

# **Avaliação da Pegada de Carbono. Um Estudo de Caso no Setor dos Transportes**

**Joana Fernandes Pereira**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia e Gestão Industrial**  
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutora Arminda Maria Finisterra do Paço

**outubro de 2023**



## Declaração de Integridade

Eu, Joana Fernandes Pereira, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M11663 do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 03/10/2023

joana fernandes pereira



# Agradecimentos

Deixo o meu agradecimento a todos os que me acompanharam ao longo da elaboração da presente dissertação.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. que me acolheu e me deu a honra de elaborar este trabalho com a sua colaboração. Deixo um especial agradecimento à Engenheira Carla Morais, uma excelente profissional com quem tanto aprendi e que se tornou uma amiga.

Gostaria também de agradecer à minha orientadora, a Professora Doutora Arminda Maria Finisterra do Paço, por toda a dedicação e orientação prestada na realização deste trabalho. Agradeço a paciência e todo o apoio que me deu ao longo deste último ano. Foi um prazer trabalhar consigo.

Agradeço também às pessoas mais especiais que tenho na minha vida, a minha mãe, o meu pai e à minha irmã, por me darem força para continuar, por estarem sempre comigo, pelo amor e carinho que me proporcionam todos os dias. Amplio este agradecimento a toda a minha família, uma grande obrigada a todos.

Quero ainda agradecer a todos os meus amigos, aqueles que também são família e que carrego todos os dias no coração. Obrigada pelas boas memórias, por me darem a alegria da vossa presença, pelos sorrisos e abraços, pelas palavras trocadas em tom de desabafo.

A todos vocês, o meu sincero agradecimento.



# Resumo

Atualmente a posição da sociedade perante as questões ambientais alterou-se. Os países, as empresas e as pessoas estão mais preocupadas e consciencializadas relativamente a estes temas e estão a tomar uma série de medidas para monitorizar e reduzir as consequências provenientes das atividades que desenvolvem.

A pegada de carbono é a quantidade total de emissões de gases com efeito de estufa gerados por atividades de pessoas ou entidades como países, organizações, eventos, entre outros. O presente estudo tem como principal finalidade calcular a pegada de carbono da frota própria da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. no ano 2022.

O método utilizado para calcular a pegada de carbono segue a metodologia aplicada por Plessis *et al.* (2023), Gialos *et al.* (2022), Kirschstein *et al.* (2022) e Rybicka *et al.* (2018) que têm como referência a Norma Europeia 16258:2012. Os dados para o cálculo da pegada de carbono foram disponibilizados pela empresa. A pegada de carbono total dos tratores e dos reboques frigoríficos pertencentes à organização é, 19.784.213,07 kg CO<sub>2</sub>e.

Através do desenvolvimento deste projeto, pode afirmar-se que a multinacional tem um sistema de monitorização e controlo da pegada de carbono dos seus veículos. O método utilizado pode ser replicado para efetuar este cálculo quando for necessário, e, desta forma, tomar decisões ambientalmente conscientes.

## Palavras-chave

Alterações climáticas; Setor dos Transportes; Pegada de Carbono; Norma Europeia 16258:2012; *Well-To-Wheel*; Estudo de caso



# Abstract

Currently, the society's position related to environmental issues is undergoing changes. Countries, companies, and people are more concerned and aware of these problems and are taking policies to monitor and reduce the consequences of their activities.

The carbon footprint is the total amount of greenhouse gas emissions generated by the activities of people or entities such as countries, organizations, events, among others. The main purpose of this study is to calculate the carbon footprint of Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.'s fleet in 2022.

The method used to calculate the carbon footprint follows the methodology applied by Plessis *et al.* (2023), Gialos *et al.* (2022), Kirschstein *et al.* (2022) and Rybicka *et al.* (2018), which are based on the European Standard 16258:2012. The data for calculating the carbon footprint was provided by the company. The carbon footprint of the tractors and refrigerated trailers belonging to the organization is 19.784.213,07 kg CO<sub>2</sub>e, respectively.

