não planeados nas soluções do TourSolver e nos clientes de tipologia 04.

5.4. Cenário por Otimização do Horário de Carga

Por fim, foi realizado o cenário por otimização de carga, neste cenário a modificação é realizada nas características/informações das viaturas. Uma das características que é possível alterar é se o horário de carga da viatura é otimizado ou não, isto é, o horário de carga da viatura vai ser dependente da janela horária que o primeiro cliente da rota pode receber a mercadoria, quando otimizado. Se nas características da viatura o horário de carga não for otimizado, o horário de carga é fixo, a viatura é carregada a um horário predefinido.

5.4.1. Pré processamento de dados da simulação

Numa fase inicial foi averiguado como estava estabelecido este parâmetro nos centros de Modivas e Frielas. Verificou-se que em Modivas não existia otimização do horário de carga, tendo assim um horário de carga fixo que varia entre as 5h e as 13h dependendo do contrato em questão.

Após entender as duas situações foram realizadas as alterações necessárias no ficheiro “Dados Originais”. A alteração consistia em alterar a coluna “Optimum_start_time” na página “Resources” tendo em conta os códigos e os seus significados (Tabela 16).

Tabela 16 - Código para Otimização e não Otimização

<u>Horário de Carga</u>	<u>Código</u>
Otimizado	1
Por Otimizar	0

Com a informação da tabela 16, em Modivas foi alterado de 0 para 1, para assim verificar qual o impacto que esta alteração teria na definição das rotas.

Esta mudança foi pensada no sentido de otimizar os horários, em Modivas, pois com horários de carga fixos só existe capacidade para carregar 6 viaturas por hora. Já para Frielas foi decidido não alterar pois os horários de carga já são otimizados consoante o primeiro cliente a entregar e devido à falta de capacidade para carregar várias viaturas ao mesmo tempo.

Após estas alterações, as instâncias foram submetidas ao simulador.

5.4.2. Apresentação de Resultados

Após as simulações estarem realizadas foi feita uma tabela para o CD de Modivas com alguns dados importantes: Kms percorridos, N° Viaturas, Tarefas Não Planeadas e Custo. Existindo também os valores por tipologia (capacidade) da viatura nas linhas e nas colunas por dia da semana e as suas respetivas somas individuais.

5.4.2.1. Resultados das Simulações do cenário OHC do CD Modivas

Na tabela abaixo podemos verificar a soma dos valores dos KPI'S obtidos nas soluções das simulações para cenário OHC para o CD de Modivas.

De forma a obter um estudo mais preciso, os valores obtidos foram divididos consoante a capacidade (TV) da viatura e por dia da semana, de forma a verificar se existe alguma falha ou oportunidade de melhoria no que toca às viaturas e colocando em causa o plano de distribuição, se for verificado uma grande discrepância de valores pode ser uma falha no plano de distribuição

Tabela 17 - Resultados do cenário OHC para o CD Modivas

		2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Soma TV
KMs	TV04	2 900,51	4 106,64	4 671,09	5 571,68	5 129,44	22 379,36
	TV06	2 989,29	3 160,94	4 004,06	3 933,93	4 383,32	18 471,54
	TV14	559,82	320,72	141,52	902,47	607,04	2 531,57
	TV18	1 994,42	4 268,66	4 933,59	6 767,69	4 965,54	22 929,89
	Soma	8 444,04	11 856,96	13 750,26	17 175,76	15 085,33	66 312,36
	Total	66 312,36					
N°Viaturas	TV04	31,00	34,00	45,00	49,00	46,00	205,00
	TV06	19,00	22,00	29,00	27,00	28,00	125,00
	TV14	3,00	2,00	2,00	4,00	4,00	15,00
	TV18	16,00	30,00	36,00	40,00	35,00	157,00
	Soma	69,00	88,00	112,00	120,00	113,00	502,00
	Total	502,00					
Não Planeadas	TV04	0,00	13,00	1,00	3,00	4,00	21,00
	TV06	1,00	10,00	3,00	9,00	0,00	23,00
	TV14	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00
	TV18	0,00	4,00	0,00	10,00	1,00	15,00
	Soma	1,00	27,00	4,00	23,00	5,00	60,00
	Total	60,00					
Custos	TV04	7 092,26 €	8 241,32 €	10 525,55 €	11 703,84 €	10 936,72 €	48 499,68 €
	TV06	6 272,00 €	7 094,13 €	9 260,27 €	8 737,00 €	9 230,66 €	40 594,06 €
	TV14	993,72 €	639,91 €	562,85 €	1 392,06 €	1 265,03 €	4 853,58 €
	TV18	5 216,82 €	10 083,14 €	11 992,14 €	14 057,58 €	11 755,35 €	53 105,04 €
	Soma	19 574,80 €	26 058,49 €	32 340,82 €	35 890,48 €	33 187,76 €	147 052,35 €
	Total	147 052,35 €					

No total temos que, em Modivas, percorreu-se 66312,36 kms, utilizadas 502 viaturas, tendo 60 clientes não planeados.

Os valores estão apresentados por tipologia (Capacidade) por dia da semana, por exemplo, as viaturas de tipologia 04 (Capacidade para 4 paletes) realizou 2900,51 kms às segundas-feiras. Já nas colunas lemos que às segundas-feiras as viaturas com capacidade para 4 paletes realizou 2900,51 kms. Na linha “Soma” é apresentado a valor total dos KPI’s num dia da semana, por exemplo nas segundas-feiras foram percorridos 8444,04 kms e na linha “Total” é apresentado o valor total do número de kms percorridos durante todo o período analisado. Por fim, na coluna “Soma TV” é apresentado o valor total segundo uma tipologia (Capacidade), por exemplo, as viaturas de tipologia 04 realizou 22379,36 kms durante o período de estudo.

Ao analisar a tabela 17, é notório o elevado número de clientes que segundo as soluções enviadas pelo TourSolver não seriam entregues, 60 clientes. Dentro deste KPI os valores que mais saltam à vista são os valores apresentados às terças-feiras e quintas-feiras com um total de 27 clientes não entregues e 23 clientes não entregues, respetivamente. Este facto pode surgir devido ao reduzido número de viaturas disponíveis e capacidade total das mesmas para abastecer o número de clientes pretendido, segundo o plano de distribuição. Outros valores relevantes são os valores apresentados nos clientes não entregues de tipologias (Capacidades) 04, 06 e 18, isto deve-se a uma grande abundância destes clientes na pequena distribuição.

