

APNOR

Escola Superior de Ciências Empresariais de Valença

Mestrado em Logística:

Proposta de Trabalho: Dissertação

A Internalização dos custos ambientais na Gestão de Transportes de Mercadorias: O caso da empresa Petrobox

Mestrando:
Ana Filipa Cerqueira Silva

Orientador:
Professor Doutor Wellington Alves

Valença, Maio 2023

A Internalização dos custos ambientais na Gestão de Transportes de Mercadorias: O caso da empresa da empresa Petrobox

Mestrando:
Ana Filipa Cerqueira Silva

Orientador:
Professor Doutor Wellington Alves

Valença, Maio 2023

AGRADECIMENTOS

Ao longo desta dissertação de mestrado, contei com importantes apoios e incentivos durante esta jornada.

Primeiramente, quero agradecer ao Professor Doutor Wellington Alves por ter aceite orientar-me neste trabalho, pelas sugestões, ajuda, tempo e disponibilidade que foram imprescindíveis para a conclusão deste projeto.

Agradeço à Petrobox pelo acesso aos dados que permitiram realizar o estudo de caso e que serviram como base para este trabalho.

Aos meus pais, por todo o apoio incondicional, paciência, incentivo e por terem sempre acreditado em mim.

O meu muito obrigada à minha avó, irmão e restante família por me incentivarem sempre na conclusão desta dissertação e em todos os objetivos da minha vida.

Aos meus amigos, pelos concelhos, pela paciência e compreensão nas alturas mais difíceis deste projeto.

E, por fim, ao meu avô, à pessoa que mais acreditava em mim e que sempre me mostrou que posso ser e conseguir tudo o que quero. Que onde quer que esteja, saiba que vou conseguir e que daqui para a frente, serei sempre melhor.

Por toda a ajuda e apoio recebida de todos os que me acompanham, o meu muito obrigada!

RESUMO

O Transporte de Mercadorias é um setor vital na sociedade, nas empresas e na economia global. Todos os ramos necessitam desta atividade para um bom funcionamento e desempenho, seja para receberem produtos/matéria-prima do fornecedor ou para levá-los até ao cliente final. Este setor é muito importante na cadeia de abastecimento.

No entanto, a questão da sustentabilidade é cada vez mais abordada, essencialmente nesta atividade. Os transportes são responsáveis por grande parte das emissões de gases de efeito de estufa a nível mundial, contribuindo para problemas ambientais, como a poluição do ar e problemas na saúde humana, nomeadamente respiratórios e alergias.

Assim, é cada vez mais importante analisar o impacto que os Transportes têm no meio ambiente, e é neste sentido que surge o objetivo principal desta dissertação, que é compreender este impacto, de que forma se pode minimizar e que custos ambientais poderão ser imputados às empresas ou poluidores individuais.

Deste modo, e no âmbito de Mestrado em Logística, o presente trabalho, após analisar a literatura relativa aos Transportes de Mercadorias, Sustentabilidade e outros aspetos importantes para o desenvolvimento da dissertação, os resultados têm como foco discutir estes impactos em termos de emissões e custos ambientais, custos estes que podem ser inculidos às empresas ou aos poluidores da sociedade.

Por fim, reflete acerca das melhorias, sugerindo propostas e de que forma este impacto pode ser minimizado, como através da intermodalidade. Este modo de transporte visa a utilização estratégica de mais de um modo de transporte, contribuindo para uma diminuição das emissões e conseqüente aumento da sustentabilidade.

Este Modelo permite perceber o impacto deste setor no meio ambiente, analisar a quantidade de emissões provocadas pelo mesmo e, através da internalização dos custos ambientais, compreender quanto as empresas pagariam por este impacto e que fatores fazem variar estes custos e emissões.

ABSTRACT

Freight Transportation is a vital sector in society, businesses, and the global economy. All branches need this activity for a good operation and performance, either to receive products / raw materials from the supplier or to take them to the final customer. This sector is very important in the supply chain.

However, the issue of sustainability is increasingly addressed essentially in this activity. Transportation is responsible for a large part of the world's greenhouse gas emissions, contributing to environmental problems such as air pollution and human health problems, namely respiratory and allergies.

Thus, it is increasingly important to analyze the impact that transport has on the environment, and it is in this sense that the main objective of this dissertation arises, which is to understand this impact, how it can be minimized and what environmental costs can be charged to companies or individual polluters.

In this way, and within the scope of the Master's in Logistics, this work, after analyzing the literature on Freight Transport, Sustainability and other important aspects for the development of the dissertation, the results focus on discussing these impacts in terms of emissions and environmental costs, costs that can be charged to companies or polluters of society.

Finally, it reflects on improvements, suggesting proposals and how this impact can be minimized, such as through intermodality. This aims at the strategic use of more than one mode of transportation, contributing to a decrease in emissions and consequently increasing sustainability.

This Model allows one to understand the impact of this sector on the environment, to analyze the amount of emissions caused by it and, through the internalization of environmental costs, to understand how much companies would pay for this impact and what factors make these costs and emissions vary.

RESUMEN

El transporte de mercancías es un sector vital en la sociedad, las empresas y la economía mundial. Todas las ramas necesitan de esta actividad para su buen funcionamiento y rendimiento, ya sea para recibir productos, materias primas del proveedor o para llevarlos al cliente final. Este sector es muy importante en la cadena de suministro, sin embargo, la cuestión de la sostenibilidad se aborda cada vez más, esencialmente en esta actividad. El transporte es responsable de una gran parte de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, contribuyendo a problemas medioambientales como la contaminación atmosférica y a problemas de salud humana, concretamente problemas respiratorios y alergias.

Por ello, cada vez es más importante analizar el impacto que los Transportes tienen sobre el medio ambiente, y es en este sentido en el que surge el principal objetivo de esta disertación, que es entender este impacto, cómo se puede minimizar y qué costes ambientales se pueden imputar a las empresas o a los contaminadores individuales.

De esta forma, y dentro del ámbito del Máster en Logística, este trabajo, tras analizar la literatura relativa al Transporte de Mercancías, la Sostenibilidad y otros aspectos importantes para el desarrollo de la tesina, los resultados se centran en discutir estos impactos en términos de emisiones y costes ambientales, costes que pueden ser cargados a las empresas o a los contaminadores de la sociedad.

Por último, se reflexiona sobre las mejoras, sugiriendo propuestas y cómo se puede minimizar este impacto, como por ejemplo, a través de la intermodalidad. Esto tiene como objetivo el uso estratégico de más de un modo de transporte, contribuyendo a una disminución de las emisiones y el consiguiente aumento de la sostenibilidad.

Este Modelo permite conocer el impacto de este sector en el medio ambiente, analizar la cantidad de emisiones que provoca y, a través de la internalización de los costes ambientales, entender cuánto pagarían las empresas por este impacto y qué factores hacen variar estos costes y emisiones.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA – Cadeia de Abastecimento

CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals*

EU / UE – União Europeia

PP – Poluidor Pagador

GEE – Gases de Efeito de Estufa

HECT – Handbook on the External

Ton – Tonelada

Km – Quilómetro

H – Hora

N₂O – *Nitrogen Oxides* (Óxido Nitroso)

NO_x – *Non-Methane Hydrocarbon* (Óxido de Azoto)

SO₂ – Sulphur Dioxide (Dióxido de Enxofre)

PM – *Particulate Matter* (Emissões de Partículas)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: modos de transporte. Fonte: adaptado de alexandra antunes araújo (2022).....	10
Tabela 2: classificação de rotas da empresa petrobox	25
Tabela 3: rota 1 – cacia a ifs.....	27
Tabela 4: rota 2.....	27
Tabela 5: rota 3.....	28
Tabela 6: rota 4.....	28
Tabela 7: rota 5.....	29
Tabela 8: média do custo por km dos transportes na empresa petrobox.....	31
Table 9: visão geral das emissões e os seus impactos causados no transporte de mercadorias. Fonte: european commission (2019).....	32
Tabela 10: visão geral das do impacto ambiental ocasionado durante o transporte de mercadorias por rota.....	33
Tabela 11: custos de emissões. Fonte:ce delft	34
Tabela 12: classe de emissões. Fonte:(european commission (2019)	35
Tabela 13: método 1 - custos emissões e transporte	40
Tabela 14: método 2 - custos emissões e transporte	40
Tabela 15: train type	48
Tabela 16: proposta b - custo de emissões r.1. C/ intermodalidade vs r.1. – método 1.....	48
Tabela 17: custos de emissões r.1. C/ intermodalidade vs r.1. - método 2.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: intervenientes cadeia de abastecimento. Fonte: adaptado de João & Machado (2022)	8
Figura 2: transporte rodoviário e ferroviário em Portugal. Fonte: APA (2021)	12
Figura 3: transporte ferroviário, rodoviário e navegável na UE. Fonte: APA (2021)	12
Figura 4: custos poluidor-pagador. Fonte: adaptado de Huangda et al. (2021)	16
Figura 5: a framework to measure the environmental impact on transportation. Source: Alves (2022)	23
Figura 6: definição de conjunto de rotas para entrega de mercadorias da empresa Petrobox	26
Figura 7: resumo das distâncias percorridas versus peso dos materiais	29
Figura 8: fases do estudo	30
Figura 9: emissões da rota 1	36
Figura 10: emissões da rota 2	36
Figura 11: emissões da rota 3	37
Figura 12: emissões da rota 4	37
Figura 13: emissões da rota 5	38
Figura 14: resumos dos diferentes tipos de poluentes emitidos durante o transporte de mercadorias por rotas	39
Figura 15: custos rota 1	40
Figura 16: custos rota 2	41
Figura 17: custos rota 3	41
Figura 18: custos rota 4	42
Figura 19: custos rota 5	42
Figura 20: custos de emissões vs custos de transporte	43
Figura 21: comparação das emissões rota 3 vs r. Exemplo	45
Figura 22: total custos de emissões vs custo do transporte - método 1	46
Figura 23: total custos de emissões vs custos do transporte – método 2	46
Figura 24: total custos emissões r.1. C/intermodalidade vs r.1. - método 1	49
Figura 25: total custos emissões r.1. C/intermodalidade vs r.1. - método 2	49

ÍNDICE

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Resumen.....	iv
Lista de abreviaturas e siglas.....	v
Lista de tabelas.....	vi
Lista de figuras.....	vii
Capítulo I.....	1
1. Introdução.....	2
1.1. Enquadramento.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Metodologia de investigação.....	4
1.4. Estrutura da dissertação.....	5
Capítulo II.....	6
2. Revisão da Literatura.....	7
2.1. Gestão da cadeia de abastecimento.....	7
2.2. O setor de transportes nas cadeia de abastecimento.....	9
2.3. A importância da gestão sustentável dos transportes.....	11
2.4. Princípio do poluidor pagador.....	14
2.5. Estratégias para redução do impacto ambiental no setor transportes.....	17
Capítulo III.....	19
3. Internalização dos custos de transportes: o caso da empresa ‘Petrobox, lda’	20
3.1. A empresa.....	20
Capítulo IV.....	22

4. Análise e discussão do caso de estudo	23
4.1. Modelo para análise de impacto no transportes de mercadorias	23
4.2. Definição de rotas na empresa	25
4.3. Aplicação do modelo para analisar os custos externos do transporte de mercadorias	30
4.4. Análise do impacto por rota	35
4.4.1. Categorização por rotas	36
4.5. Proposta para minimização dos impactos no transportes de mercadorias	44
Proposta A: Utilização de armazéns entre destinos	44
Proposta B: Intermodalidade	47
Capítulo V	51
5. Principais conclusões e Porpostas de melhoria	52
5.1. Conclusões	52
5.2. Limitações e trabalhos futuros	54
Referências	56

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o enquadramento deste trabalho com o tema “A Internalização dos custos ambientais na Gestão de Transportes de Mercadorias: O caso da empresa Petrobox”, assim como os objetivos, a metodologia utilizada na investigação e a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

O setor de transportes é uma das atividades mais importantes na logística das empresas, uma vez que é responsável pela entrega das mercadorias ao distribuidor e/ou ao cliente final. Este departamento é fundamental para a movimentação de matérias, representando também um custo avultado para as empresas.

Segundo Sekaran et al., (2018), o transporte é um dos setores de atividade com maior consumo de recursos, provocando o maior impacto nos custos logísticos. Esta atividade também realiza o transporte das mercadorias, fazendo com que se gere lucros para as empresas, embora tenha muitos custos, nomeadamente custos elevados como perdas e avarias. Este setor é ainda considerado como um setor imprescindível, visto que nenhuma organização atualmente consegue obter a movimentação dos seus produtos até ao consumidor final sem esta atividade Sekaran et al., (2018).

No entanto, para além do transporte ser imprescindível, é também responsável por grande parte das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo assim para um enorme impacto no meio ambiente. Assim, torna-se imprescindível analisar o impacto destas atividades no meio envolvente, como também desenvolver iniciativas que possam dar suporte às organizações a minimizarem este impacto nos ecossistemas.

De acordo com o Portal do Estado do Ambiente (2019), o setor dos transportes é responsável por grande parte das emissões de poluentes, como o dióxido de azoto e as partículas inaláveis, que contaminam o ar que respiramos, bem como de gases com efeito de estufa, indissociáveis das alterações climáticas.

No que se refere a este sector de atividades em Portugal, dados do Relatório do Estado do Ambiente (2019), revelam que o transporte de mercadorias representa uma parte considerável do consumo de energia final, sendo o rodoviário responsável pela quase totalidade desse

consumo, assim como pelos produtos petrolíferos para fins energéticos, contribuindo para a dependência energética do país.

Deste modo, o principal objetivo desta dissertação é perceber o impacto ambiental da gestão dos transportes tendo como foco o caso de uma empresa deste setor. Pretende-se assim, analisar se estes efeitos se traduzissem em custos e quanto seria imputado às empresas, caso tivessem de saldar por estes impactos ambientais. Este estudo será realizado através do desenvolvimento de um modelo para perceber e transformar as emissões dos transportes, supondo várias rotas.

1.2. Objetivos

Uma vez que a sustentabilidade é um tema cada vez mais debatido, e que exige cada vez mais atenção e preocupação por parte das empresas e da sociedade como um todo, e tendo em consideração que o setor dos transportes é um dos principais agentes de poluição, o principal objetivo desta dissertação é compreender e analisar o impacto que esta atividade, nomeadamente o transporte rodoviário de mercadorias, tem no meio ambiente e que custo este impacto teria para as empresas. Para esta investigação, a empresa ‘Petrobox, Lda’, foi selecionada como caso de estudo, e servirá como principal fonte de dados.

Para alcançar com sucesso o propósito deste trabalho, foram definidos os seguintes objetivos:

- Analisar as atividades da empresa “Petrobox”;
- Identificar os custos de transporte, desde os custos fixos aos variáveis;
- Analisar as emissões deste setor e identificar as suas variáveis, como o país, a distância, a euro-classe e o tipo de transporte;
- Perceber o impacto das emissões das atividades da empresa em questão;
- Analisar os custos ambientais provenientes da atividade dos transportes.

Com a perceção da falta de sustentabilidade, do crescimento constante de poluição e do aumento do efeito de estufa, é cada vez mais importante a preocupação com esta situação. Neste contexto, sabe-se que o transporte rodoviário é um grande contribuinte deste impacto, pelo que é necessário perceber o quão esta atividade influencia e analisar estratégias para contornar esta situação.

Neste contexto, surge o chamado ‘princípio do poluidor-pagador’, que é abordado nesta dissertação, uma vez que o poluidor terá de suportar custos como consequência dessa ação,

promovendo a utilização adequada dos materiais e a diminuição da poluição, assim como a opção por transportes elétricos.

Em suma, apesar do grande impacto do setor dos transportes no meio ambiente, é possível seguir um caminho mais sustentável, a internalizar estes custos e optar por soluções mais amigas do ambiente.