Through the development of this project, the multinational has now a system for monitoring and controlling the carbon footprint of its vehicles. The method used can be replicated to carry out this calculation when necessary, and thus make environmentally conscious decisions.

# Keywords

Climate change; Transport Sector; Carbon Footprint; European Standard 16258:2012; Well-To-Wheel; Study Case



---

# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>xv</b>
<b>Lista de Acrónimos</b> .....	<b>xvii</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1. Contextualização do trabalho desenvolvido .....	1
1.2. Objetivos e contribuição da dissertação .....	2
1.3. Metodologia .....	3
1.4. Visão geral e organização da dissertação.....	4
<b>2. Alterações Climáticas</b> .....	<b>7</b>
2.1. Causas .....	7
2.2. Consequências .....	19
<b>3. Setor dos Transportes</b> .....	<b>29</b>
3.1. Caracterização do Setor dos Transportes.....	29
3.2. O papel das <i>third-party logistics</i> no setor dos transportes .....	33
<b>4. Pegada de Carbono</b> .....	<b>35</b>
4.1. Contextualização.....	35
4.2. Estudos de Caso .....	39
<b>5. Caracterização da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.</b> .....	<b>55</b>
5.1. Contexto da organização.....	55
5.2. Caracterização do Setor de Transportes e Armazenagem.....	64
5.3. Caracterização do Processo Produtivo .....	65
<b>6. Cálculo da Pegada de Carbono</b> .....	<b>71</b>
6.1. Cálculo da pegada de carbono dos tratores .....	71
6.2. Cálculo da pegada de carbono dos reboques frigoríficos .....	81
<b>7. Análise e Discussão de Resultados</b> .....	<b>83</b>
7.1. Análise da pegada de carbono dos tratores .....	83
7.2. Análise da pegada de carbono dos reboques frigoríficos.....	96
7.3. Discussão de resultados .....	98
<b>8. Considerações finais</b> .....	<b>99</b>
8.1. Conclusões .....	99
8.2. Limitações do trabalho realizado .....	100

8.3.Propostas de trabalhos futuros .....	100
<b>Bibliografia .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo A.....</b>	<b>117</b>
<b>Anexo B.....</b>	<b>119</b>
<b>Anexo C.....</b>	<b>123</b>
<b>Anexo D.....</b>	<b>127</b>
<b>Anexo E.....</b>	<b>131</b>
<b>Anexo F.....</b>	<b>135</b>

---

## Lista de Figuras

Figura 1. Projeção da população mundial em 2022 .....	11
Figura 2. Evolução da concentração global de dióxido de carbono atmosférico.....	16
Figura 3. Total das emissões de GEE (1990 a 2021) .....	17
Figura 4. Tendência histórica e projeções da emissão de GEE na Europa.....	18
Figura 5. Emissões GEE em Portugal .....	19
Figura 6. Anomalia da temperatura terrestre.....	21
Figura 7. Evolução do nível médio do mar.....	24
Figura 8. Emissões de GEE no setor dos transportes.....	30
Figura 9. Emissões de GEE por setores em Portugal.....	32
Figura 10. <i>Ecolabel</i> .....	52
Figura 11. Países onde a Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. presta serviços.	57
Figura 12. Instalações da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. ....	58
Figura 13. Organograma .....	59
Figura 14. Evolução da procura do serviço de transporte.....	60
Figura 15. Contribuição dos subsectores do setor transportes e armazenagem .....	65
Figura 16. Classes de dimensão de empresas no setor dos transportes.....	65
Figura 17. Fluxograma da atividade logística .....	68
Figura 18. Fluxograma da atividade de transporte .....	70
Figura 19. Consumo de energia de GEE (WTW e TTW) .....	84
Figura 20. Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e distância percorrida (por mês) .....	86
Figura 21. Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e peso da carga (por mês) .....	86
Figura 22. Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e fator de carga (por mês) .....	87
Figura 23. Pegada de carbono por mês (kg CO <sub>2</sub> e) .....	89
Figura 25. Carga transportada por mês (t) .....	90
Figura 24. Pegada de carbono por mês (kg CO <sub>2</sub> e/t) .....	90
Figura 26. Pegada de carbono por mês (gr CO <sub>2</sub> e/t.km) .....	91
Figura 27. Pegada de carbono por cliente.....	96
Figura 28. Consumo de energia WTW e TTW dos reboques frigoríficos.....	97
Figura 29. Emissões de GEE WTW e TTK dos reboques frigoríficos.....	98