No que toca ao número de viatura utilizadas é notório que às quartas-feiras, quintas-feiras e sextas-feiras o número de viaturas utilizadas é mais elevado este fator justifica os números mais elevados apresentados no número de kms percorridos correspondentes a esses mesmos dias. Devido à abundância de clientes tipologia (capacidade) 04, 06 e 18 o número de viaturas utilizadas e número de kms percorridos também são mais elevados.

5.5. Custos Totais de cada Cenário

Neste subcapítulo será explicado como foi calculado o custo total das soluções originais, o custo total das soluções obtidas nos cenários e pressupostos.

A expressão abaixo representa como foi calculado o custo para cada solução obtida.

$$C_i = c \cdot n_i + \rho_v \cdot n_v \quad (1)$$

- C_i , custo total da solução obtida para o cenário
- c , custo em € por Km
- n_i , número de Km percorridos na solução i
- ρ_v , preço (€) da viatura da tipologia v
- n_v , número de viaturas utilizadas

Foram utilizados os valores obtidos nas soluções para as variáveis n_i (Número de Kms percorridos) e n_v (Número de viaturas utilizadas consoante a tipologia), já as variáveis c (Custo por km percorrido) e ρ_v (Custo da viatura por tipologia) foi utilizado a média de valores praticados durante o mês de novembro de 2024. De realçar que incluído nos preços por viatura e por Km estão os custos de manutenção, seguros, entre os custos associados, a única variante presente é uma taxa consoante a variação do preço dos combustíveis

Partindo do pressuposto que o preço por km varia consoante as tabelas 18 e 19

Tabela 18 - Custo por Km Modivas

TV04	0,50€
TV06	0,56€
TV14	0,43€
TV18	0,57€

Tabela 19 - Custo por Km Frielas

TV04	0,47€
TV06	0,54€
TV14	0,56€
TV18	0,65€

Tendo o custo da distância calculado, falta verificar o custo de cada viatura utilizada, tabelas 20 e 21. Neste quesito, os pressupostos foram que uma viatura de tipologia 04 tem um custo de 182,00€ para Modivas e em Frielas 201,00€, uma de tipologia 06 um custo de 242,00€ para Modivas já em Frielas 230.00€, de tipologia 14 custo de 251,00€ em Modivas e em Frielas 279.00€ e uma viatura de tipologia 18 significa um custo de 255,00€ em Modivas e 280.00€ para Frielas.

Tabela 20 - Custo da viatura por tipologia

TV04	182,00€
TV06	242,00€
TV14	251,00€
TV18	255,00€

Tabela 21 - Preço da viatura por tipologia Frielas

TV04	201,00€
TV06	230,00€
TV14	279,00€
TV18	280,00€

5.5.1. Custos associados ao Cenário Manhã Tarde

Tendo em conta a expressão e os pressupostos apresentados nas tabelas 18, 19, 20 e 21, temos que o custo associado aos Kms percorridos é de 38499,53€ em Modivas e de 27724,47€ em Frielas.

No que toca ao custo das viaturas utilizadas temos que, em Modivas houve um custo de 114175€ e de 66278€ em Frielas.

Somando o custo dos Kms percorridos e o custo das viaturas utilizadas tem que, em Modivas houve um custo total de 1552674,53€ e de 94002,47€ em Frielas.

Com estes resultados é possível verificar valores maiores nos resultados do cenário Manhã Tarde, em comparação com os resultados originais.

No número de Kms percorridos existe um aumento de 4,25%, em Modivas, e de 16,33%, em Frielas.

No número de viaturas utilizadas existe um aumento de 0,78%, em Modivas e uma redução de 2,68%, em Frielas.

No que toca ao número de clientes não abastecidos existe um aumento de 687,10%, em Modivas, e de 100%, em Frielas.

Por fim, em relação ao custo total existe um aumento de 2,28%, em Modivas e de 1,23%, em Frielas.

Com estes resultados verificamos que não existe vantagem em adotar este cenário de planeamento de rotas de clientes.

5.5.2. Custos associados ao Cenário Zonas

Tendo em conta a expressão e os pressupostos apresentados nas tabelas 18, 19, 20 e 21, temos que o custo associado aos Kms percorridos é de 35082,44€ em Modivas e de 23998,62€ em Frielas.

No que toca ao custo das viaturas utilizadas temos que, em Modivas houve um custo de 113916€ e de 66427€ em Frielas.

Somando o custo dos Kms percorridos e o custo das viaturas utilizadas tem que, em Modivas houve um custo total de 148998,44€ e de 90425,62€ em Frielas.

Com estes resultados verificamos que existe um aumento no número de clientes não abastecidos em ambos os CD e no número de viaturas utilizadas em Modivas.

No que toca aos restantes KPI's existe uma redução.

No número de Kms percorridos existe uma redução de 4,64%, em Modivas, e de 0,12%, em Frielas.

No número de viaturas utilizadas existe um aumento de 0,59%, em Modivas e uma redução de 2,68%, em Frielas.

No que toca ao número de clientes não abastecidos existe um aumento de 129,03%, em Modivas, e de 16,67%, em Frielas.

Por fim, em relação ao custo total existe uma redução de 0,84%, em Modivas e de 2,63%, em Frielas.

Com estes resultados, verificamos que existem vantagens neste cenário.

A maior contrariedade está presente no número de clientes não abastecidos, como isso, este cenário deveria continuar a ser estudado com algumas alterações.

5.5.3. Custos associados ao Cenário OHC

Tendo em conta a expressão e os pressupostos apresentados nas tabelas 18, 19, 20 e 21, temos que o custo associado aos Kms percorridos é de 35692,35€ em Modivas.

No que toca ao custo das viaturas utilizadas temos que, em Modivas houve um custo de 111360€.