1.3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Este trabalho terá como principal foco o transporte rodoviário de mercadorias bem como o seu impacto ambiental, e a análise de soluções sustentáveis que podem ser adotadas pelas empresas deste setor e até mesmo pelo cidadão individual.

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho foi o estudo de caso, possibilitando a investigação preservando as características da vida real, como processos organizacionais, processos administrativos, entre outras (K.Yin et al., 2001). O caso de estudo tem a aptidão de analisar ações e acontecimentos importantes em toda a sua complexidade (Yin, 2013).

A abordagem adotada nesta investigação foi a qualitativa, uma vez que pesquisa a realidade com os seus contextos, o estudo é empírico, enfático e interpretativo (Stake, 1995).

A metodologia realizada ao longo deste trabalho, foi composta por diferentes fases, de forma a atingir os objetivos. Deste modo, com base na literatura, foi feita uma análise aos transportes de mercadorias e às suas emissões, a seguir foi desenvolvido um modelo, com o intuito de avaliar o impacto dos transportes no meio ambiente e o quanto as empresas teriam de suportar caso lhes fosse imputado esses custos.

Para a concretização dos objetivos, a dissertação foi desenvolvida em várias fases

- Enquadramento teórico referente à logística, gestão de transportes, sustentabilidade e o seu impacto;
- Aplicação de um modelo para a internalização dos custos ambientais no transporte de mercadorias relativo às suas emissões e custos associados;
- Determinar e calcular rotas através do *Ecotransit Calculator* para obter resultados a partir do modelo;
- Análise de Resultados;
- Considerações finais.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. No primeiro capítulo é feita a introdução do trabalho, o enquadramento do tema, são definidos os objetivos que se pretendem alcançar, é apresentada a metodologia para a construção do restante trabalho e por fim, a estrutura da dissertação, descrevendo a mesma.

No segundo capítulo, são abordados os temas referentes ao enquadramento teórico relacionados com assuntos de Cadeia de Abastecimento (CA), Transportes e Sustentabilidade, com os seguintes tópicos: A Gestão da Cadeia de Abastecimento; O Setor dos Transportes nas Cadeias de Abastecimento; A Importância da Gestão Sustentável nos Transportes; o Princípio do Poluidor Pagador e a Estratégia para a Redução do Impacto Ambiental no Setor dos Transportes, segundo uma análise crítica baseada na literatura existente.

O terceiro capítulo apresenta a caracterização da empresa 'Petrobox', são identificados os sistemas de transporte e os custos associados à sua atividade.

No 4º capítulo são desenvolvidos, analisados e discutidos os dados deste caso de estudo do impacto da atividade da empresa Petrobox, o transporte rodoviário de mercadorias. Na primeira parte, no 4.1., é apresentado o modelo para a análise do impacto no transporte de mercadorias e são descritas as seis fases que constituem este modelo. O 4.2. corresponde à definição das rotas na empresa e são analisadas as rotas para este estudo. A parte 4.3. descreve a aplicação o modelo para analisar os custos externos do transporte de mercadorias, assim como todas as suas fases de desenvolvimento. A quarta parte deste capítulo (4.4) analisa o impacto por cada rota que se desenvolve na 4.4.1 analisando os resultados das emissões e dos custos das rotas. Por fim, na última parte deste capítulo são elaboradas duas propostas para a minimização dos impactos desta atividade, a Proposta A com a utilização de armazém entre os destinos e a Proposta B que recorre à intermodalidade.

No quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões desta dissertação.

CAPÍTULO II

2. REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo, visa abordar variados temas que remetem ao enquadramento teórico, relacionado com a Logística, a Gestão de Transportes e a Sustentabilidade. Estes temas serão abordados com base na literatura já existente, através dos seguintes tópicos: a Gestão da Cadeia de Abastecimento, o Setor de Transportes na Cadeia de Abastecimento, a Importância da Gestão Sustentável dos Transportes, o Princípio do Poluidor Pagador e a Estratégia para Redução do Impacto Ambiental no Setor dos Transportes.

2.1. GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO

De acordo com o glossário da Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP (2013), a Cadeia de Abastecimento, tem início nas matérias-primas e termina com a utilização dos produtos acabados das mercadorias a serem utilizados pelo cliente final, este tipo de gestão interliga muitas empresas. Outra definição da CA, refere que as matérias e a partilha de informação no processo logístico, estende-se desde a aquisição das matérias-primas até à entrega dos produtos acabados ao cliente final. Deste modo, todos os fornecedores, prestadores de serviços e cliente, são elos na cadeia de abastecimento (Noelle, 1976).

A Gestão da cadeia de Abastecimentos é definido pelo CSCMP como um processo de planeamento, operação e controlo de todas as atividades associadas à seleção de fornecedores, à transformação e agregação de valor ao produto/serviço e todas as atividades logísticas. A ligação entre os parceiros da cadeia de abastecimentos, como fornecedores, intermediários, operadores logísticos e clientes, também fazem parte desta Gestão (Serrano, 2022).

Na perspetiva de Sekaran et al (2018), a Gestão da Cadeia de Abastecimento, consiste na gestão das relações entre clientes e fornecedores, com o intuito de produzir maior valor a custo menos ao cliente final.

Este conceito de CA surgiu devido ao desenvolvimento das tecnologias e dos transportes, nos anos setenta. O progresso na tecnologia fomentou a ligação entre todos os *stakeholders* e a integração das diversas atividades da empresa, contribuindo para a implementação da gestão logística (Silva., 2017). Segundo o mesmo autor, nos anos 80, a oferta de serviços de transporte cresceu tanto devido à concorrência entre os diferentes meios de transporte, que originou uma

maior flexibilidade, um menor custo e um melhor resultado para o cliente.

Segundo Lage (2021), a Revolução Industrial, permitiu às empresas terem vários fornecedores e não apenas um, assim como vender os seus produtos ou serviços para vários clientes, como mostra a Figura 1, de acordo com João & Machado (2022). Isto foi possível através do crescimento global do mercado e do aumento de competitividade entre as empresas.

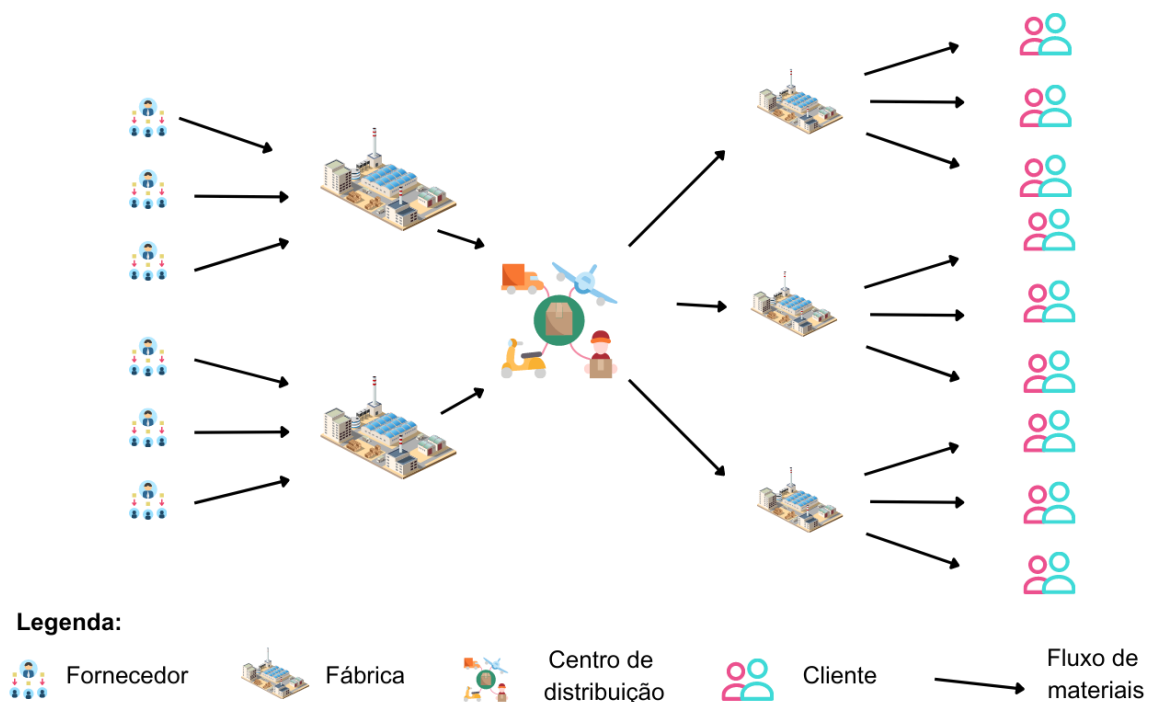


Figura 1: *Intervenientes Cadeia de Abastecimento. Fonte: Adaptado de João & Machado (2022)*

A Gestão da Cadeia de Abastecimento, para Lage (2021) é vital para o bom funcionamento comercial, económico e empresarial. Esta gestão integra todas as atividades desde o fornecimento de matéria-prima, produção, montagem, armazenamento, controlo de inventário, procura e distribuição até à entrega do produto ao cliente final.

Apesar das diversas definições de cadeia de abastecimento, de acordo com Moreira (2021), a que possui um maior consenso é a que exprime os principais processos de negócio desde os fornecedores até aos clientes. Assim, o sucesso das empresas depende desta ligação.

Para um bom funcionamento das cadeias de abastecimento, os seguintes aspetos devem ser considerados:

- Dar continuidade a esta ligação ente clientes e fornecedores;
- Partilha de informação entre parceiros;
- Partilha com os parceiros de metas, com base na necessidade dos clientes;
- Troca de informações entre as culturas empresariais (Moreira, 2021).

Como afirma Lage (2021), a boa gestão das cadeias de abastecimento pode contribuir para o sucesso das organizações, uma vez que há menos investimento em inventários, menor custo na aquisição de materiais, redução do tempo de ciclo e aumento da produtividade, e cumprimento nos prazos de entrega.

A composição da Cadeia de Abastecimento, difere entre vários intervenientes, desde os fornecedores, operadores logísticos, distribuidores e clientes. Nesta dissertação faz todo o sentido começar por saber o que é a Cadeia de Abastecimento, uma vez que a sua boa gestão é imprescindível para alcançar vantagens competitivas no mercado e ganhos significativos. Uma vez que a mesma consiste em interligar o mercado desde os seus fornecedores até ao consumidor final, o que faz com que o resultado produzido pela empresa, não dependa somente do que acontece dentro dela.

2.2. O SETOR DE TRANSPORTES NAS CADEIA DE ABASTECIMENTO

Segundo Isabel (2022), o transporte rodoviário é imprescindível para a sociedade, facilitando a movimentação de bens e pessoas, tendo em conta o desenvolvimento sustentável, eficiência, eficácia e a sua flexibilidade.


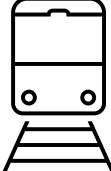
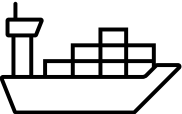

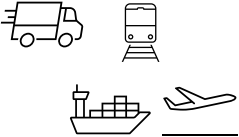
O Transporte é uma atividade logística importante e tem uma representação significativa nos custos logísticos das empresas. Esta atividade realiza várias viagens, de diversos e longos percursos no melhor tempo até a um reduzido número de clientes, com veículos de grandes dimensões e maximização das suas cargas (Araújo, 2022).

Para Sardinha (2017), uma das desvantagens deste modo de transporte é a capacidade de carga ser mais limitada, embora seja bastante competitiva em percursos de curta e média distância. É importante referir também que este tipo de transporte permite um serviço de entrega porta a porta, possibilitando o acesso a pontos mais isolados e o transporte entre outros modos de transporte. Embora a dimensão da carga seja a sua principal limitação, este tipo de transporte apresenta uma grande flexibilidade horária e velocidade elevada, apesar dos limites de velocidade impostos pelo governo.

De acordo com o mesmo autor Sardinha (2017), atualmente, as perdas e danos nos transportes rodoviários são ainda mais baixos, uma vez que são cada vez mais utilizadas tecnologias de rastreamento de veículos, reduzindo danos e riscos no transporte.

O transporte de mercadorias pode ser realizado de diversos modos, como se observa na Tabela 1, com as vantagens e desvantagens de cada modo de transporte (Araújo, 2022).

Tabela 1: Modos de Transporte. Fonte: Adaptado de Araújo (2022)

Modo de Transporte	Descrição	Vantagens	Desvantagens
Rodoviário 	Modo Transporte mais utilizado. É utilizado por via terrestre e é rápido e flexível	<ul style="list-style-type: none"> - Custos Fixos - Entregas porta a porta - Flexibilidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos Variáveis moderados - Acidentes - Poluição Ambiental - Trânsito
Ferroviano 	Mobilidade através de comboios e carruagens, é um dos modos de transporte mais antigo	<ul style="list-style-type: none"> - Maior Capacidade de carga - Custos Variáveis Baixos - Segurança 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos Fixos Elevados - Rotas fixas
Marítimo 	Transporte através de barcos ou navios	<ul style="list-style-type: none"> - Grande Capacidade de Carga - Segurança - Custos Variáveis Baixos 	<ul style="list-style-type: none"> - Velocidade lenta - Custos Fixos Elevados - Poluição marítima
Aéreo 	Transporte mais recente Ideal para o transporte de bens mais pequenos, valiosos ou urgentes	<ul style="list-style-type: none"> - Modo de Transporte mais rápido 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos Fixos elevados - Custos Variáveis elevados
Intermodal 	Utilização de mais do que um modo de transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Ofertas de várias empresas deste tipo de serviço - Soluções com vários preços e flexibilidades 	<ul style="list-style-type: none"> - Operações mais complexas - Carência de uma coordenação eficaz

Conforme discutido anteriormente, um dos principais objetivos do setor do transporte é entregar o produto certo ao cliente, no local exato num determinado tempo, maximizando sempre a sua taxa de ocupação e os recursos utilizados, ao preço mais competitivo.

No setor de transportes, ao longo dos anos e cada vez mais, há uma preocupação maior no aumento da produtividade e na maximização das cargas, de acordo com a frota e a redução dos custos para as empresas de transporte. Estes custos, são diretamente influenciados pela ocupação da mercadoria nos veículos, de modo que é importante ter sempre em conta os pesos, volumes, números de paletes e metros de estrada para evitar espaços vazios. Um dos maiores problemas nas tomadas de decisão neste setor é a minimização das distâncias e tempos a partir da redução dos custos, do estudo das melhores rotas e do modo de transporte (Araújo, 2022).

2.3. A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS TRANSPORTES

Nas últimas décadas no desenvolvimento da UE, a procura pelo transporte de mercadorias, tem vindo a aumentar (Isabel, 2022). O transporte rodoviário lidera as operações em diversas partes do mundo, uma vez que é rápido, eficiente, entrega porta a porta e liga os setores industriais.

Devido ao aumento do comércio, à perda de relevância das fronteiras e à intensificação da mobilidade de materiais e pessoas, o transportes e a eficácia dos mesmos, tornou-se uma atividade fundamental no quotidiano da sociedade (Isabel, 2022).

Em Portugal, ao longo dos últimos 50 anos, o transporte rodoviário é o que mais se tem expandido e é também o mais utilizado na União Europeia e em Portugal (Sardinha, 2017).

De acordo com a Associação Portuguesa do Ambiente - APA (2021), no Relatório de Estado do Ambiente o transporte rodoviário de mercadorias é dominante no transporte terrestre, representando 87% em 2019 e 77% em toda a UE, como se pode verificar na Figura 2.