---

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Etapas da implementação da Norma Europeia 16258:2012.....	38
Tabela 2. Consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa nos cenários testados.....	50
Tabela 3. Declaração das emissões (kg CO <sub>2</sub> e).....	52
Tabela 4. Quadro resumo dos estudos de caso.....	53
Tabela 5. CAE da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. ....	60
Tabela 6. Benefícios das certificações implementadas na Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. ....	62
Tabela 7. Fórmulas de cálculo em <i>Excel</i> .....	77
Tabela 8. Fórmula de cálculo da pegada de carbono em <i>Excel</i> .....	78
Tabela 9. Quadro resumo dos resultados dos tratores.....	83
Tabela 10. Consumo de combustível e distância percorrida por mês.....	85
Tabela 11. Consumo de energia por mês (WTW e TWT ) ....	87
Tabela 12. Emissões de gases com efeito de estufa por mês (WTW e TTW) ....	88
Tabela 13. Consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa por trator.....	92
Tabela 14. Quadro resumo dos valores calculados para os reboques.....	97



---

## Lista de Acrónimos

<i>3PL</i>	<i>Third-party logistics</i>
<i>BRC</i>	<i>British Retail Consortium</i>
<i>CAE</i>	Código de Atividade Económica
<i>CFC</i>	Clorofluorocarbonetos
<i>CH<sub>4</sub></i>	Metano
<i>CO<sub>2</sub></i>	Dióxido de Carbono
<i>CO<sub>2e</sub></i>	Equivalente de Dióxido de Carbono
<i>GEE</i>	Gases com Efeito de Estufa
<i>gr</i>	Gramas
<i>Gt</i>	Gigatoneladas
<i>H<sub>2</sub>O</i>	Vapor de água
<i>HFC</i>	Hidrofluorocarbonetos
<i>IPCC</i>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
<i>ISO</i>	<i>International Organization for Standardization</i>
<i>IFS</i>	<i>International Features Standard</i>
<i>kg</i>	Quilogramas
<i>km</i>	Quilómetros
<i>l</i>	Litros
<i>LULUCF</i>	<i>Land Use, Land Use Change and Forestry</i>
<i>MJ</i>	Megajoules
<i>Mt</i>	Megatoneladas
<i>N<sub>2</sub>O</i>	Óxido Nitroso
<i>O<sub>3</sub></i>	Ozono
<i>ODS</i>	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
<i>PAG</i>	Potencial de Aquecimento Global
<i>PAG<sub>100</sub></i>	Potencial de Aquecimento Global num horizonte temporal de 100 anos
<i>PEE</i>	Pacto Ecológico Europeu
<i>PFC</i>	Perfluorocarbonetos
<i>ppm</i>	Partes por milhão
<i>PSL</i>	Prestador de serviços logísticos
<i>SF<sub>6</sub></i>	Hexafluoreto de enxofre
<i>SGA</i>	Sistema de Gestão Ambiental
<i>SGI</i>	Sistema de Gestão Integrado
<i>SGQ</i>	Sistema de Gestão de Qualidade

<i>SGT</i>	Sistema de Gestão de Transportes
<i>t</i>	Toneladas
<i>TTW</i>	<i>Tank-To-Wheel</i>
<i>UE</i>	União Europeia
<i>UNFCCC</i>	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
<i>VOS</i>	<i>Vehicle Operations System</i>
<i>WTW</i>	<i>Well-To-Wheel</i>

---

# Capítulo 1

## 1. Introdução

No primeiro capítulo é apresentada uma introdução à temática que vai ser estudada. A contextualização do tema apresenta o domínio e o foco da investigação, introduzindo o problema e a justificação da dissertação. São ainda apresentados os objetivos e a metodologia utilizada na dissertação, findando o capítulo com a apresentação da estrutura da mesma.