Somando o custo dos Kms percorridos e o custo das viaturas utilizadas tem que, em Modivas houve um custo total de 147,052,35€.

Com estes resultados verificamos que existe um aumento no número de clientes não abastecidos em ambos os CD e no número de viaturas utilizadas em Modivas.

No que toca aos restantes KPI's existe uma redução.

No número de Kms percorridos existe uma redução de 3,11%, em Modivas.

No número de viaturas utilizadas existe uma redução de 1,57%, em Modivas.

No que toca ao número de clientes não abastecidos existe um aumento de 93,55%, em Modivas.

Por fim, em relação ao custo total existe uma redução de 2,13%, em Modivas.

Com estes resultados, verificamos que existem vantagens neste cenário.

A maior contrariedade está presente no número de clientes não abastecidos, como isso, este cenário deveria continuar a ser estudado com algumas alterações.

6. Análise dos Resultados

Neste capítulo são apresentados os quadros resumo de cada uma das três simulações realizadas. Estes quadros contêm informações como os Kms percorridos, o número de viaturas utilizadas, as tarefas não planeadas e o custo das simulações.

6.1. Análise de resultados do cenário Manhã e Tarde

Após todas as simulações e o seu tratamento de dados elaborados foram realizados quadros resumo de forma a sintetizar a informação objetivando a nitidez de simplicidade da interpretação dos resultados.

6.1.1. Tabela Resumo: Cenário Manhã Tarde

As tabelas apresentadas abaixo, foram criadas com o intuito de analisar os resultados obtidos de forma simples e visual. Estão apresentadas 4 tabelas resumo, Modivas por dia da semana, Modivas por tipologia das viaturas, Frielas por dia da semana e Frielas por tipologia das viaturas. Nas colunas estão presentes as variáveis a analisar (Número de Kms, Número de viaturas utilizadas, Clientes não planeados e, por fim, o custo) comparando as simulações Originais e as Simulações. Nas linhas encontramos os dias da semana e na outra tabela o tipo de tipologia das viaturas (TV04, TV06, TV14 e TV18, ou seja, viaturas com capacidade para 04, 06, 14 e 18 paletes).

6.1.1.1. Sumário de resultados do centro de distribuição de Modivas (Por Dia da Semana)

Tabela 22 - Resumo dos Resultados Manhã Tarde Modivas (Por dia da semana)

	<u>Kms</u>		<u>Viaturas Utilizadas</u>		<u>Não Planeadas</u>		<u>Custos</u>	
	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>
2 ^a	9 174,76	9 943,83	73,00	73,00	2,00	8,00	5 880,01 €	21 276,04 €
3 ^a	12 126,71	12 188,88	88,00	88,00	18,00	93,00	26 215,32 €	26 251,66 €
4 ^a	13 967,11	15 746,68	112,00	114,00	4,00	29,00	32 517,22 €	33 914,02 €
5 ^a	17 899,73	16 514,97	120,00	120,00	6,00	84,00	36 395,35 €	35 637,51 €
6 ^a	15 274,20	16 960,24	117,00	119,00	1,00	30,00	34 232,47 €	35 595,31 €
Soma	68 442,51	71 354,60	510,00	514,00	31,00	244,00	135 240,36 €	152 674,53 €

6.1.1.2. Sumário de resultados do centro de distribuição de Modivas (Por Tipologia)

Tabela 23 - Resumo dos Resultados Manhã Tarde Modivas (Por Tipologia)

	Kms		Viaturas Utilizadas		Não Planeadas		Custos	
	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado
TV04	22 874,10	22 722,53	206,00	208,00	9,00	77,00	43 105,05 €	49 217,26 €
TV06	19 270,90	20 153,24	127,00	127,00	13,00	105,00	37 169,70 €	42 019,82 €
TV14	1 871,20	2 717,71	15,00	15,00	1,00	13,00	4 067,62 €	4 933,62 €
TV18	24 426,31	25 761,12	162,00	164,00	8,00	49,00	50 898,00 €	56 503,84 €
Soma	68 442,51	71 354,60	510,00	514,00	31,00	244,00	135 240,36 €	152 674,53 €

As tabelas 22 e 23 foram elaboradas de forma a resumir todos os valores obtidos no cenário Manhã Tarde, para o CD de Modivas.

Como podemos verificar, nas simulações originais Modivas foram percorridos 68442,51 Kms, utilizadas 510 viaturas e com 31 tarefas não planeadas, já nas simulações foram percorridos 71354,60 Kms, utilizadas 514 viaturas e 244 clientes não planeados.

Verificando os valores obtidos nas soluções, é visível que em todos os KPI's os valores deste cenário são mais elevados. Assim, podemos concluir que a divisão de clientes com base na janela de temporal que podem receber a mercadoria não traz benefícios face à situação inicial que a empresa Lactogal S.A. operava. Este cenário não é mais vantajoso e por isso é descartado e não será implementado.

6.1.1.3. Sumário de resultados do centro de distribuição de Frielas (Por Dia da Semana)

	<u>KMs</u>		<u>NºViaturas</u>		<u>Não Planeadas</u>		<u>Custo</u>	
	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado
2ª	6 744,40	7 592,77	41,00	42,00	2,00	2,00	13 052,73 €	13 548,01 €
3ª	10 429,00	11 965,23	67,00	65,00	0,00	6,00	21 063,22 €	21 336,10 €
4ª	8 892,58	10 220,10	62,00	58,00	3,00	1,00	18 943,28 €	18 385,53 €
5ª	7 842,79	8 576,09	64,00	64,00	0,00	0,00	18 978,02 €	19 370,89 €
6ª	11 133,39	14 045,09	64,00	61,00	1,00	3,00	20 826,36 €	21 361,94 €
Média	45 042,15	52 399,28	298,00	290,00	6,00	12,00	92 863,61 €	94 002,47 €

6.1.1.4. Sumário de resultados do centro de distribuição de Frielas (Por Tipologia)

	<u>KMs</u>		<u>NºViaturas</u>		<u>Não Planeadas</u>		<u>Custo</u>	
	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado
TV04	15 203,93	20 610,49	134,00	136,00	1,00	2,00	34 079,85	37 022,93
TV06	13 892,73	17 528,04	82,00	83,00	3,00	3,00	26 362,07	28 555,14
TV14	9 698,66	7 745,36	30,00	28,00	0,00	4,00	13 801,25	12 149,40
TV18	6 246,83	6 515,39	52,00	43,00	2,00	3,00	18 620,44	16 275,00
TOTAIS	45 042,15	52 399,28	298,00	290,00	6,00	12,00	92 863,61	94 002,47

As tabelas 24 e 25 foram elaboradas de forma a resumir todos os valores obtidos no cenário Manhã Tarde (Kms, Viaturas Utilizadas, Tarefas Não Planeadas e, por fim, o custo), Em Frielas.