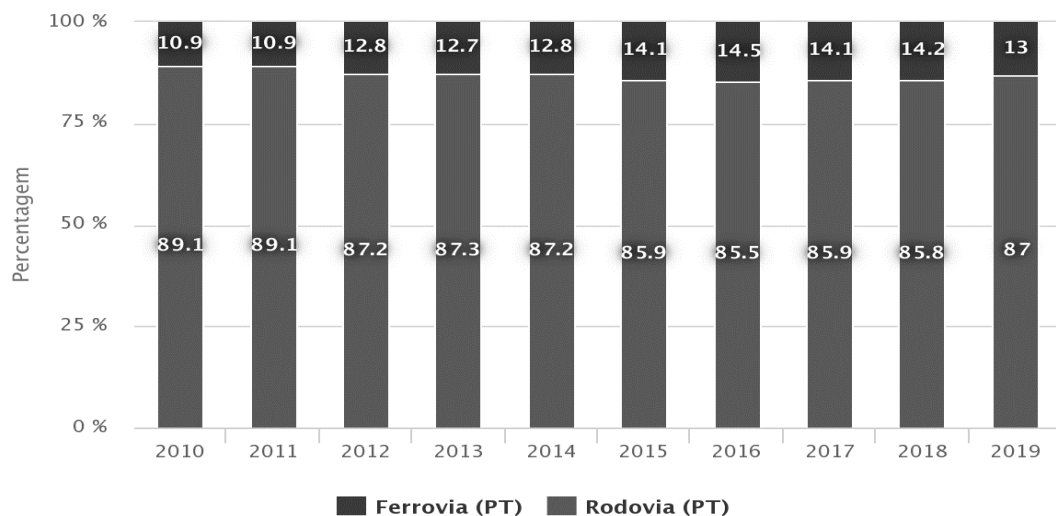


Figura 2: Transporte Rodoviário e Ferroviário em Portugal. Fonte: APA (2021)

Conforme apresentado nas Figuras 2 e 3 relativamente ao transporte ferroviário, representa somente 13% em Portugal e 17% na União Europeia, tendo aqui uma maior representação.

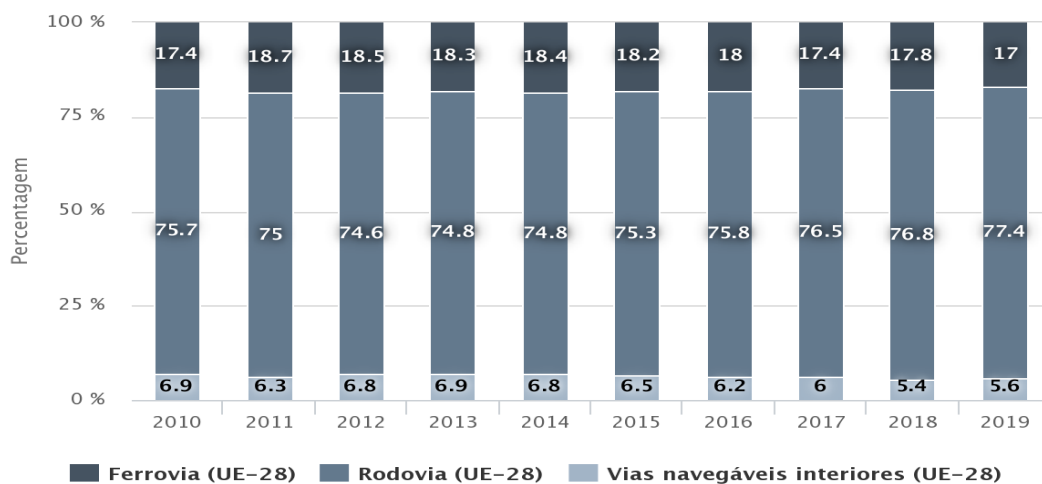


Figura 3: Transporte Ferroviário, Rodoviário e Navegável na UE. Fonte: APA (2021)

De acordo com os dados deste relatório, da APA (2021), pode-se perceber uma descida generalizada em 2020 nos transportes, devido à situação pandémica que causou transtornos em todos os setores, no entanto, o transporte rodoviário de mercadorias continuou a ser o modo de transporte dominante.

O facto do transporte rodoviário de mercadorias ter a vantagem da entrega porta a porta, e entregas rápidas, segundo Sousa et al., (2022), são também uma preocupação ambiental, uma vez que provoca mais vezes a circulação de veículos sem a utilização da sua capacidade máxima, provocando maior emissões de CO₂ e maior impacto em acidentes e ruídos. Relativamente à poluição atmosférica, o transporte rodoviário, contribui para vários tipos de doenças, como alergias e doenças do foro respiratório, afetando a qualidade de vida das pessoas.

Contudo, de acordo com Isabel (2022), este modo de transporte, causa um enorme impacto ambiental e é responsável por uma grande parte dos custos ambientais, económicos e sociais, sendo que a energia que utiliza é obtida a partir de combustíveis de origem fóssil. Esta situação é cada vez mais preocupante e cada vez mais merece a atenção da sociedade.

O setor dos transportes, nas suas atividades é responsável pela emissão de diferentes tipos de poluentes, como por exemplo, o dióxido de azoto e partículas que contaminam o ar, assim como pela emissão de gases com efeito de estufa aumentando as alterações climáticas e Sousa et al., (2022), saliente que continuam a originar impactos bastante negativos no meio ambiente apesar das inovações tecnológicas.

Embora os transportes sejam um setor muito importante na sociedade, são responsáveis pela grande maioria de agentes poluentes e gases com efeitos de estufa, no entanto, este setor é também um grande consumista de energia de origem petrolífera. Para além dos combustíveis fósseis, o transporte rodoviário, é responsável por emissões de agentes poluentes e GEE, provocando alterações climáticas e o aumento do aquecimento global (Isabel, 2022).

Segundo a International Energy Agency – IEA Publications, (2021), após o pico pandémico, em 2021, quando as restrições foram levantadas e voltou a haver movimentação de transporte de pessoas e bens, as emissões de CO₂ dos transportes voltaram a aumentar, crescendo 8%.

Contudo, este setor tem um grande impacto e implicam custos ambientais, sendo necessário direccionar esta atividade para a sustentabilidade ambiental, através de medidas que tornem este modo de transporte mais sustentável, como medidas de internalização, fazendo com que haja uma utilização mais sustentável pela população e agentes económicos (Isabel, 2022).

2.4. PRINCÍPIO DO POLUIDOR PAGADOR

A partir de meados do século XX, começou a fazer-se sentir a sobre-exploração dos recursos ambientais, afetando a economia, o Homem e a Natureza. Segundo Aragão (2018), foi nesta altura que se sentiu a necessidade de adotar medidas para controlar a poluição e a degradação do meio ambiente.

Em 1972, a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Económicos (OCDE) introduziu pela primeira vez o conceito de 'Poluidor-Pagador' (PP), este princípio defende que o agente poluidor tem responsabilidade económica e financeira relativamente a medidas de prevenção da poluição, para garantir um estado ambiental melhor. Ao aplicarem este princípio, incentivam os poluidores a reajustar as suas práticas, evitando danos ambientais (Europeia, 2021).

Apesar de todos os pontos positivos do setor dos transportes, esta atividade também possui externalidades negativas que, normalmente são conhecidas como custos ambientais gerados pela sua atividade. Estes custos são custos externos que são restituídos pela sociedade, embora haja um enorme impacto dos transportes na saúde e no ambiente. O transporte rodoviário de mercadorias, é um dos principais causadores deste impacto e para resolver o aumento da poluição ambiental, a EU criou o mecanismo de internalização dos custos externos. Esta solução inclui taxas, impostos e o princípio do 'poluidor-pagador' (Vukić et al., 2023).

As causas negativas e poluentes proporcionadas pelos transportes, não suportados pelo setor diretamente, são chamados de custos externos de transportes. Destas externalidades, a que recebe mais atenção é a poluição do ar, segundo (Mostert et al., 2017).

Assim, surgiu a 'ideia' de negociação, sendo necessário que os 'poluídos' possam negociar com o poluidor. Deste modo, para Aragão (2018), poluir representaria um valor elevado para o poluidor, no caso deste ser a indústria, seria um valor correspondente a um certo nível de produção. A ideia do princípio do poluidor pagador, é quem provoca a poluição (o poluidor), ser obrigado a pagar um valor pelo impacto que causou no ambiente.

Com este princípio, e para que se reduza a poluição, o poluidor terá de prescindir de todo o seu lucro ou investir por exemplo em mecanismos de purificação, portanto a poluição não é algo barato, essencialmente se os afetados com a poluição forem pessoas singulares e/ou as de menores rendimentos (Aragão, 2018).

De acordo com os interesses económicos e ambientais, as despesas públicas ou privadas necessárias para o controlo da poluição devem ser responsabilidade dos poluidores. Deste

modo, os sujeitos que causam a poluição devem suportar os custos dos recursos ambientais utilizados de maneira a serem utilizados adequadamente. Formando assim o princípio de "poluidor pagador" (Aragão, 2018).

O objetivo deste princípio é que o poluidor evite e altere o seu comportamento impondo-lhe um custo. Assim, o poluidor terá de reajustar as suas atividades de forma a considerar os impactos ambientais e minimizar o seu impacto, evitando estes danos ou investindo em tecnologias amigas do ambiente ou então terá de suportar um custo elevado pelos danos negativos causados (Costa, 2014).

Aragão (2018) refere que as políticas relacionadas com este princípio (PP) têm o objetivo de proteger e melhorar a qualidade ambiental; preservar a saúde humana; a utilização racional dos recursos naturais e a promoção de medidas para lidar com os problemas ambientais.

Para este princípio é importante identificar quem é o poluidor, e esta tarefa nem sempre é fácil. Assim, quando a poluição acontece durante o processo produtivo do produto, o poluidor será o produtor desse produto, assim como se o produto é o próprio poluente, o poluidor continua a ser quem o produz, uma vez que cria o bem com características poluentes e o coloca à disposição de potenciais compradores e utilizadores (Aragão, 2018).

O poluidor que deve pagar (poluidor pagador) é aquele que tem poder e pode tomar decisões e medidas, para prevenir a poluição, ou diminuir ou evitar que aconteça, uma vez que pode alterar as condições que provocam a mesma (Costa, 2014).

Em suma, o objetivo primordial do princípio do poluidor pagador, não é obter alguma compensação monetária, mas sim fazer com que o agente poluidor altere o seu comportamento ambiental com o intuito de proteger o ambiente e evitar mais danos sobre o mesmo (Costa, 2014). Neste sentido, esta espécie de multa que o agente terá de pagar devido à sua contribuição para a poluição terá de provocar uma redução nos benefícios económicos do agente, sendo que esse custo seria integrado nos custos da sua atividade económica o que se irá refletir nos preços finais dos seus bens ou serviços. Ou seja, quanto mais alto for esse custo, menos lucrativo poderá ser o negócio, uma vez que o preço para os consumidores será menos competitivo. Esta fórmula de ver refletido nos custos de produção os prejuízos causados por terceiros, é conhecido como a "internalização das externalidades ambientais negativas".

De acordo com Europeia (2021) economicamente, diz-se 'internalização de externalidades ambientais negativas', uma vez que com os custos mais elevados para o produtor, o preço dos bens e serviços irá aumentar, o que poderá provocar a perda de clientes, pois estes preferem preços mais baixos.

Contudo, segundo Costa (2014), este princípio pode também trazer uma grande desvantagem que é a ideia que quem paga pode poluir. E assim sendo, deve haver uma atenção ao facto de que o objetivo principal deste princípio não é única e exclusivamente a reparação dos danos ambientais, mas sim de carater muito preventivo, no sentido de que a obrigação imposta ao agente, não tem o intuito deste retirar benefícios de poluir, mas sim de não continuar a atividade poluidora.

Ao longo dos anos, o Princípio Poluidor-Pagador, tem vindo a aumentar. Se inicialmente se focava somente nos custos de prevenção da poluição ambiental, posteriormente, centra-se na inclusão dos custos das medidas ambientais tomadas pelas autoridades para fazer face às emissões, abrangendo a responsabilidade ambiental (Ver Figura 4). Deste modo, os poluidores pagam os danos ambientais que causaram (Europeia, 2021).

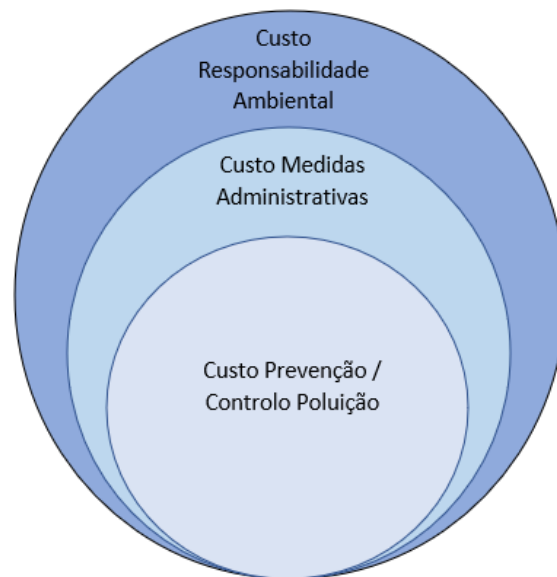


Figura 4: Custos Poluidor-Pagador. Fonte: Adaptado de Huangda et al. (2021)

2.5. ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NO SETOR TRANSPORTES

Segundo Isabel (2022), o setor dos transportes tem vindo a aumentar as suas emissões poluentes desde 1990, que tendem a aumentar à medida que a mobilidade também aumenta. Conforme discutido anteriormente, entre os diferentes modos de transporte, o rodoviário é um dos modos que mais contribui para provocar custos ambientais, sendo necessário direcionar esta atividade para um caminho mais sustentável, através de medidas que promovam esta mobilidade também mais sustentável, como a internalização dos custos externos pela sociedade e agentes económicos, essencial para a utilização equilibrada deste setor.

É importante desenvolver políticas a longo prazo no setor dos transportes que tenham como objetivo e consideração os impactos na saúde (Mostert et al., 2017). Segundo Gota et al., (2019) é necessário apostar em inovações tecnológicas para resultados mais eficazes e acelerar o processo de implementação das medidas a curto prazo, como por exemplo a tributação do carbono.

Para Isabel (2022), é cada vez mais urgente desenvolver iniciativas para a transição de modelos de transporte mais sustentável e amigo do ambiente, passa por medidas políticas, estruturais, de eficiência e tecnológicas. Para uma diminuição da poluição e das emissões neste setor, as políticas implementadas podem ser económicas ou através da tecnologia. Economicamente, pode considerar-se a utilização, compra e produção de veículos ecológicos com combustíveis mais sustentáveis e relativamente às inovações tecnológicas, na otimização do processo de transporte.

Georgatzi et al., (2020) defende que através de sistemas de informações e comunicação, trará um melhor funcionamento das redes e operações, que é essencial no apoio à tomada de decisão. Em suma, ao longo da literatura consultada, é comum o reconhecimento da necessidade urgente em substituir os combustíveis fósseis por energias renováveis, através de produções eficientes e inovações tecnológicas.

Segundo a Comissão Europeia (2020), a meta de eficiência energética para 2030 na UE é de 32% do consumo da energia ser fruto de energias renováveis e 14% para os combustíveis renováveis nos transportes. Se até 2050, o transporte rodoviário for eletrificado, seria possível manter o aquecimento global de 2°C. e assim conseguir o objetivo (Gota et al., 2019).

Ainda de acordo com dados da Comissão Europeia (2020) e no âmbito do 'Acordo de Paris', a UE tem o objetivo de até 2050, ter um clima e uma economia com "emissões líquidas de gases

de feito de estufa" chamado de 'Acordo Verde Europeu', com o objetivo de limitar a temperatura mundial e reduzir os impactos das alterações climáticas.