### 1.1. Contextualização do trabalho desenvolvido

A principal causa das alterações climáticas é a utilização de combustíveis fósseis, que provocam aumentos na temperatura do mar, a extinção de algumas espécies, e eventos climáticos extremos que estão a afetar uma grande proporção da vida humana (Bermeo *et al.*, 2018).

Um dos principais líderes no combate às alterações climáticas é a União Europeia (UE) que através das suas principais estratégias adotadas (Protocolo de Quioto, Europa 2020, Acordo de Paris, entre outros), procura alcançar a redução da emissão de gases com efeito de estufa (GEE). Efetivamente, o Acordo de Paris tem como objetivo uma redução de 55% das emissões de GEE até 2030, e todos os setores devem ser considerados para alcançar este objetivo (Jakučionytė-Skodienė *et al.*, 2022).

Um dos setores que contribui significativamente para o aumento das emissões de GEE é o setor dos transportes. Apesar de ser uma das principais alavancas no desenvolvimento económico, é, em simultâneo, um dos setores mais poluentes (Tsakalidis *et al.*, 2020).

Nos dias correntes, as grandes empresas estão a concentrar-se no desenvolvimento da sua atividade principal para manter a concorrência nas cadeias de abastecimento, satisfazer as suas necessidades globais numa perspetiva económica, e respeitar o objetivo de criar um ambiente sustentável nas cadeias de abastecimento. Por conseguinte, a gestão ambiental do transporte é um fator significativo para criar um ambiente mais sustentável na cadeia de fornecimento, tornando-se necessário que as empresas melhorem os seus indicadores de desempenho para diminuir os seus próprios fatores externos desfavoráveis às suas atividades logísticas, tais como as emissões de GEE (Jamali & Rasti-Barzoki, 2019).

---

Por sua vez, He *et al.* (2019) indicam que a pegada de carbono é um dos indicadores ambientais mais amplamente utilizados, que surgiu como um método para avaliar as emissões de GEE de bens e serviços.

A empresa abordada neste trabalho, Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. é uma das 60 empresas que o Grupo Olano possui na Europa e que atua como especialista em transporte e armazenagem frigorífica. Um dos objetivos da multinacional é iniciar o processo de monitorização da pegada de carbono.

O presente trabalho foi desenvolvido em conjunto com a empresa a fim de calcular a pegada de carbono da sua frota própria do ano 2022.

## **1.2. Objetivos e contribuição da dissertação**

O objetivo principal definido na presente dissertação consiste em efetuar o cálculo da pegada de carbono da atividade principal desenvolvida por uma corporação que opera no setor logístico, o transporte a temperatura controlada.

A fim de concretizar o objetivo geral, foram definidos cinco objetivos específicos que se citam de seguida:

- Efetuar uma revisão bibliográfica da literatura da temática (alterações climáticas, setor dos transportes e pegada de carbono) a fim de elaborar o enquadramento do problema;
- Selecionar a metodologia apropriada a aplicar no estudo de caso;
- Caracterizar a empresa e o processo produtivo;
- Efetuar a recolha e análise de dados;
- Realizar a discussão de resultados.

Os objetivos específicos estabelecidos, constituem uma ponte ligação com o que é tomado como contribuição do estudo vigente. Através do cumprimento dos mesmos, é possível concluir com sucesso a realização do trabalho proposto.

A elaboração da presente dissertação pretende contribuir para o aumento do conhecimento científico através de uma revisão bibliográfica extensiva e da análise do consumo de energia e emissões de GEE da frota sob diferentes perspetivas.

---

Ressalva-se que o conjunto de dados trabalhado é extensivo e real e considera-se que o trabalho contribui para melhorar a qualidade dos dados para modelar com maior exatidão as emissões na cadeia de abastecimento.

### **1.3. Metodologia**

A metodologia usada na presente dissertação deve ser definida de forma a encontrar respostas às questões formuladas e aos problemas enfrentados no estudo de caso, e atingir os objetivos definidos na dissertação.