Como podemos verificar, nas simulações originais Frielas foram percorridos 45042,15 Kms, utilizadas 298 viaturas e com 6 tarefas não planeadas, já nas simulações foram percorridos 52399,28 Kms, utilizadas 290 viaturas e 12 clientes não planeados. Concluir com o valor do custo calculado e comparação dizendo se compensa ou não.

Verificando os valores obtidos nas soluções, é visível que em todos os KPI's, exceto no número de viaturas utilizadas, os valores deste cenário são mais elevados, apesar do número de viaturas utilizadas ser menor o custo, número de quilómetros percorridos e clientes não planeados são mais elevados nas soluções do cenário. Assim, podemos concluir que a divisão de clientes com base na janela de temporal que podem receber a mercadoria não traz benefícios face à situação inicial que a empresa Lactogal S.A. operava. Este cenário não é mais vantajoso e por isso é descartado e não será implementado.

6.2. Análise de resultados do cenário por Zonas

Após todas as simulações e o seu tratamento de dados elaborados foram realizados quadros resumo de forma a sintetizar a informação objetivando a nitidez de simplicidade da interpretação dos resultados.

6.2.1. Tabela Resumo: Cenário Zonas

As tabelas apresentadas nos campos abaixo, foram criadas com o intuito de analisar os resultados obtidos de forma simples e visual. Estão apresentadas 4 tabelas resumo, Modivas por dia da semana, Modivas por tipologia das viaturas, Frielas por dia da semana e Frielas por tipologia das viaturas. Nas colunas estão presentes as variáveis a analisar (Número de Kms, Número de viaturas utilizadas, Clientes não planeados e, por fim, o custo) comparando as simulações Originais e as Simulações. Nas linhas encontramos os dias da semana e noutra tabela o tipo de tipologia das viaturas (TV04, TV06, TV14 e TV18, ou seja, viaturas com capacidade para 04, 06, 14 e 18 paletes).

6.2.1.1. Sumário de resultados do centro de distribuição de Modivas (Por Dia da Semana)

Tabela 24 - Resumo dos Resultados Zonas (Por dia de semana)

	<u>Kms</u>		<u>Viaturas Utilizadas</u>		<u>Não Planeadas</u>		<u>Custo</u>	
	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>
2^a	9 174,76	8 917,34	71,00	71,00	2,00	1,00	20 473,01 €	20 265,91 €
3^a	12 126,71	10 656,12	88,00	88,00	18,00	32,00	26 215,32 €	25 400,90 €
4^a	13 967,11	13 717,89	114,00	114,00	4,00	4,00	32 950,22 €	32 803,60 €
5^a	17 899,73	17 419,60	122,00	122,00	6,00	28,00	36 819,35 €	36 503,49 €
6^a	15 274,20	14 559,14	115,00	118,00	1,00	6,00	33 795,47 €	34 024,54 €
Soma	68 442,51	65 270,09	510,00	513,00	31,00	71,00	150 253,36 €	148 998,44 €

6.2.1.2. Sumário de resultados do centro de distribuição de Modivas (Por Tipologia)

Tabela 25 - Resumo dos Resultados Zonas Modivas (Por Tipologia)

	Kms		Viaturas Utilizadas		Não Planeadas		Custo	
	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado
TV04	22 874,10	22 225,01	206,00	208,00	9,00	24,00	48 929,05 €	48 968,51 €
TV06	19 270,90	18 963,71	127,00	127,00	13,00	27,00	41 525,70 €	41 353,68 €
TV14	1 871,20	2 686,59	16,00	16,00	1,00	0,00	4 820,62 €	5 171,23 €
TV18	24 426,31	21 394,78	161,00	162,00	8,00	20,00	54 978,00 €	53 505,03 €
Soma	68 442,51	65 270,09	510,00	513,00	31,00	71,00	150 253,36 €	148 998,44 €

As tabelas 26 e 27 foram elaboradas de forma a resumir todos os valores obtidos no cenário por Zonas (Kms, Viaturas Utilizadas, Tarefas Não Planeadas e, por fim, o custo), em Modivas.

Como podemos verificar, nas simulações originais Modivas foram percorridos 68442,51 Kms, utilizadas 510 viaturas e com 31 tarefas não planeadas, já nas simulações foram percorridos 65270,09 Kms, utilizadas 513 viaturas e 71 clientes não planeados.

Com os valores apresentados nas tabelas 26 e 27 é visível que neste cenário são percorridos menos quilómetros, mais viaturas utilizadas, mas um custo total menor. Já no KPI Clientes não planeados, o valor total apresentado nas soluções do cenário é mais elevado, o valor dos clientes não planeados, no cenário aumenta devido aos valores totais das terças-feiras e das quintas-feiras. Com isso, este cenário não pode ser descartado, mas deve ser realizado de novo com um reajuste no plano de distribuição e com possíveis alterações na definição das zonas.

Assim, podemos concluir que a divisão de clientes com base na localização geográfica e definição de zonas para as viaturas entregarem as mercadorias pode trazer benefícios face à situação inicial que a empresa Lactogal S.A. operava. Este cenário não será implementado, mas devido os resultados obtidos neste projeto, o estudo deste cenário deve continuar, com alteração das zonas definidas.