Sousa et al. (2022), salienta que apostar em meios de transporte elétricos para um setor mais sustentável a longo prazo é uma boa solução, uma vez que num futuro próximo, o cidadão será o próprio produtor de energia elétrica. No entanto, esta aposta trará problemas em aceitar devido ao hábito do uso dos transportes tradicionais ao longo de décadas, assim como o custo elevado.

Carvalho (2022), afirma que o investimento num setor de transportes sustentável, proporciona uma melhoria de serviços, de acesso a recursos e uma maior competitividade para as regiões. O setor dos transportes tem vindo a aumentar ultimamente e a ser mais explorado, seja em Portugal ou fora.

Segundo EEA (2016), para se analisar os impactos ambientais dos transportes, é necessário um estudo desde a matéria prima até à decomposição dos resíduos, ou seja, de todo o seu ciclo de vida. Neste sentido, é de grande importância saber a origem da eletricidade para o carregamento destes veículos elétricos. Deste modo, à medida que a procura e a utilização dos veículos elétricos aumentam, irá aumentar também a procura da eletricidade renovável o que provocará positivamente a redução dos gases de efeito de estufa (EEA, 2016).

Outra estratégia para o aumento da sustentabilidade neste setor é a intermodalidade. Segundo Mostert et al., (2017), a intermodalidade conjuga diferentes modos de transporte, e esta combinação pode contribuir para a redução dos custos e das externalidades dos transportes de longa distância.

CAPÍTULO III

3. INTERNALIZAÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSPORTES: O CASO DA EMPRESA ‘PETROBOX, LDA’

Neste Capítulo 3, é feita uma análise e caracterização da empresa ‘Petrobox’, apresentando a sua História, Missão Visão e Valores. Este capítulo descreve também o setor dos transportes na empresa e os custos importantes relativos a esta atividade.

3.1. A EMPRESA

A empresa Petrobox pertence ao Grupo Constantino Miguel, que nasceu em 1980. Foi neste ano que os pais decidiram realizar alguns transportes de passageiros para estarem mais próximos de um dos filhos que tinha regressado a França onde a família já havia estado emigrada. No entanto, os emigrantes começaram a pedir produtos portugueses, como enchidos, queijos, vinho do porto, entre outros. E assim, o grupo começou a crescer, primeiramente internacionalmente e depois em Portugal.

O grupo é gerido por três irmãos e a maior empresa é a Petrobox, atuando no setor dos transportes, que foi criada a 11 de outubro de 2009, com sede em Macedo de Cavaleiros, e escritórios em Braga.

A empresa tem como missão, a prestação de serviço de transportes, logística e distribuição, apostando sempre na confiança e responsabilidade e como principais valores a qualidade, segurança e ambiente.

A Petrobox destina-se ao transporte rodoviário de mercadorias, transporta todo o tipo de produtos e embora atue em Portugal, é mais presente no mercado internacional, tendo como principais destinos a França e a Espanha, essencialmente, e a Holanda, Bélgica e Alemanha, embora trabalhe para outros países através de subcontratação, como Suíça, Luxemburgo, Itália, entre outros.

Esta empresa, possui camiões próprios, assim como motoristas e trabalha também com empresas subcontratadas para a prestação de serviços de transportes. O tipo de transporte utilizado é o transporte rodoviário de mercadorias e realiza serviços de camião completo, na qual o camião está cheio e com mercadoria de apenas um cliente, e serviços de grupagem,

agrupando mercadorias de vários clientes, completando assim o caminhão, atendendo sempre ao espaço por metro de estrada, peso e número de paletes ocupado por cada cliente.

Relativamente a outros tipos de transporte, como o transporte marítimo ou aéreo, apenas se realiza através de empresas de transporte subcontratadas que integrem esses modos de transporte.

A atividade dos transportes traduz alguns custos para as empresas, sendo estes os custos fixos, relacionados com ordenados, leasings de tratores e reboques e seguros de frota e os custos variáveis, muito dispendiosos, como os combustíveis (gasóleo e AdBlue), portagens e manutenções, essencialmente.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DO CASO DE ESTUDO

Este capítulo apresenta uma análise e discussão do impacto das atividades dos transportes de mercadorias da Empresa Petrobox, que serviu como caso de estudo para esta dissertação. Os dados apresentados e discutidos neste capítulo têm como objetivo analisar o impacto das emissões no transporte, tendo em consideração três principais aspetos, nomeadamente as emissões para um conjunto de rotas, o custo de transportes, e os possíveis custos para cada tipo de poluente emitido para a atmosfera durante o transporte.

4.1. MODELO PARA ANÁLISE DE IMPACTO NO TRANSPORTES DE MERCADORIAS

Nesta dissertação foi utilizado um modelo conceptual para avaliar o impacto ambiental ocasionado durante o transporte de mercadorias, tendo em conta diferentes tipos de emissões. A Figura 5 apresenta de forma resumida a proposta de um modelo utilizado para internalizar os impactos ambientais durante o transporte de mercadorias.

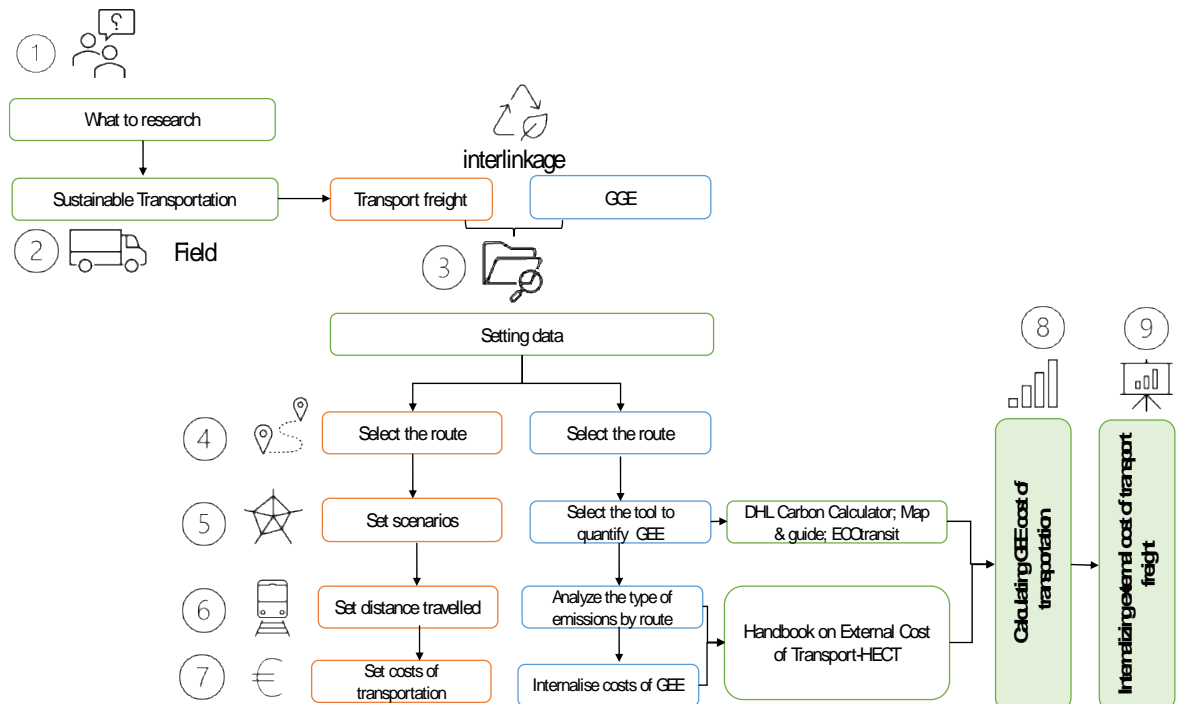


Figura 5: A Framework to measure the environmental Impact on Transportation. Source: Alves (2022)

Este modelo, consiste em determinar as emissões de cada rota, tendo em conta o tipo de transporte, a distância e o peso e posteriormente traduzir estas emissões em custos considerando também o país e determinar assim o impacto destes custos no meio ambiente, comparando com o custo real gasto pela empresa nos transportes. A seguir são apresentadas as diversas fases consideradas para a aplicação do modelo.

Fase1: Nesta fase o modelo sugere que seja identificada a área e o objetivo do estudo, neste caso específico optou-se por analisar as emissões causadas durante um transporte de mercadorias de uma empresa deste setor;

Fase 2: Seleção e análise dos tipos de veículos utilizados no transporte;

Fase 3: Seleção dos tipos de emissões a serem consideradas no estudo;

Fase 4: a) Seleção das rotas a serem consideradas no estudo,

Fase 5: a) Definição das rotas, b) Seleção de plataformas para levantamento de dados sobre as emissões

Fase 6: Análise de dados sobre as emissões

Fase 7: Proposta de quantificação dos custos das emissões geradas, tendo em conta o princípio do poluidor pagador.

Nesta dissertação, a plataforma selecionada para o cálculo das emissões foi a plataforma da *Ecotransit*. Esta plataforma possibilita analisar a quantidade de energia, as emissões de carbono e os poluentes atmosféricos originados durante o transporte de mercadorias. Os dados da plataforma são obtidos através da inserção dos detalhes de transporte, dos dados de entrada e, por fim, o cálculo.

Após a configuração dos dados na plataforma, foram levantadas as emissões originadas no transporte de mercadorias, considerando os seguintes poluentes: CO₂ (*Carbon Dioxide*), NO_x (*Non-methane and hydrocarbon*), SO₂ (*Sulfur Dioxide*) e PM2.5 (*Particulate matter*)

4.2. DEFINIÇÃO DE ROTAS NA EMPRESA

Para a definição das rotas presentes neste estudo, foram analisados um conjunto de clientes da empresa em questão e respetivos serviços, ou seja, as suas cargas, descargas e rotas. Os critérios de seleção consistem nos clientes com maior importância em termos de transporte, e com serviços quase todas as semanas e a partir destes, foram eleitos pelos serviços/ rotas mais frequentes de cada cliente.

A Tabela 2 apresenta de uma forma mais simplificada o destino de cada rota, se se trata de um transporte nacional ou internacional e a periodicidade das mesmas, neste caso, se os transportes das rotas selecionadas acontecem todas as semanas ou entre duas a três vezes por semana.

Tabela 2: Classificação de Rotas da empresa Petrobox

	Destino		Periodicidade	
	Nacional	Internacional	Semanal	Duas a Três vezes por semana
Rota 1	x		x	
Rota 2		X	x	
Rota 3		X	x	
Rota 4		X		x
Rota 5	x			x

Adicionalmente, a Figura 6 apresenta as rotas selecionadas dos clientes. Relativamente às toneladas transportadas por cada cliente, foi deduzida através de uma média da quantidade que transportam aproximadamente. A Rota 1 considera o transporte de 20 Ton de mercadoria de Cacia, Portugal para a comuna francesa, IFS. Relativamente à Rota 2, transporta 21 Ton de inox, num transporte de importação de Barcelona, Espanha até Bragança.

Quanto à Rota 3, designa o serviço de transporte com origem em Braga e destino em Bondy, passando a meio em Aubervilliers, transportando 12 Ton de mercadoria.

No que diz respeito à Rota 4, esta reflete um transporte de Importação de Estrees Saint-Denis, em França até Ovar, Portugal, com um total de 14 Ton de mercadorias de espuma.

Por fim, na Rota 5, tem-se um transporte nacional entre Braga, Coimbra e Viseu, com mercadorias de 20 Ton.

A Tabela 3, apresenta de forma resumida os dados eferentes à primeira rota (Cacia, IFS) que realiza o transporte de 20 toneladas de metal, com origem em Cacia, Portugal, até IFS, França., com um total de 1577.65 km, com uma duração de 14.63h., de acordo com os dados recolhidos na Empresa e na elaboração da rota. Esta rota é realizada por motoristas da Petrobox e as cargas são realizadas sempre nas instalações do cliente X para descarregar em França, sendo este um percurso feito semanalmente.

Tabela 3: Rota 1 – Cacia a IFS

Rota	Distância (Km)	Peso (Ton)	Tipo de Material
1 (Cacia a IFS)	1577.65	20	Metal

Quanto à segunda rota em estudo (Barcelona a Bragança) e como apresentado na Tabela 4, este percurso considera a carga em Espanha, na cidade de Barcelona e descarga em Bragança, e conta com 925.24 km e uma duração de 8.54h em média. A Rota 2 é então uma carga que considera a importação e é realizada diversas vezes por vários motoristas da empresa, e mais do que uma vez por semana, sendo o destino sempre para o mesmo cliente, daí ter sido uma das rotas seleccionadas para este estudo. Neste serviço de transporte, o tipo de mercadoria é inox e, apesar da dispersão de quantidades e peso, ronda normalmente as 21 toneladas.

Tabela 4: Rota 2

Rota	Distância (Km)	Peso (Ton)	Tipo de Material
2 (Barcelona a Bragança)	925.24	21	Inox

Relativamente à Rota 3 (Braga a Aubervilliers a Bondy), esta é relativa a um transporte de grupagem, ou seja, é um serviço que transporta mercadorias de mais do que um cliente. Neste caso, esta rota é composta por mercadorias de dois clientes. Um com produtos alimentares (9

Ton) e outro com vestuário (3 Ton), fazendo um total de 12 toneladas, como se observa na Tabela 5. Este trajeto inicia em Braga, com a primeira descarga de um dos clientes em Aubervilliers e de seguida, para a descarga da mercadoria do outro cliente, em Bondy, totalizando assim 1576.68km e 15.25h.

Tabela 5: Rota 3

Rota	Distância (Km)	Peso (Ton)	Tipo de Material
3 (Braga a Aubervilliers a Bondy)	1576.68	12	Alimentos e Vestuário

A Tabela 6, representa a quarta rota (Estrees Saint-Denis a Ovar) que, assim como a rota 2, é de importação. Este percurso é realizado várias vezes durante o mês, quase semanalmente, com motoristas da empresa em estudo e conta com 1656.63 km. Esta rota, tem origem em Estrees Saint-Denis em França e Ovar como destino final, transporta materiais em espuma e tem uma duração de 16.03h.

Tabela 6: Rota 4

Rota	Distância (Km)	Peso (Ton)	Tipo de Material
4 (Estrees Saint-Denis a Ovar)	1656.63	14	Espumas

Por último, a Rota 5 (Braga a Coimbra a Viseu) apresentada na Tabela 7, corresponde a um transporte nacional, que tem descargas em 2 locais, sendo estes Coimbra e Viseu, com origem em Braga. É um transporte de mercadoria em metal e madeiras (20 toneladas) com um total de 261.89 km. Esta rota é frequentemente realizada, todas as semanas pelo motorista de nacional da empresa.

Tabela 7: Rota 5

Rota	Distância (Km)	Peso (Ton)	Tipo de Material
5 (Braga a Coimbra a Viseu)	261.89	20	Metal e Madeiras

A figura 5 apresenta um resumo das rotas referidas anteriormente, onde é possível observar características como a distância percorrida e o peso, em toneladas de cada um dos percursos estudados.