6.2.1.3. Sumário de resultados do centro de distribuição de Frielas (Por Dia da Semana)

Tabela 26 - Resumo dos Resultados Zonas Frielas (Por dia da semana)

	<u>Kms</u>		<u>Viaturas Utilizadas</u>		<u>Não Planeadas</u>		<u>Custos</u>	
	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>
2ª	6 744,40	6 707,40	41,00	42,00	2,00	1,00	13 052,73 €	13 227,87 €
3ª	10 429,00	10 839,19	67,00	67,00	0,00	1,00	21 063,22 €	21 297,38 €
4ª	8 892,58	8 670,49	62,00	57,00	3,00	0,00	18 943,28 €	17 508,96 €
5ª	7 842,79	7 523,71	64,00	63,00	0,00	2,00	18 978,02 €	18 470,16 €
6ª	11 133,39	11 248,11	64,00	61,00	1,00	3,00	20 826,36 €	19 921,25 €
Soma	45 042,15	44 988,89	298,00	290,00	6,00	7,00	92 863,61 €	90 425,62 €

6.2.1.4. Sumário de resultados do centro de distribuição de Frielas (Por Tipologia)

Tabela 27 - Resumo dos Resultados Zonas Frielas (Por Tipologia)

	<u>Kms</u>		<u>Viaturas Utilizadas</u>		<u>Não Planeadas</u>		<u>Custos</u>	
	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>
TV04	15 203,93	17 397,75	134,00	136,00	1,00	0,00	34 079,85 €	35 512,94 €
TV06	13 892,73	11 278,33	82,00	80,00	3,00	2,00	26 362,07 €	24 490,30 €
TV14	9 698,66	9 688,29	30,00	29,00	0,00	2,00	13 801,25 €	13 516,44 €
TV18	6 246,83	6 624,52	52,00	45,00	2,00	3,00	18 620,44 €	16 905,94 €
Soma	45 042,15	44 988,89	298,00	290,00	6,00	7,00	92 863,61 €	90 425,62 €

As tabelas 28 e 29 foram elaboradas de forma a resumir todos os valores obtidos no cenário por Zonas (Kms, Viaturas Utilizadas, Tarefas Não Planeadas e, por fim, o custo), em Frielas.

Como podemos verificar, nas simulações originais Frielas foram percorridos 45042,15 Kms, utilizadas 298 viaturas e com 6 tarefas não planeadas, já nas simulações foram percorridos 44988,89 Kms, utilizadas 290 viaturas e 7 clientes não planeados.

Este cenário em Frielas é aquele com apresenta os melhores resultados. Neste cenário, para Frielas, os valores totais obtidos são mais reduzidos do que os valores totais obtidos nas soluções originais em quase todos os KPI's. O único valor que não é menor nas soluções do cenário é nos clientes não planeados onde é diferença é de um cliente não planeado. Com estes valores, este cenário para Frielas é uma opção viável.

Assim, podemos concluir que a divisão de clientes com base na localização geográfica e definição de zonas para as viaturas entregarem as mercadorias pode trazer benefícios face à situação inicial que a empresa Lactogal S.A. operava. Este cenário não será implementado, mas devido os resultados obtidos neste projeto, o estudo deste cenário deve continuar com alteração das zonas definidas.

6.3. Análise de resultados do cenário de Otimização de Horário de Carga

Após todas as simulações e o seu tratamento de dados elaborados foram realizados quadros resumo de forma a sintetizar a informação objetivando a nitidez de simplicidade da interpretação dos resultados.

6.3.1 Tabela Resumo: Cenário OHC

As tabelas apresentadas nos campos abaixo, foram criadas com o intuito de analisar os resultados obtidos de forma simples e visual. Estão apresentadas 4 tabelas resumo, Modivas por dia da semana, Modivas por tipologia das viaturas, Frielas por dia da semana e Frielas por tipologia das viaturas. Nas colunas estão presentes as variáveis a analisar (Número de Kms, Número de viaturas utilizadas, Clientes não planeados e, por fim, o custo) comparando as simulações Originais e as Simulações. Nas linhas encontramos os dias da semana e noutra tabela o tipo de tipologia das viaturas (TV04, TV06, TV14 e TV18, ou seja, viaturas com capacidade para 04, 06, 14 e 18 paletes).

6.3.1.1. Sumário de resultados do centro de distribuição de Modivas (Por dia da semana)

Tabela 28 - Resumo dos Resultados Zonas (Por dia de semana)

	<u>Kms</u>		<u>Viaturas Utilizadas</u>		<u>Não Planeadas</u>		<u>Custos</u>	
	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>	<u>Original</u>	<u>Simulado</u>
2ª	9 174,76	8 444,04	71,00	69,00	2,00	1,00	20 473,01 €	19 574,80 €
3ª	12 126,71	11 856,96	88,00	88,00	18,00	27,00	26 215,32 €	26 058,49 €
4ª	13 967,11	13 750,26	114,00	112,00	4,00	4,00	32 950,22 €	32 340,82 €
5ª	17 899,73	17 175,76	122,00	120,00	6,00	23,00	36 819,35 €	35 890,48 €
6ª	15 274,20	15 085,33	115,00	113,00	1,00	5,00	33 795,47 €	33 187,76 €
Soma	68 442,51	66 312,36	510,00	502,00	31,00	60,00	150 253,36 €	147 052,35 €

6.3.1.2. Sumário de resultados do centro de distribuição de Modivas (Por Tipologia)

Tabela 29 - Resumo dos Resultados Zonas Modivas (Por Tipologia)

	Kms		Viaturas Utilizadas		Não Planeadas		Custos	
	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado	Original	Simulado
TV04	22 874,10	22 379,36	206,00	205,00	9,00	21,00	48 929,05 €	48 499,68 €
TV06	19 270,90	18 471,54	127,00	125,00	13,00	23,00	41 525,70 €	40 594,06 €
TV14	1 871,20	2 531,57	16,00	15,00	1,00	1,00	4 820,62 €	4 853,58 €
TV18	24 426,31	22 929,89	161,00	157,00	8,00	15,00	54 978,00 €	53 105,04 €
Soma	68 442,51	66 312,36	510,00	502,00	31,00	60,00	150 253,36 €	147 052,35 €

As tabelas 30 e 31 foram elaboradas de forma a resumir todos os valores obtidos no cenário OHC (Kms, Viaturas Utilizadas, Tarefas Não Planeadas e, por fim, o custo), em Modivas.

Como podemos verificar, nas simulações originais Modivas foram percorridos 68442,51 Kms, utilizadas 510 viaturas e com 31 tarefas não planeadas, já nas simulações foram percorridos 66312,36 Kms, utilizadas 502 viaturas e 60 clientes não planeados.

Neste cenário, os valores obtidos nas soluções do cenário são menores no que toca a número de quilómetros percorridos, número de viaturas utilizadas e no custo total. Já nos clientes não planeados o valor é substancialmente elevado, este valor é alavancado com o valor de número de clientes não planeados às terças-feiras e às quintas-feiras. Este cenário em Modivas não deve ser descartado, mas sim reestudado com um reajuste no plano de distribuição, visando nivelar o número de clientes a distribuir por dia e tentando agrupar os clientes com localização geográfica no/s mesmo/s dia/s.

Assim, podemos concluir que a otimização do horário de carga das viaturas pode trazer benefícios face à situação inicial que a empresa Lactogal S.A. operava.

Este cenário não será implementado, mas deve continuar a ser estudado consoante possíveis alterações no plano de distribuição.

O capítulo 6 engloba-se na quarta fase da metodologia de investigação selecionada (Avaliar a Ação).

Nesta fase é realizada uma análise aos resultados obtidos verificando possíveis melhorias e/ou lacunas que são salientes consoante os resultados.

Nesta fase podem surgir melhorias podem levar à modificação de alguns processos como pode surgir uma ligeira melhoria em algum dos processos realizados deixando como trabalho futuro uma investigação centralizada com essa ligeira melhoria. Voltando assim à primeira fase nesta metodologia de investigação.

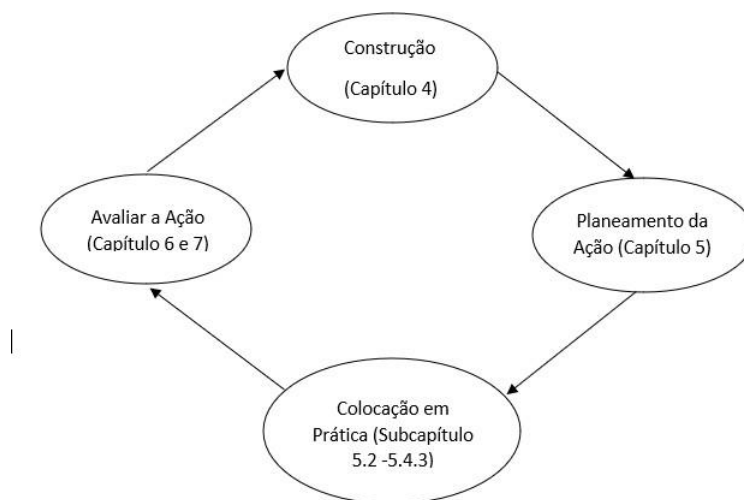


Figura 22 - Ligação Metodologia ao estudo realizado (Avaliar a Ação)

7. Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo pretende-se concluir este relatório, apresentando alguns aspetos importantes citados ao longo deste documento.

A Lactogal S.A. é uma das maiores empresas dentro do seu ramo, possuindo muitas marcas de renome. A empresa visa sempre melhorar processos não eficazes e eficientes. Nem sempre é possível melhorar esses processos da empresa, devido ao tempo e reflexão necessária para a elaboração de um estudo. Este projeto vem ajudar a colmatar esta dificuldade da empresa.

Este projeto foi requerido pela Lactogal S.A. para que fosse demonstrado, através de um estudo, qual o caminho que a empresa deveria adotar para reduzir custos inerentes aos transportes.

Para que tal fosse possível, era imprescindível atribuir o trabalho diário com o simulador a um colaborador.

Este trabalho diário foi importante para que, ao longo do estágio, fossem detetados erros em informações dos clientes e nas próprias funcionalidades do TourSolver que não estavam a funcionar como seria suposto.

Assim este relatório pretende verificar se o modo que estavam a definir as suas rotas seria o mais adequado e eficiente ou se, consoante algumas alterações, os resultados seriam melhores.

Como analisado ao longo do capítulo 5, existe uma discrepância nos valores totais dos dias da semana.

Considerando os resultados da inclusão dos cenários apresentados neste estudo, não existe um cenário que seja claramente melhor, mas existem cenários (Zonas e OHC) que melhoram o processo de definição de rotas para o abastecimento de clientes.

Estes cenários devem ser continuar a ser estudados com algumas modificações nas instâncias.

No cenário Zonas deixo como sugestão a alteração na definição das zonas pretendidas e no cenário OHC um reajuste no plano de distribuição, tentando nivelar o número de clientes a abastecer por dia.

No cenário Manhã Tarde é um mau cenário de substituição com base nos resultados obtidos. Neste cenário, é apresentado, em Modivas, um maior número de quilómetros percorridos (+4.25%), em Modivas um maior número de viaturas utilizadas (+0.78%) e um maior número de clientes que não seriam abastecidos (+678,10%),

Já em Frielas obtemos uma redução de 2.68% nas viaturas utilizadas, por outro lado, obtemos um aumento de 16,33% nos Kms percorridos, um aumento de 100% nos clientes não abastecidos.

Com estes valores foi obtido um custo superior em 2.28% do que o custo original, em Modivas.

Em Frielas o custo total foi superior em 1,23%.

No cenário Zonas existe um aumento no número de viaturas utilizadas (+0.59%), um aumento nos clientes não abastecidos (+129,03%), uma redução nos quilómetros percorridos (-4,64%) e uma redução no custo total (-0.84%).

Em Frielas, existe um aumento nos clientes não abastecidos (+ 16,67%), uma redução no número de Kms percorridos (-0.12%), no número de viaturas utilizadas (- 2.68%) e no custo total (-2.63%).

Devido aos resultados obtidos e apesar da não implementação, este cenário deve seguir em estudo modificando a definição das zonas criadas.

No cenário OHC, em Modivas, existe um aumento nos clientes não abastecidos (+ 93,55%), uma redução no número de Kms percorridos (-3,11%), no número de viaturas utilizadas (-1.57%) e no custo total (-2.13%).