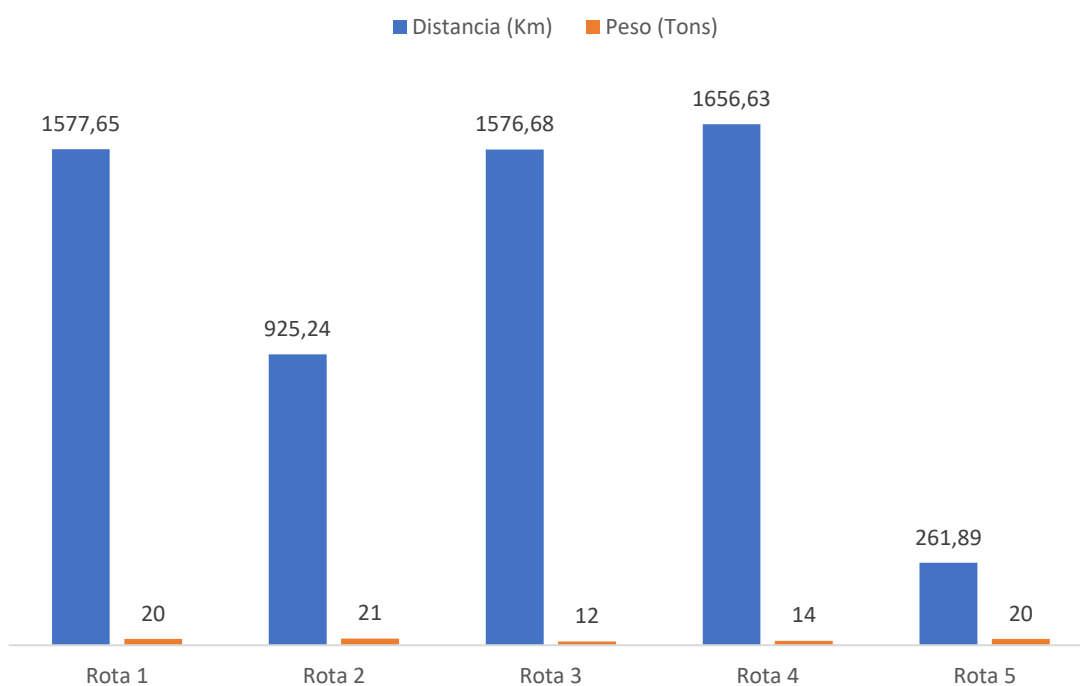


Figura 7: Resumo das distâncias percorridas versus peso dos materiais

Conforme os dados apresentados de forma resumida na Figura 7, pode-se perceber que a Rota 4 que tem uma periodicidade de mais do que duas/três vezes por semana, é a que apresenta uma maior distância percorrida, com um total de 1656.63 km, seguida da Rota 1 e 3, com 1577.65km e 1576.68km, respetivamente. A Rota 5 é a que apresenta uma menor distância, uma vez que é uma rota de transporte nacional. Quando ao peso das mercadorias correspondentes

a cada rota, pode-se perceber que são similares nas cinco rotas, a Rota 2, com o maior peso de 21 Ton, seguido da Rota 1 e 5 com 20 Ton e, por fim, a Rota 4 e 3, com 14 Ton e 12 Ton, respetivamente.

4.3. APLICAÇÃO DO MODELO PARA ANALISAR OS CUSTOS EXTERNOS DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Nesta dissertação um modelo desenvolvido por Alves et al., (2022) foi utilizado para analisar e propor a internalização dos custos ambientais ocasionados durante o transporte de mercadorias. No caso de estudo em questão, a aplicação e análise deste modelo, foram realizadas em sete fases, conforme apresentado na Figura 8.

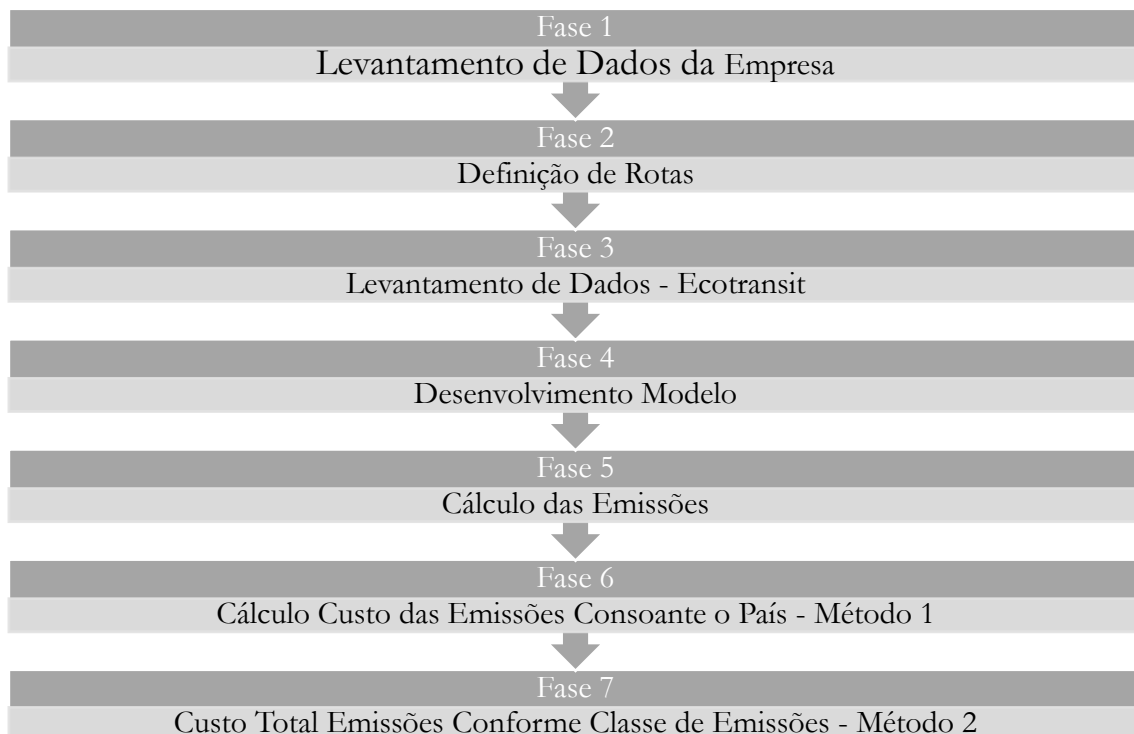


Figura 8: Fases do Estudo

Na primeira fase, foi solicitado à empresa o custo por km dos transportes, que foram obtidos através dos custos fixos, como ordenados de motoristas, leasings de trator/reboque e seguro de frota. E os custos variáveis, como o custo dos combustíveis (Gasóleo + AdBlue) e portagens. Assim, foi possível calcular o custo por km gasto pela empresa nos transportes de mercadorias, conforme apresentados na Tabela 8. De referir que estes custos foram definidos por uma média de 9 meses, de janeiro a setembro de 2022.

Tabela 8: Média do Custo por km dos transportes na empresa Petrobox

Km efetuados	116501,5
Variáveis	71769
Combustíveis	67269
Portagens	4500
Fixos	51395,05
Ordenados	26154,72
Leasing Trator	16472,62
Leasing Reboque	5392,71
Seguro Frota	3375
TOTAL	123164,05
Custo/km	1,06

De seguida, na fase 2, foram definidas um conjunto de rotas. A empresa realiza transportes e saídas de mercadorias todas as semanas para diversos clientes, seja através de cargas completas (espaço do camião ocupado apenas por um cliente) ou cargas de grupagem (mercadorias de vários clientes no mesmo transporte). Assim, foi necessário escolher um método de seleção e foi optado pelos clientes mais frequentes e, por conseguinte, as suas cargas mais recorrentes. Deste modo, foram selecionados cinco percursos de vários clientes, tanto de exportação, importação e transporte nacional, como é possível observar na Figura 6.

A fase 3, corresponde ao levantamento de dados através da plataforma *Ecotransit Calculator*. Depois de definidas as rotas, foi utilizada esta plataforma para recolher algumas informações vitais para este estudo, sendo estas a distância e as quantidades de emissões.

Na 4ª fase, foi analisado o modelo anteriormente criado por Alves et al., (2022) e adaptado consoante as rotas e as características dos percursos e empresa. Logo de seguida, foi realizada a fase 5 (cálculo das emissões). Nesta etapa, foram utilizados os resultados obtidos através da

plataforma *Ecotransit*, onde se observam as emissões de cada rota, como se pode verificar na Tabela 10.

Nesta Tabela (10), observa-se o impacto ambiental provocado durante o transporte e para o percurso de cada rota. Esta, contém diversas informações que permitem proceder para as seguintes fases, como a distância percorrida em cada rota, o custo do transporte (custo por km pela distância total percorrida) e, o mais importante, as emissões ambientais em kg.

Relativamente aos diferentes tipos de emissões, durante o processo de transportes, independente do tipo de veículo utilizado, são emitidos diferentes tipos de poluentes para a atmosfera, que por sua vez podem ocasionar diferentes problemas para a sociedade.

Nesta dissertação, a análise apresentada considerou o impacto dos transportes efetuados em cada cenário sobre o ambiente e a sociedade. Ao fazê-lo, foi considerada a emissão de substâncias tóxicas e outras que podem causar danos ao aquecimento global e à saúde humana com origem no transporte. A Tabela 9, apresenta as principais substâncias que foram consideradas nesta investigação.

Table 9: Visão geral das emissões e os seus impactos causados no transporte de mercadorias. Fonte: European Commission (2019)

Substâncias	Principais impactos negativos	Acrónimo
Nitrogen oxides - (Óxido Nitroso)	Contribui para a poluição, essencialmente em temperaturas mais quentes, acidificação e causa danos à saúde humana.	N2O
Non-methane hydrocarbon (Óxidos de Azoto)	Contribui para a poluição essencialmente em temperaturas mais quentes, e causa danos à saúde humana.	NOx
SO₂. Sulphur dioxide (Dióxido de Enxofre)	Contribui para a acidificação e causa danos à saúde humana.	SO2
PM - Particulate matter (Emissões de Partículas)	Causa danos à saúde humana.	PM

Como referido anteriormente, os resultados obtidos na Tabela 10 apresentam de forma detalhada a distância total percorrida, o custo do transporte, o tempo, e a quantidade de emissões por tipo de poluentes geradas durante o transporte para cada rota.

Tabela 10: Visão geral das do impacto ambiental ocasionado durante o transporte de mercadorias por rota

Results for Scenario Cacia - IFS									
<i>Cacia - IFS</i>	Distance (Km)	Cost (€)	Time (hour)	GHG emission as CO _{2e} (WTW)	C02 emissions (WTW) (toones)	N0x (Kg)	SO2 ((kg)	N2O (kg)	PM (kg)
	1574,09	1668,5354	14,36	2,41	2,36	0,7	0,87	2,27	0,0069
Results for Scenario Barcelona - Bragança									
<i>Barcelona - Bragança</i>	Distance (Km)	Cost (€)	Time (hour)	GHG emission as CO _{2e} (WTW)	C02 emissions (WTW) (toones)	N0x	SO2	N2O	PM
	921,01	976,2706	8,95	1,48	1,45	0,43	0,54	1,41	0,0043
Results for Braga - Aubervilliers - Bondy									
<i>Braga - Aubervilliers - Bondy</i>	Distance (Km)	Cost (€)	Time (unit)	GHG emission as CO _{2e} (WTW)	C02 emissions (WTW) (toones)	N0x	SO2	N2O	PM
	1568,73	1662,8538	14,9	1,3666	1,3365	0,4019	0,4924	1,2764	0,00392
Results for Saint-Denis - Ovar									
<i>Estrees Saint-Denis - Ovar</i>	Distance (Km)	Cost (€)	Time (unit)	GHG emission as CO _{2e} (WTW)	C02 emissions (WTW) (toones)	N0x	SO2	N2O	PM
	1653,01	1752,1906	22,2	1,75	1,71	0,51	0,64	1,7	0,053
Results for Braga - Coimbra - Viseu									
<i>Braga - Coimbra - Viseu</i>	Distance (Km)	Cost (€)	Time (unit)	GHG emission as CO _{2e} (WTW)	C02 emissions (WTW) (toones)	N0x	SO2	N2O	PM
	261,89	277,6034	3	0,209	0,207	0,0061	0,075	0,23	0,0062

Relativamente à fase 5 e 6, que consiste em obter os custos das emissões de cada rota, foram considerados dois métodos. O Método 1, na fase 5, onde foram utilizadas as emissões obtidas anteriormente apresentada na Tabela 9. Para calcular as emissões individuais de cada país considerado neste estudo, recorreu-se à metodologia desenvolvida pela HECT (*Handbook on the external costs of transport*), na qual existem duas formas de calcular os custos das emissões do transporte de mercadorias. O primeiro método pode ser calculado quantificando a quantidade de emissões de cada poluente em euros (€/tonelada). Neste caso, foi necessário resumir o custo de cada poluente por país considerando as rotas.

Relativamente ao preço das emissões de custo individual (€/kg) para os países que foram considerados nesta pesquisa, a Tabela 11 resume os dados que estão relacionados à metodologia da versão mais recente (HECT).

Tabela 11: Custos de Emissões. Fonte: Boer et al., (2011)

Summary of the individual cost emission €/Kg					
	NH ₃	NM VOC	SO ₂	NO _x transport city°	PM _{2.5} transport city°
Portugal	4,3	0,5	4,1	2,8	94
Spain	6,4	0,7	6,8	8,5	112
France	15,4	1,5	13,9	27,2	131

Por exemplo, se uma rota tem origem em Portugal e destino em França, os custos são calculados atendendo ao custo dos países por onde passa, neste caso, Portugal, Espanha e França. Assim, neste estudo, foram analisados em cada rota, o número de quilómetros efetuados dentro de cada país.

Por fim, na 6ª fase, foram obtidos os custos totais de emissões de cada rota, através do 2º método. Uma vez que, a categoria do veículo e a classe de emissões influenciam estes custos, estes foram calculados com base nas características da empresa/ transporte. Dado que a empresa em estudo possui camiões de 24 toneladas, o cálculo foi feito com a categoria *Articulated 20 - 28t* e como todos os camiões são a diesel e de classe Euro VI, foi utilizado o valor de 0.07€/km, que se verifica na Tabela 12, para todas as rotas.

Tabela 12: Classe de Emissões. Fonte:(European Commission (2019))

Vehicle category - articulated 20 - 28t	Full type	Metropolitan area			Urban area		Rural area		
		EURO - Emission class	Motorway	Urban road	Other road	Motorway	Urban road	Motorway	Urban road
		Diesel	Euro 0	2,18	3,92	2,41	1,59	2,81	0,94
	Euro I	1,59	2,98	1,77	1,15	2,07	0,68	0,76	
	Euro II	1,47	2,39	1,53	1,15	1,96	0,68	0,74	
	Euro III	1,11	2,07	1,24	0,9	1,64	0,54	0,6	
	Euro IV	0,65	1,1	0,72	0,6	1,01	0,36	0,4	
	Euro V	0,32	1,2	0,45	0,26	1,08	0,16	0,223	
	Euro VI	0,07	0,22	0,08	0,06	0,2	0,04	0,05	

As normas Euro (Tabela 12) foram uma solução aplicada pela União Europeia com o objetivo de reduzir emissões e contaminantes prejudiciais ao ambiente e à saúde das pessoas. Estas normas são aplicadas aos veículos e atualmente a regra Euro VI aplica-se a veículos ligeiros e pesados. A evolução da classe de emissões acontece devido aos níveis de emissões que se tornam mais graves. Assim, estas normas exigem que os produtores utilizem sistemas que tratem ou eliminem este tipo de emissões.

4.4. ANÁLISE DO IMPACTO POR ROTA

Nesta secção, será apresentada uma análise detalhada dos resultados obtidos relativos às emissões emitidas e aos custos de cada cenário, assim como a comparação entre os mesmos. Será observada uma conclusão clara do estudo, onde será possível obter o cenário com maiores emissões e o mais dispendioso para o ambiente.

4.4.1. CATEGORIZAÇÃO POR ROTAS

Relativamente à Rota 1, os resultados foram obtidos através da aplicação do modelo e estão apresentados na Figura 9, representa o transporte entre Portugal até França. Nesta rota, a emissão mais emitida é o CO₂, com 2.42l, seguido do SO₂ com 0.87l e, por último o NO_x e PM2.5, com resultados muito aproximados de 0.7l e 0.07l, respetivamente.