Este cenário, apesar da sua não implementação por parte da empresa, deve continuar a ser estudado após uma alteração no plano de distribuição, nivelando o número de clientes por dia para abastecer.

A empresa também tinha visado que fossem apresentados alguns problemas/falhas no simulador TourSolver, essas falhas foram comunicadas aquando da sua deteção, sendo logo referidas às pessoas responsáveis pelo funcionamento do mesmo. Algumas falhas detetadas foram, por exemplo, o não funcionamento de algumas funcionalidades que deveriam estar aptas para as simulações (Devido a este ponto foram necessárias algumas alterações no plano de estudo), também foram detetadas algumas características de clientes que não estavam corretas e alguns clientes que não contavam com algumas informações, este último ponto também foi de imediato comunicado aos colaboradores presentes pedindo a informação correta para acrescentar e/ou modificar, juntamente com um aviso para a pessoa que forneceu a informação para verificar se em SAP estaria a informação correta e completa.

Como último tópico pretendido, a empresa gostaria que fossem apresentadas algumas “Soluções” ao TourSolver. Foi feita uma pesquisa de alguns simuladores utilizados, tendo sido apresentadas algumas possibilidades no capítulo 2.6.4.

Este projeto é o primeiro passo na tentativa de otimizar rotas, este ramo é sempre passível de melhoria e este projeto veio começar um percurso a decorrer na tentativa de as simulações serem mais eficazes e eficientes. Com isto não foram implementadas quaisquer propostas presentes neste relatório, mas o estudo teve um seguimento tendo em conta os resultados presentes neste documento.

Para o trabalho futuro fica um estudo mais pormenorizado no cenário por Zonas pois existe uma ligeira vantagem, como sugestão indico o isolamento dos grandes centros metropolitanos (Porto e Lisboa) devido a uma maior afluência de viaturas e pessoas, juntamente com uma segmentação visando conseguir entregar de forma mais eficaz clientes mais restritos em termos de acessibilidade, localidade e características dos mesmos. Também sugiro uma continuidade no estudo do cenário OHC pois os valores apresentados são melhores com a exceção no número de clientes não planeados, com um reajuste do plano de distribuição este cenário pode obter melhores resultados nesse KPI (Clientes não planeados).

Por fim, verificamos através deste projeto que sim é possível otimizar a definição de rotas e que o caminho a seguir é o estudo contínuo, neste projeto o caminho sugerido é a continuidade do estudo do cenário Zonas e Otimização do Horário de Carga.

Bibliografia

- Aichlmayr, M. (Setembro de 2001). Never Touching the Floor. Transportation & Distribution.
- Allen, T. B. (2007). *BESTUFS good practice guide on urban freight transport*. Bestufs.
- Ballou, R. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing and Controlling the Supply chain*. New Jersey: Pearson/Prentice Hall Inc.
- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial*. Bookman.
- Bardburry, P. R. (2008). *The SAGE Handbook of Action Research: Participative Inquiry and Practice (2nd ed.)*. Sage Publications.
- Bradburry, H. (2015). *The SAGE Handbook of Action Research*. SAGE Publications.
- Bradbury, P. R. (2001). *Handbook of Action Research: Participative Inquiry and Practice*. Sage Publications.
- Brannick, D. C. (2010). *Doing Action Research in Your Own Organisation (3rd ed.)*. SAGE Publications.
- Brydon-Miller, D. C. (2014). *The Sage Encyclopedia of Action Research*. Sage Reference.
- Capgemini. (November de 2016). Future of Retail Store, Consumer Survey.
- Caroline Bradbury-Jones, S. S. (2008). Power and empowerment in nursing: a fourth theoretical approach. Em S. S. Caroline Bradbury-Jones, *Power and empowerment in nursing: a fourth theoretical approach*.
- Christopher, M. (2011). *Logistics and Supply Chain Management*.
- Christopher, M. (2016). *Logistics and Supply Chain Management*. Pearson Education Limited.
- Closs, B. &. (2007). *Logística Empresarial - O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos*. Atlas.
- Comité National Routier. (2022). The Portuguese road freight. *The Portuguese road freight*, p. 15.
- Contemporary organization development: Current thinking and applications. (1985). Em *Contemporary organization development: Current thinking and applications* (pp. 443-448). D. D. Warrick.
- Dinis, H. (07 de Maio de 2018). *Supply Chain Magazine*. Obtido de <https://www.supplychainmagazine.pt/2018/05/07/sabe-dimensionar-a-sua-frota-consegue-decidir-entre-contratar-ou-subcontratar/>

Dixit, K. (15 de Maio de 2023). Obtido de https://zeorouteplanner.com/pt/free-route-planner-apps/?fbclid=IwY2xjawGZw4FleHRuA2FlbQIxMAABHef_Hfe7NsJMstfk3UhyCA0RNjdckshrTK8gkJU-cCebruE9TUNJDoYIuA_aem_dcJln4N6XwLBZtTI9i0uUA

H. Carvalho, J. T.-M. (2012). *A mapping framework for assessing supply chain resilience*. International Journal of Logistics Systems and Management.

INE. (Julho de 2024). Estatísticas Agrícolas - 2023. p. 158.

Infraestruturas de Portugal. (17 de Janeiro de 2025). *Infraestruturas de Portugal*. Obtido de Infraestruturas de Portugal: <https://www.infraestruturasdeportugal.pt/pt-pt/rede-rodoviaria-ip>

International, E. (2000). Cross Docking: How to use the EAN-UCC Standards.

Jones. (Setembro de 2001). Cross Docking – is it right for you? Canadian Transportation & Logistics.

Karlsson, C. (2016). Research Methods for Operations Management. *Research Methods for Operations Management*, pp. 233-267.

Lactogal Website. (s.d.). Obtido de <https://www.lactogal.pt/homepage.aspx>

Lambert, D. M. (1997). Fundamentals of Logistics Management, 1997. Em D. M. Lambert, *Fundamentals of Logistics Management, 1997*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.

Levin, D. J. (2007). Introduction to action research. Em D. J. Levin, *Introduction to action research*. SAGE Publications.