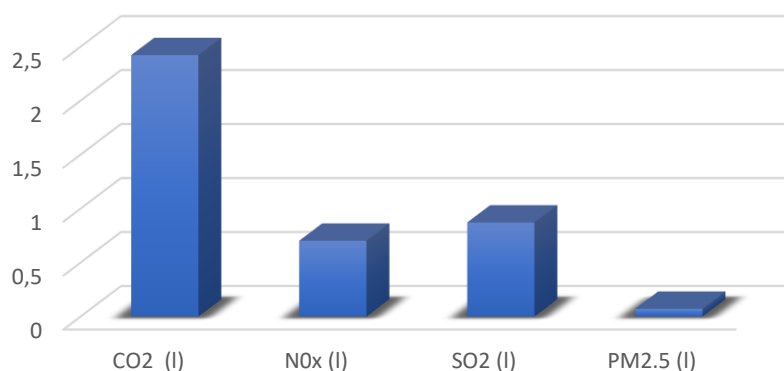


Figura 9: Emissões da Rota 1.

Quanto à Rota 2., observa-se uma menor discrepância entre as emissões, uma vez que, para além do trajeto ser mais curto, as emissões são apenas de dois países (Portugal e Espanha). Neste caso, o CO₂ é o mais notório, com emissões de 1.49l, seguido de SO₂ com 0.53l, NO_x com 0.43l e, por fim, o PM2.5 com 0.04.

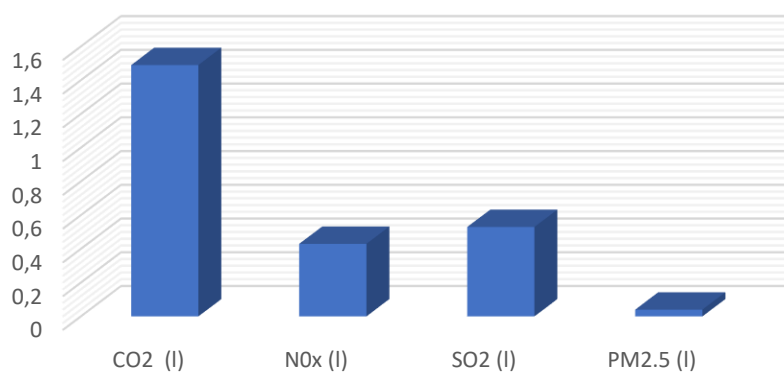


Figura 10: Emissões da Rota 2.

A Rota 3, passa em 3 destinos (Braga – Aubervilliers – Bondy), e é calculado com emissões de Portugal, Espanha e França (Ver Tabela 11). Assim, as emissões estão mais voltadas novamente para o CO₂, com um valor de 1.45, seguido do SO₂ e NO_x, com 0.53l e 0.42l, respetivamente e como emissão mais baixa, o PM2.5 com 0.04l.

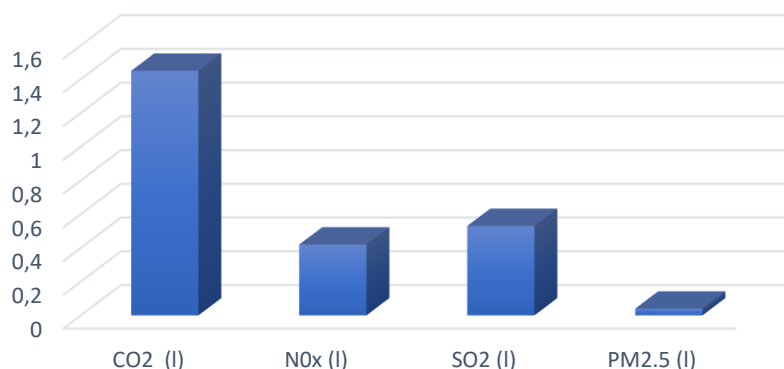


Figura 11: Emissões da Rota 3.

Quanto à Rota 4., observa-se o NO_x e o CO₂ com emissões muito próximas, de 1.73l e 1.77l, respetivamente. Assim como o PM2.5 e o SO₂ entre eles, 0.05l e 0.65l, sendo os custos mais baixos nesta rota, como se pode verificar na Figura 12.

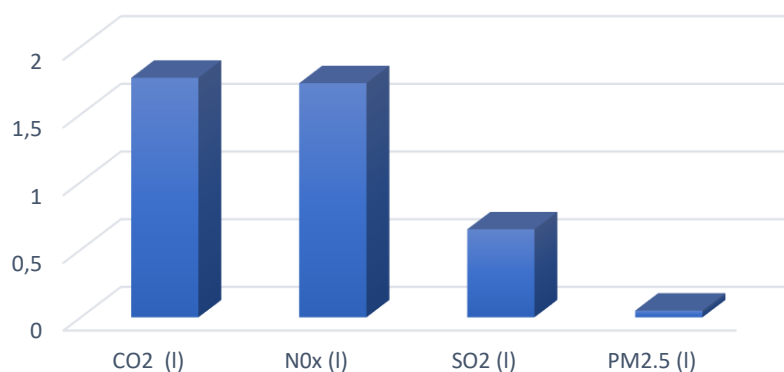


Figura 12: Emissões da Rota 4.

Por último, na Rota 5, uma rota nacional e, portanto, com emissões calculadas somente em território português (Figura 13). O CO₂ corresponde à maior frequência de emissões com 0.21l, seguido do SO₂ (0.08l), NO_x (0.06l), e por fim PM2.5 (0.006l).

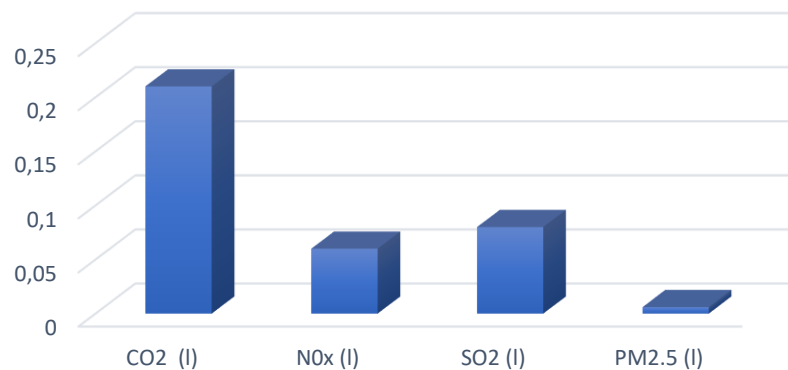


Figura 13: Emissões da Rota 5.

De forma resumida a Figura 14 apresenta os resultados obtidos na generalidade e com base nas rotas analisadas acima, é notório que a emissão mais frequente é o NO_x, sendo predominante em 3 das 5 rotas, seguido do CO₂ e por fim, o SO₂ e PM_{2.5} com emissões muito semelhantes em todas as rotas, como mostra a figura seguinte.

Segundo a OMS (2018), a poluição ambiental é um fator de risco e um grande desafio para a saúde de toda a população mundial.

O CO₂ é produzido de várias maneiras, desde a respiração de seres vivos, à atividade humana (M. L. de Sousa, n.d.). No entanto, as emissões excessivas destes poluentes, nomeadamente pelo transporte e pela agropecuária, provocam danos na atmosfera, como a poluição do ar, o aumento do efeito de estufa e a formação de chuvas ácidas, degradando os ecossistemas e provocam danos na saúde, como o aumento e aparecimento de doenças respiratórias e cardiovasculares.

Relativamente às emissões de NO_x e de acordo com a APA (2021), estes gases são gerados através da combustão do azoto e oxigénio, os principais emissores destes componentes são os transportes, devido às emissões dos escapes automóveis. Estas emissões provocam efeitos graves na saúde humana, com exposições a curto prazo como irritação dos pulmões, ou a longo prazo, provocando infeções respiratórias e o progresso da asma.

Relativamente ao SO₂ é um gás que resulta da atividade humana, industrial e vulcânica e tem sérios impactos no ambiente, nomeadamente na qualidade do ar, afeta o pH da água, provocando crescimento de peixes e afeta edifícios, pelo facto deste gás corroer materiais. Na saúde, este gás afeta essencialmente o sistema respiratório e os olhos, provocando irritações (APA, 2021).

As partículas (PM), têm várias fontes, como a combustão industrial, comercial, residencial e nos transportes (A. R. Fernandes, 2017). A PM_{2.5}, é uma das mais nocivas para a saúde, pois devido ao seu diâmetro, conseguem entrar no sistema respiratório, provocando graves

riscos, nomeadamente, doenças respiratórias, cardiovasculares o cancro de pulmão (Ver Tabela 9) (APA, 2021).

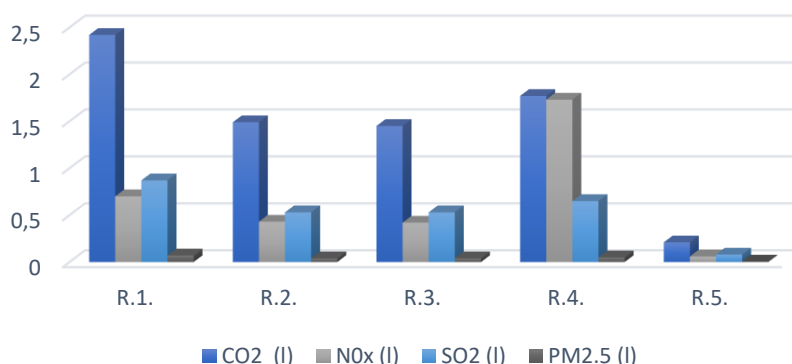


Figura 14: Resumos dos diferentes tipos de poluentes emitidos durante o transporte de mercadorias por rotas

Como mencionado anteriormente, para traduzir as emissões em custos, foram utilizados dois métodos. O Método 1, foi calculado com base nos custos relativos às emissões individuais de cada país, onde se pode consultar na Tabela 11, acima referida. O Método 2 é mais simples, uma vez que apenas utiliza a distância (km) e os valores relativos à classe de emissões dos camiões, que neste caso, foi somente o valor de 0.07 cêntimos por km, considerando somente autoestradas, como se observa na Tabela 12, uma vez que os veículos da empresa são de 24 toneladas e são todos de classe Euro VI.

Os resultados obtidos através da aplicação do modelo, são apresentados de forma resumida nas Tabelas 13 e 14, que por sua vez, permitem analisar e comparar os custos totais das emissões entre estes dois modelos, e os resultados também apontam para uma diferença significativa entre estes. O primeiro método, envolve uma análise mais detalhada e, assim, os valores são significativamente menores do que os custos das emissões do Método 2.

No entanto, como no segundo método não é possível identificar os custos por tipo de poluentes, foi utilizado o primeiro método para uma análise mais detalhada acerca da poluição e do custo da mesma nos transportes de mercadorias. Neste Modelo (2), o facto de não saber o tipo de poluente e, conseqüentemente o impacto, não permite quantificar por tipo de influência. No entanto, de uma forma geral, possibilita uma visão global dos custos que a empresa poderia ter de suportar.

Tabela 13: Método 1 - Custos emissões e Transporte

<i>Método 1</i>	Total cost of emissions (€)	Cost of freight (€)
<i>R.1.</i>	54,33	1672,31
<i>R.2.</i>	19,17	980,75
<i>R.3.</i>	24,76	1671,49
<i>R.4.</i>	30,44	1756,03
<i>R.5.</i>	2,07	277,6

Tabela 14: Método 2 - Custos Emissões e Transporte

<i>Método 2</i>	Total cost of emissions (€)	Cost of freight (€)
<i>R.1.</i>	<i>110,44</i>	<i>1672,31</i>
<i>R.2.</i>	<i>64,77</i>	<i>980,75</i>
<i>R.3.</i>	<i>110,38</i>	<i>1671,75</i>
<i>R.4.</i>	<i>115,96</i>	<i>1756,03</i>
<i>R.5.</i>	<i>18,33</i>	<i>277,60</i>

A seguir, será então esta analisado os resultados de cada rota consoante o Método 1, onde foi possível uma análise e comparação entre o custo do transporte para a empresa e a influência destas emissões no meio ambiente e na sociedade sob forma de custo em ambos os métodos.

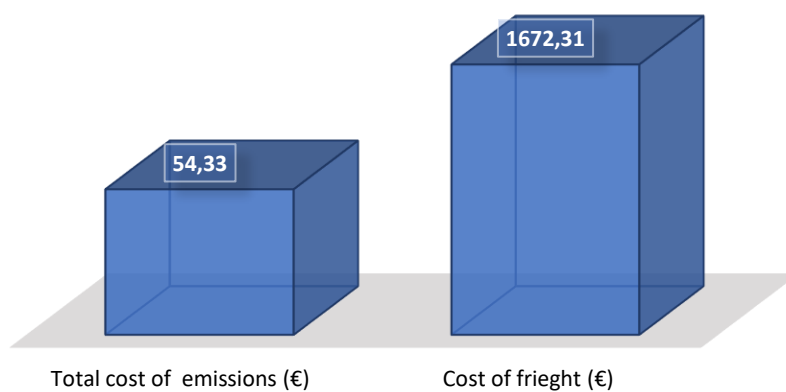


Figura 15: Custos Rota 1.

Os resultados obtidos para a Rota 1, como mostra a Figura 15, verifica-se que o custo de transporte é de 1.672,31€ e os custos de emissões totalizam 54,33€, ou seja, caso a empresa tivesse de pagar pelos impactos ambientais dos transportes de mercadorias, terá de pagar 3.2% a mais do valor do frete.

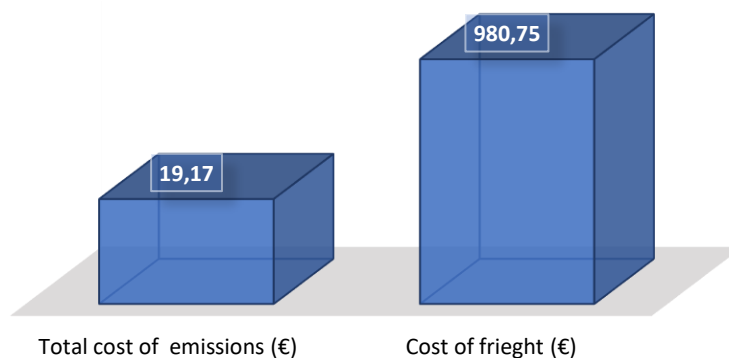


Figura 16: Custos Rota 2.

Relativamente à Rota 2, esta é composta por um trajeto mais curto com uma diferença de 961,58€ entre o custo do transporte e o custo das emissões. Ou seja, esta rota reflete 980,75€ no custo total e 19,17€ como custos de emissões. Assim, estes custos transparecem 1.95% do custo do serviço de transporte (Figura 16).

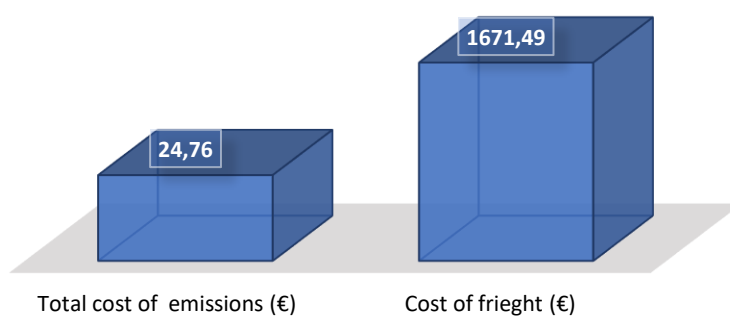


Figura 17: Custos Rota 3.

Para a Rota 3, na Figura 17, visto que o trajeto é Portugal – França, esta tem um custo de transporte de 1671,49€ e um custo de 24,76€ em termos de custos de emissões no percurso desta rota.

A diferença de custos entre o que a empresa despende e o que despenderia caso pagasse os gastos das emissões é de 1646,73€, ou seja, 1.48% do custo de transporte.

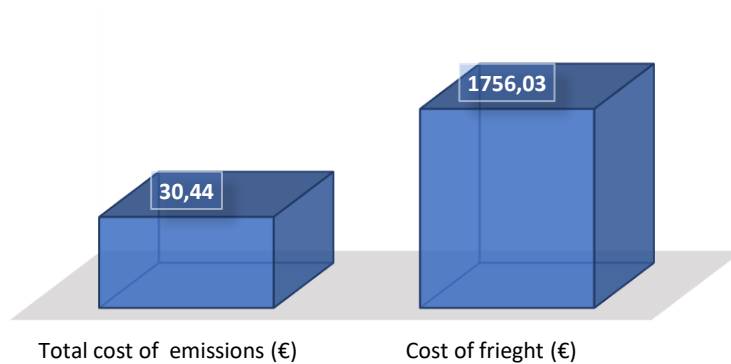


Figura 18: Custos Rota 4.

A Rota 4, é a rota mais dispendiosa, embora seja de importação, entre França e Portugal, com um custo de 1756,03€, o custo das emissões é de 30.44€ (Figura 18). Ou seja, uma diferença de 1725.59€ entre ambos, o que traduz em 1.73% do custo do transporte.

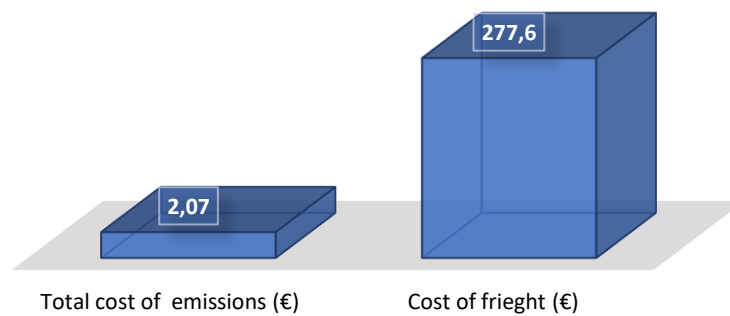


Figura 19: Custos Rota 5.

Por último, a rota com um percurso mais curto é a Rota 5 (Figura 19), é uma rota nacional com origem Braga, que passa por dois pontos, sendo estes Coimbra e Viseu, como referido anteriormente. Esta rota tem um custo de emissões de 2.07€, e um custo de transporte de 275.53€ a mais, ou seja, de 277.60€,

Em síntese, e como mostra a figura abaixo (Figura 20), observa-se que, ainda assim, o custo do transporte seja bastante superior ao custo das emissões, uma vez que também envolvem mais custos associados, como referido na Tabela 8. A Rota 1 é a que possui um maior custo de emissões, seguido da Rota 4 que em termos de custos de transporte é a mais dispendiosa e de seguida, a Rota 3.

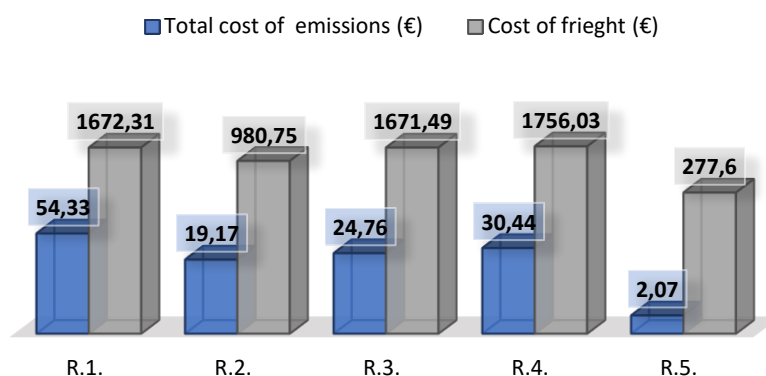


Figura 20: Custos de Emissões vs Custos de Transporte

No entanto, pode-se concluir que os custos das emissões trariam grande impacto nos custos dos transportes da empresa, uma vez que teriam de pagar mais devido a este impacto que iria implicar um maior gasto à empresa no frete de cada serviço e, conseqüentemente, um aumento de preços para os seus clientes.

Os dados discutidos nesta secção podem contribuir para uma maior discussão relativamente à responsabilidade do setor de transportes de mercadoria, uma vez que este é responsável por diferentes impactos no ambiente, provocando emissões de gases com efeito de estufa e alterações climáticas e na sociedade, incitando problemas respiratórios e cardiovasculares, essencialmente. Este setor tem também vários custos associados, mas é extremamente importante e vital no abastecimento de cadeias de abastecimento a nível nacional e internacional.

4.5. PROPOSTA PARA MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS NO TRANSPORTES DE MERCADORIAS

Tendo em conta o impacto ocasionado durante o transporte de mercadorias, este tópico, apresenta um conjunto de sugestões de melhoria, considerando aspetos económicos, sociais e ambientais, de modo a contribuir com uma proposta para minimizar o impacto das emissões no transporte de mercadorias.

Cada sugestão será analisada e também testada de acordo com este estudo e com as rotas determinadas anteriormente. Será feita também uma comparação entre os resultados de cada sugestão e os resultados reais anteriormente referidos.

PROPOSTA A: UTILIZAÇÃO DE ARMAZÉNS ENTRE DESTINOS

A empresa estudada nesta dissertação, realiza semanalmente diversos serviços de transporte, maioritariamente para França, e muitos deles são transportes de grupagem, ou transportes com vários destinos e várias descargas (várias descargas de um só cliente).

Esta empresa possui um armazém em Bondy, em França, no entanto, é apenas utilizado para descargas do cliente proprietário do armazém que também gere um negócio paralelo ou de clientes específicos que vão levantar a mercadoria àquele armazém.

A utilização deste armazém pode ser considerada como estratégica para a distribuição da mercadoria que são enviadas para imensos destinos em França, nomeadamente na zona de Paris. Neste sentido, uma das sugestões de melhorias, passa por considerar a utilização deste armazém para descargas, e armazenamento para os clientes recolherem as suas mercadorias ou para posterior reentrega numa carrinha de menores dimensões e, que conseqüentemente fará menos quilómetros e terá menor impacto nas emissões de poluentes.

Assim, para testar esta proposta, foi selecionada a Rota 3, uma vez que é a rota com mais do que um cliente, que passa em dois locais, um deles Bondy (local do armazém) e o outro Aubervilliers, que fica a uma curta distância deste de, aproximadamente 12km.

Para esta análise em estudo, foi utilizado o mesmo processo dos cenários anteriores, ou seja, a definição da rota, que neste caso seria com origem em Braga e destino em Bondy. De seguida, o cálculo de emissões através da plataforma *Ecotransit Calculator* e por fim, a utilização

do modelo apresentado e discutido anteriormente, para que assim fosse possível traduzir as emissões em custos e comparar com o valor do frete.

A Figura 21 apresenta a comparação entre a Rota Exemplo (R. Exemplo) e a Rota 3, utilizando o Método 1. Quanto à quantidade de emissões, as mais presentes continuam a ser o NOx e o CO₂, seguido do PM2.5 e do SO₂. Contudo, repara-se em algumas diferenças entre elas, mesmo que mínimas. No caso do SO₂, pode-se perceber que as quantidades de emissões são ligeiramente superiores na R. Exemplo do que na Rota 3, com uma desigualdade de 0.39l.

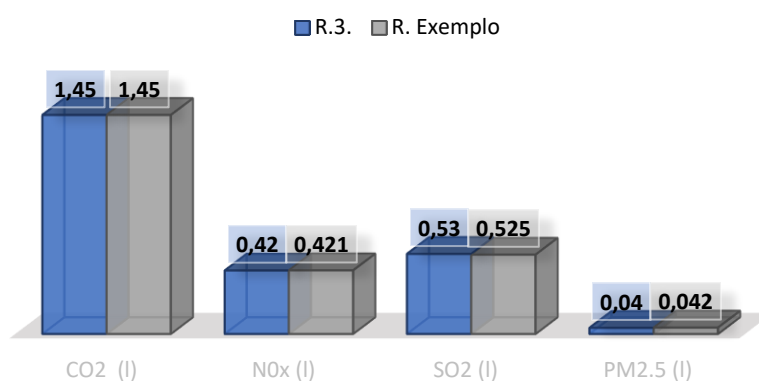


Figura 21: Comparação das Emissões Rota 3 vs R. Exemplo

Após a aplicação do modelo, os dados obtidos mostram que relativamente às emissões de CO₂, é exatamente igual em ambos os casos e as restantes emissões são sempre inferiores na nova rota de teste. Para o caso do NO_x, este tem uma diferença de 0.08l e o PM_{2.5} de 0.04. Relativamente às emissões, já é possível perceber que a proposta de melhoria é de facto uma opção a ser considerada uma vez que, globalmente, existe uma diminuição de emissões.

Quanto aos custos destes dois cenários, os resultados apresentados na Figura 22 mostram que o custo do transporte é ligeiramente superior na R.3, com um custo de 1671.49€, contrariamente à R. Exemplo com o valor de 1664.72€, ou seja, uma diferença de 6.77€.

Quanto aos custos das emissões, a diferença é somente de 0.14€ entre eles, uma vez que a Rota 3 é de 24.76€ e a proposta com o armazém como último e único destino é de 24.62€.

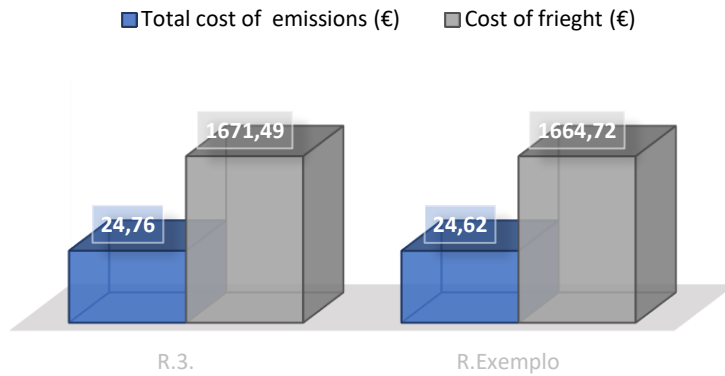


Figura 22: Total Custos de Missões vs Custo do Transporte - Método 1

Os resultados obtidos para esta ilustração mostram que apesar da diferença não ser significativa relativamente aos custos, pois a diferença é somente de 0.14€, a maioria das emissões são inferiores com esta nova rota, como visto anteriormente. Assim, esta sugestão de melhoria é válida, embora haja uma pequena diferença.

Para um estudo mais concreto, esta proposta foi testada também através do Método 2, para verificar os resultados comparativamente à Rota 3 (Ver Figura 23).

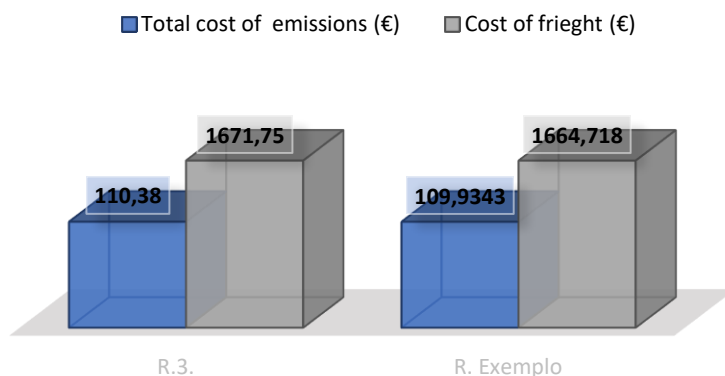


Figura 23: Total Custos de Emissões vs Custos do Transporte – Método 2

Nos resultados obtidos através do Método 2, verifica-se uma diferença maior, comparativamente à análise do Método 1. Quanto ao custo do frete, tem um valor maior na Rota 3 (1671,75€) do que na Rota Exemplo (1664,72€), com uma diferença de 7.04€. Relativamente ao custo total de emissões, a diferença entre as Rotas é muito baixa, no entanto, esta discrepância é mais alta do que no Método 1.

Nas emissões, há uma disparidade de 0,45€ entre rotas, sendo que a Rota 3 tem um custo de 110.38€ e a R. Exemplo, de 109,93€. Assim, esta proposta continua válida apesar dos valores, tanto no Método 1 como no Método 2, serem muito baixos.

PROPOSTA B: INTERMODALIDADE

A intermodalidade tem como objetivo o uso de dois ou mais tipos de transporte num percurso, provocando uma diminuição de custos, de emissão de gases poluentes e uma maior eficiência energética.

A empresa em estudo, possui apenas camiões para os seus transportes de mercadorias e, mesmo quando opta pela subcontratação, são também serviços de transporte rodoviário. No entanto, embora a empresa não possua outro tipo de transporte, existe a possibilidade de proceder, por exemplo, à subcontratação e adotar o modelo de intermodalidade. Ou seja, utilizar mais do que um meio de transporte para os seus serviços, de modo a diminuir a poluição dos mesmos.

Assim, foi analisada uma proposta que recorresse ao conceito de intermodalidade para a entrega de mercadorias entre o Ponto A e B, de modo a diminuir as emissões e os custos das mesmas. Para isto, foi selecionada a Rota 1 para analisar como uma alternativa à intermodalidade que a seguir foi adaptada considerando dois tipos de transporte, o transporte rodoviário e o transporte ferroviário.

Uma vez que, na R.1 os resultados obtidos mostram que os custos das emissões são mais elevados em França, a maior parte do trajeto em território francês foi alterado para transporte ferroviário para testar se assim, o número de emissões seria menor relativamente ao atual cenário aplicado pela empresa. Neste sentido, a rota com origem em Cacia e destino em IFS, França, foi dividida em três partes, nomeadamente:

- Cacia (PT) → San Sébastian (ES): Transporte Rodoviário;
- San Sébastian (ES) → Bruges (FR): Transporte Ferroviário;
- Bruges (FR) → IFS (FR): Transporte Rodoviário.

Tal como na análise realizada anteriormente, foi calculado primeiro o transporte rodoviário, como feito nos métodos anteriores (Método 1 e Método 2). Ou seja, dentro do transporte rodoviário, o Método 1 foi calculado como anteriormente, os percursos foram divididos entre os países Portugal, Espanha e França, para o cálculo das emissões individuais por país (ver Tabela 11) da seguinte maneira:

- Portugal: Cacia → Vilar Formoso;
- Espanha: Vilar Formoso → San Sébastian;
- França: Bruges → IFS.

Relativamente à utilização do modal ferroviário, foi também dividido entre países para obter resultados para o Método 1, conforme divisão apresentada a seguir:

- Espanha: San Sebastián → Hendaye;
- França: Hendaye → Bruges

Para o cálculo do Método 2, no transporte ferroviário, já não foi calculado da mesma maneira, uma vez que não foi utilizada a Tabela 12 mas sim a Tabela 15 que considera os valores para os transportes através de ferrovias, relativa ao tipo de transporte neste utilizado, foi considerado o tipo *Long Container* a diesel, uma vez que seria a maneira de transporte das mercadorias que passariam de transporte rodoviário para ferroviário.

Tabela 15: Train Type

Rail Freight Transport	Full type	Train Type	Traction	€-cent/pkm or €-cent/tkm
	Diesel	Long container	Diesel	0,03
	Long Bulk	Diesel	0,03	
	Short Container	Diesel	0,07	
	Short bulk	Diesel	2,07	

Após a configuração dos dados, os resultados obtidos através da aplicação do modelo considerando a intermodalidade são apresentados abaixo.