Macharis, M. (2011). Macharis, C., & Melo, S. (2011). City distribution and Urban freight transport : Multiple. Em M. Macharis, *Macharis, C., & Melo, S. (2011). City distribution and Urban freight transport : Multiple*.

Material Handling Engineering. (1997).

Nomadia. (2023). Obtido de Nomadia Smart Mobility Solutions: <https://www.nomadia-group.com/in/solutions/saas-mobility-solutions/route-optimization-software/>

OptimoRoute. (26 de Novembro de 2016). *OptimoRoute*. Obtido de <https://optimoroute.com/>

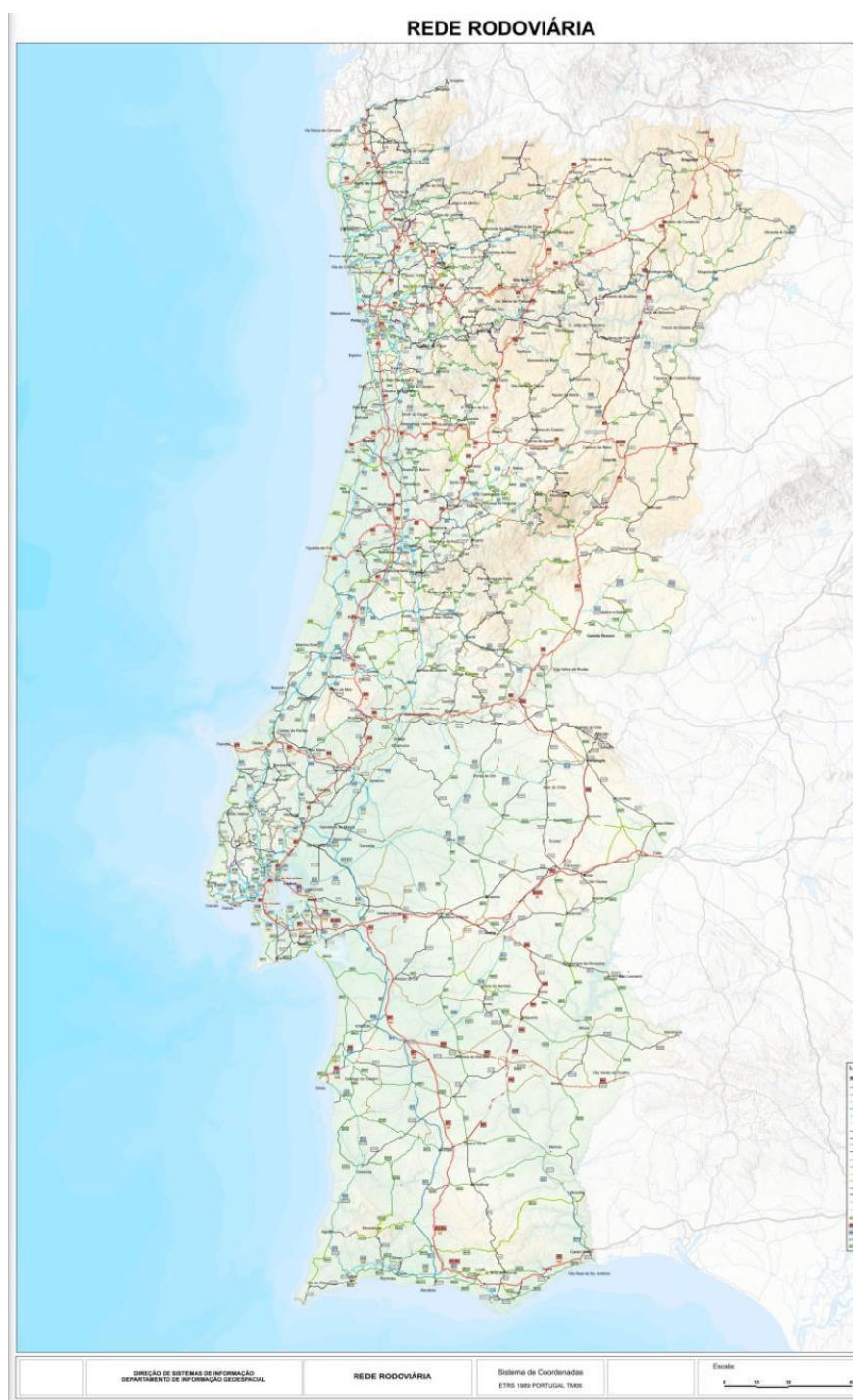
Pasmore. (2001). Research in Organizational Change and Development. Em Pasmore, *Research in Organizational Change and Development*. Emerald Books.

Peralta, F. (18 de Junho de 2024). *Driv.in*. Obtido de <https://driv.in/pt/blog/google-maps-vs-planejador-de-rotas>

- Peralta, F. (18 de Junho de 2024). *Driv.in*. Obtido de <https://driv.in/pt/blog/otimizacao-de-rotas-um-guia-completo>
- REA . (27 de Junho de 2024). *REA Portal do Estado do Ambiente Portugal*. Obtido de <https://rea.apambiente.pt/content/transporte-de-mercadorias>
- Routific. (29 de Março de 2023). Obtido de https://www.routific.com/route-optimization#section_05
- Rushton, C. &. (2010). *The Handbook of Logistics & Distribution Management*. Página de Kogan.
- Schaffer. (July, 1998). *Cross Docking can Increase Efficiency*. *Automatic ID News*. Automatic ID News.
- Schwind. (Novembro de 1995). Considerations for Cross Docking. Material Handling Engineering. *Considerations for Cross Docking, Material Handling Engineering*.
- Stock, L. &. (1992). *Strategic logistics management*. Boston: Irwin Megraw-Hill.
- Tiago Duarte, D. C. (2019). Algoritmos para Otimização de rotas de distribuição. *ISLA Multidisciplinary e-Journal*, 75-100.
- umov.me. (26 de Março de 2024). Obtido de <https://www.umov.me/last-mile/>

Anexos:

Anexo I- Rede Rodoviária de Portugal (2025)



Anexo II- Tela de Visualização de Rotas do TourSolver