Tabela 16: Proposta B - Custo de Emissões R.1. C/ Intermodalidade vs R.1. – Método 1

Método 1	CO ₂ (€)	NO _x (€)	SO ₂ (€)	PM _{2.5} (€)	Total cost of emissions (€)
R.1. C/ Intermodalidade	15,22	10,56	6,25	12,42	30,4
R.1.	11,64	25,47	8,84	8,38	54,33

Para o Método 1, os resultados obtidos e apresentados na Tabela 16, mostram que a maioria das emissões sofreu uma descida significativa entre ambas as rotas. As emissões que aumentaram com a intermodalidade foram somente as que estão associadas ao CO₂ e o PM_{2.5}, com um aumento de 3.58€ e 4.04€, respetivamente. As restantes, sofreram uma diminuição de custos de emissões, o NO_x obteve a maior descida, de 14.91€ e o SO₂ de 2.59€. No total, com a utilização da intermodalidade sentiu-se uma diferença de 23.93€ de custos de poluição entre as duas rotas (Ver Figura 24).

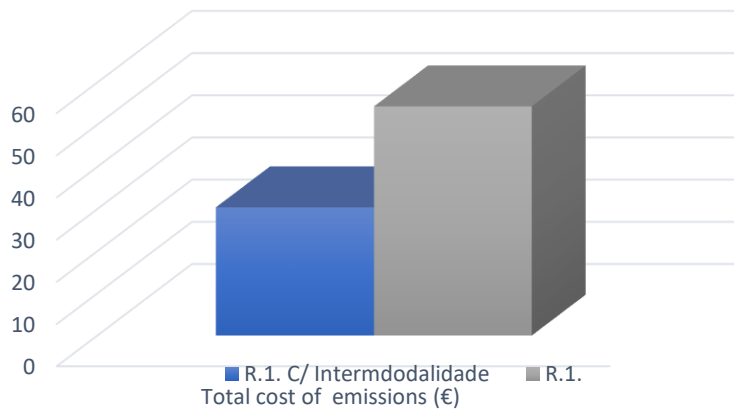


Figura 24: Total Custos Emissões R.1. C/Intermodalidade vs R.1. - Método 1

Relativamente ao Método 2, tal como anteriormente, os resultados obtidos mostram que os valores das emissões são maiores comparativamente ao Método 1, entretanto conforma-se uma descida dos custos das emissões entre a Rota anterior de Cacia – IFS e a mesma rota, utilizando a intermodalidade.

Tabela 17: Custos de Emissões R.1. C/ Intermodalidade vs R.1. - Método 2

<i>Method 2</i>	Total cost of emissions (€)
<i>R.1. C/ Intermodalidade</i>	92,96
<i>R.1.</i>	110,44

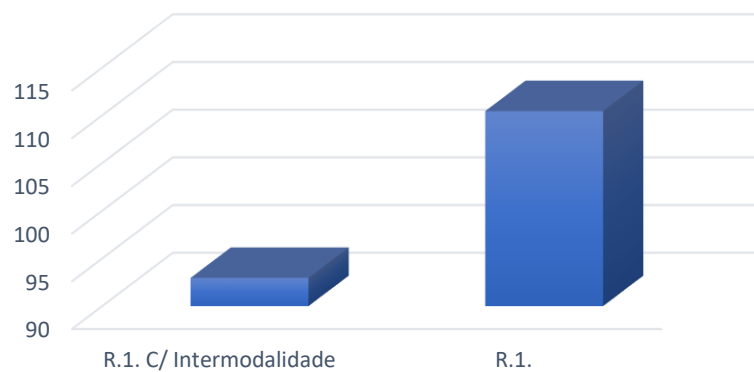


Figura 25: Total Custos Emissões R.1. C/Intermodalidade vs R.1. - Método 2

Neste método, o custo das emissões da R.1. C/Intermodalidade foi de 92.96€, o que representa um total de 38.33€ a menos do que a R.1., como se verifica acima na Tabela 17 e Figura 25.

Assim, de acordo com o referido anteriormente, conclui-se que esta sugestão de melhoria pode ser viável e eficaz, uma vez que diminui os custos de emissões, e conseqüentemente, as emissões de poluentes para atmosfera para obter melhores resultados ambientais. Mesmo não possuindo mais do que um tipo de transporte, pode optar por subcontratar.

Contudo, é importante referir que o acesso ao transporte ferroviário para o transporte de mercadorias ainda é muito precário, uma vez que, culturalmente, as empresas não utilizam este modo de transporte por ser mais demorado e pelo facto de não possuírem infraestruturas suficientes.

CAPÍTULO V

5. PRINCIPAIS CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste último capítulo são apresentadas as principais conclusões desta dissertação, como também as limitações e propostas de trabalhos futuros no âmbito do setor dos transportes para um aumento da sustentabilidade.

5.1. CONCLUSÕES

Cada vez mais, há uma maior preocupação com a sustentabilidade, o crescimento das emissões de CO₂ e outros gases, por exemplo, tem sido umas das maiores preocupações a nível global, uma vez que contribuem negativamente para o impacto que têm no ambiente e na saúde humana. Desta forma, cabe às empresas adotarem soluções para combater este impacto, nomeadamente no transporte, no qual existe uma maior emissão de gases e conseqüentemente um aumento do efeito de estufa.

Tendo em conta a urgência de desenvolver iniciativas que possa minimizar este impacto, esta dissertação propôs um Modelo constituído por dois métodos de cálculos de emissões e custos ambientais da atividade dos transportes. Para o desenvolvimento deste modelo, foram, anteriormente, criadas cinco rotas e calculadas as emissões através do *Ecotransit Calculator* e de seguida foi utilizado o modelo para a obtenção de resultados.

Os resultados obtidos através da aplicação do modelo, mostram que a emissão de gases por rota e os custos ambientais de cada uma delas. Os dados resultantes do modelo, foram analisados consoante dois métodos, o Método 1 calculado a partir da distância (km) e dos custos das emissões por país e o Método 2, mais simples, através da distância (km) e dos custos da classe de emissões dos camiões, que como são todos da classe Euro VI, o custo foi o mesmo para o cálculo das cinco rotas (0,07€).

No Método 1, há uma maior diferença entre os custos totais de emissões e os custos de transporte e os custos das emissões também são mais baixos comparativamente aos custos totais das emissões do segundo Método.

Relativamente ao Método 2, já há uma diferença menor entre os custos de emissões e os custos do transporte para a empresa, uma vez que os custos de emissões são mais elevados do que no Método 1. Assim, este Modelo contribui para perceber e analisar o impacto que os transportes têm no ambiente, permite compreender a quantidade de emissões e quanto as empresas teriam de pagar por estes custos ambientais e os vários fatores que contribuem para que estes custos sejam maiores ou menores.

Em ambos os métodos, as rotas com mais emissões foram as rotas entre Portugal e França, como a Rota 1, 3 e 4 pois são as que percorrem uma maior distância, sendo uma variável importante e como passa por três países, os custos (no Método 1) são calculados com base em cada país.

Assim, e uma vez que a empresa em estudo tem como principal destino a França e a grande maioria dos serviços de transporte próprio, com os seus próprios camiões são para este país, significa que emite mais emissões do que quando faz por exemplo transportes para Espanha. Com esta dissertação e com base no princípio do 'Poluidor-Pagador', para o caso analisado a empresa, caso sofresse a internalização destes custos ambientais, teria de saldar estas importâncias, como consequência do impacto negativo causado no meio ambiente. Contudo, a empresa pode optar por soluções mais sustentáveis, como a intermodalidade, analisada na Proposta B das Propostas de Melhoria do capítulo anterior, na qual, permitia a utilização de mais do que um meio de transporte entre a origem e o destino final, emitindo menos emissões e assim, optando por um caminho mais ligado à sustentabilidade.

Estas propostas desenvolvidas têm como objetivo uma melhoria e diminuição no impacto ambiental causado por este setor, considerando sempre o funcionamento da empresa, as suas rotas, conjugando com uma diminuição de emissões e conseqüentemente de custos ambientais associados.

Em suma, é importante que todas as empresas procurem soluções em todos os setores, nomeadamente nos transportes para que minimizem o impacto ambiental, seja através da intermodalidade como das novas tecnologias e de transportes elétricos que permitem eficácia para este problema ambiental que prejudica não só o ambiente como a saúde humana.

5.2. LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

No desenvolvimento desta dissertação, existiram algumas limitações, como a obtenção exata dos custos, nomeadamente dos custos variáveis, pois foi utilizada uma média dos custos fornecida pela empresa, estes custos não incluíam os custos de manutenção, que são importantes e muitas vezes, dependendo do camião e da época, são custos com algum impacto e que por vezes provocam a paragem dos camiões e durante isso não está a haver lucro.

Outra limitação, acontece numa parte mais final do trabalho na proposta de melhoria relacionada com a intermodalidade, uma vez que como havia mais falta de conhecimento de plataformas ferroviárias, talvez os resultados fossem melhores e mais notórios sem este ponto.

Apesar disto, foi possível encontrar algumas sugestões de trabalhos futuros, pois a literatura atual relacionada com a internalização de custos ambientais ainda é limitada, assim como a discussão sobre a intermodalidade.

Após esta investigação, para o estudo das emissões provocadas pelos transportes, seria importante analisar se o peso das cargas influencia nas emissões e qual o impacto deste e se a meteorologia também afeta nas emissões provocadas pelo transporte.

Outra sugestão de investigação futura seria uma análise profunda acerca da intermodalidade, perceber qual o tipo de transporte mais favorável em cada país, testar as mesmas rotas com diferentes tipos de transportes ou diferentes combinações de tipos de transporte e comparar os resultados.

Seria igualmente importante desenvolver estudos sobre os apoios ou incentivos governamentais nas empresas para um aumento da sustentabilidade no setor dos transportes.

REFERÊNCIAS

- Alves, W. (2022). *KEYWORDS Intermodality, Logistics, Sustainable transport*. 1, 1–6.
- Aragão, A. (2018). O Princípio do Poluidor Pagador Pedra Angular da Política Comunitária do Ambiente. In *Repertoire of the Practice of the Security Council: Supplement 2012-2013* (Vol. 1). <https://doi.org/10.18356/c7830fe1-en>
- Araújo, A. A. (2022). *Otimização das rotas de importação de uma empresa multinacional de transporte de mercadorias*.
- Archer, L. J. (2022). *Tendências da Mobilidade Elétrica nas Cadeias de Abastecimento*.
- Boer, E. Den, Otten, M., & Essen, H. Van. (2011). *STREAM International Freight 2011. Comparison of various transport modes on a EU scale with the STREAM database*. July, 103.
- Carvalho, L. G. (2022). *Livro de Atas das IV Jornadas Científico-Pedagógicas de Inovação e Sustentabilidade Mobilidade e Circularidade : Territórios Inteligentes e Sustentáveis*.
- Costa, P. M. (2014). *Os princípios do Direito do Ambiente*. 1–33.
- EEA. (2016). Electric Vehicles in Europe. *Amsterdam Roundtables Foundation and McKinsey & Company*, 20, 37. <https://doi.org/10.2800/100230>
- European Commission. (2019). Handbook on the External Costs of Transport. In *European Commission*.
- Europeia, U. (2021). *Princípio do poluidor pagador: aplicação incoerente nas políticas e ações ambientais da UE*.
- Europeu, P. (2018). *Parlamento Europeu aprova metas para renováveis e eficiência energética até 2030*. 2–5.
- Fernandes, A. C., Guerra, M. D., Ribeiro, R., & Rodrigues, S. (2017). *Relatório do Estado do Ambiente Portugal*. 82.
- Fernandes, A. R. (2017). *A determinação da qualidade do ar e do clima na região metropolitana de São Paulo*.
- Georgatzi, V. V., Stamboulis, Y., & Vetsikas, A. (2020). Examining the determinants of CO2 emissions caused by the transport sector: Empirical evidence from 12 European countries. *Economic Analysis and Policy*, 65, 11–20.

<https://doi.org/10.1016/j.eap.2019.11.003>

Gota, S., Huizenga, C., Peet, K., Medimorec, N., & Bakker, S. (2019). Decarbonising transport to achieve Paris Agreement targets. *Energy Efficiency*, 12(2), 363–386. <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9671-3>

Isabel, A. (2022). *ESTUDO DO IMPACTO DA TECNOLOGIA NO TRANSPORTE SUSTENTÁVEL DE MERCADORIAS*. Politécnico do Porto.

K.Yin, R., Ltda, K., Guanabara, E., & Ltda, K. (2001). *Yin, R. K. (2001) Estudo de caso: planeamento e métodos. 3rd Editio.*

Lage, S. P. S. (2021). *Controlo e melhoria dos processos da cadeia de abastecimento aplicando princípios lean thinking.*

Martins, S. (2022). O IMPACTO DA DESCARBONIZAÇÃO NAS EMPRESAS DE TRANSPORTES. In *Dissertação apresentação ao Instituto Politécnico de Bragança para obtenção do grau de mestre*. https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/14247/1/VERSÃO_FINAL_MARÇO_2.pdf

Moreira, C. (2021). *Alinhamento de Indicadores e Dinâmicas dentro de uma Cadeia de Abastecimento.*

Mostert, M., Caris, A., & Limbourg, S. (2017). Road and intermodal transport performance: the impact of operational costs and air pollution external costs. *Research in Transportation Business and Management*, 23, 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.02.004>

Noelle, H. (2013). SUPPLY CHAIN MANAGEMENT TERMS and GLOSSARY. *Transfusion Medicine and Hemotherapy*, 3(6), 346–352. <https://doi.org/10.1159/000219771>

Publications, I. (2021). Global Energy Review 2019. *Global Energy Review 2019*. <https://doi.org/10.1787/90c8c125-en>

Sardinha, F. D. J. (2017). A Gestão de Transportes na Cadeia de Logística. In *(Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Gestão, Lisboa)*. https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/22181/1/fernando_sardinha_-_ISG_final.pdf

Sekaran, Holliday, C. O. J., Schmidheiny, S., Watts, P., Schmidheiny, S., Watts, P., Montgomery, H., Pmi, University of Pretoria, Gentry, R. R., Lester, S. E., Kappel, C. V., White, C., Bell, T. W., Stevens, J., Gaines, S. D., Zavadskas, E. K., Cavallaro, F.,

- Podvezko, V., ... Branch, B. (2018). A GESTÃO DA CADEIA LOGÍSTICA NO SECTOR DO RETALHO: Contributo para uma análise aos custos envolvidos. In *Pakistan Research Journal of Management Sciences* (Vol. 7, Issue 5). <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?EbscoContent=dGJyMNLe80Sep7Q4y9f3OLCmr1Gep7JJsKy4Sa6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGptk%2B3rLJNuePfgeyx43zx1%2B6B&T=P&P=AN&S=R&D=buh&K=134748798%0Ahttp://amg.um.dk/~media/amg/Documents/Policies and Strategies/S>
- Serrano, F. J. P. (2022). *Supply Chain Risk Management Risk Management in Supply Chain Integration Using a Business Intelligence Optimization Approach*.
- Silva, J. (2017). Logística Verde e a responsabilidade social das empresas. In *Coffee Science*.
- Sousa, M. L. de. (n.d.). *Sequestração Geológica de Dióxido de Carbono : Notas sobre o Estado-da-Arte*.
- Stake, R. (1995). Data Gathering for Ifa Organisations: Practical Guidance and Comment. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 3(4), 383–388. <https://doi.org/10.1108/eb024859>
- Vukić, L., Guidi, G., & Krämer, I. (2023). Air pollutant emission calculation and shipping costs: The case of yacht transport between the North Sea and Mediterranean ports. *Marine Policy*, 148(March 2022). <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105447>
- Yin, R. K. (2013). Validity and generalization in future case study evaluations. *Evaluation*, 19(3), 321–332. <https://doi.org/10.1177/1356389013497081>
- IEA (2021), Global Energy Review 2021 , IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021>, Licença: CC BY 4.0
- World Health Organization (2022) <https://www.who.int/pt>