Para calcular a pegada de carbono, é fundamental fazer uma análise bibliográfica aprofundada e detalhada do tema. A metodologia usada para investigar os conteúdos relacionados com a temática desta dissertação é a revisão bibliográfica da literatura. Foi realizada uma recolha de informação utilizando as seguintes bases de dados: *Science Direct*, *Web of Science* e *IEEE Xplore*. Foram ainda recolhidos dados recorrendo a entidades nacionais e internacionais fidedignas tais como: a Comissão Europeia, o *Eurostat*, a Agência Europeia do Ambiente, a Organização das Nações Unidas, o Conselho Europeu, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), entre outros.

A abordagem dedutiva da investigação progride de um modo geral de uma perspetiva sobre o tema da investigação para uma visão mais específica da situação enquanto a abordagem indutiva procede de teoria segmentada a uma teoria mais universal em relação a uma investigação, tendo também em conta o ambiente do evento sob investigação (Olatunji *et al.*, 2019).

A metodologia utilizada consistiu numa abordagem à investigação dedutiva, partindo da revisão da bibliografia existente focada nas metodologias de cálculo da pegada de carbono e no estudo de caso da empresa Olano, com base na análise quantitativa de dados das emissões de GEE da frota da organização.

Relativamente ao tipo de investigação científica esta pode ser classificada em duas categorias: exploratória e descritiva. A pesquisa exploratória tem como objetivo ampliar a extensão do tema, ou seja, desenvolver ideias ou elaborar hipóteses relativamente à problemática e a investigação descritiva, destina-se a explorar estudos de referência ou analisar uma base empírica que sustenta a temática em estudo. A investigação cuidadosa da bibliografia tem o propósito de tornar as fontes de informação mais fiáveis do que as observações casuais do ser humano (Bhattacharjee, 2012). No âmbito deste trabalho, foi feita uma pesquisa descritiva.

---

As perguntas de investigação decorrentes da presente dissertação são as seguintes:

- De que forma o setor de transportes está a contribuir para as alterações climáticas?
- Qual o papel das *third-party logistics* (3PL) no setor de transportes e na emissão de GEE?
- Qual a metodologia apropriada para calcular a pegada de carbono no estudo de caso?

Por último, foi documentado o estudo através da escrita da presente dissertação, na qual são justificadas as opções metodológicas e apontadas todas as conclusões tiradas em cada fase do processo, o que permitirá a outros investigadores replicar este estudo no futuro (Bhattacharjee, 2012).

#### **1.4. Visão geral e organização da dissertação**

No primeiro capítulo apresenta-se a contextualização do trabalho, os objetivos definidos, a metodologia utilizada e a estrutura da presente dissertação.

O segundo capítulo dedica-se ao estudo das alterações climáticas que sustenta a nível teórico o desenvolvimento do trabalho em vigor. São apresentados os principais conceitos, causas e consequências deste problema.

No terceiro capítulo é descrito o impacto do setor de transportes na emissão de GEE a nível mundial, europeu e nacional. É também abordado qual o papel das *third-party logistics* neste setor.

No capítulo quatro são apresentados conceitos sobre a pegada de carbono e metodologias para o cálculo da mesma. São ainda revistos quatro estudos de caso nos quais é calculada a pegada de carbono no setor em estudo.

No quinto capítulo, é elaborada a caracterização da empresa clarificando o tipo de serviços prestado pela multinacional, o setor em que se integra, os seus valores, entre outros. São ainda descritos os processos logísticos e de armazém. Assim, é possível ter um melhor entendimento quanto à gestão da empresa a um nível interno e externo.

No capítulo seis, é realizado o cálculo da pegada de carbono e descrita a metodologia utilizada para esse efeito e no seguinte capítulo é feita a análise e discussão de resultados.

---

Por último, no capítulo oito são apresentadas as considerações finais do trabalho. Neste capítulo, são expostas as principais conclusões retiradas do capítulo anterior, apresentando uma resposta aos objetivos propostos inicialmente. São ainda referidas as limitações da investigação, bem como as sugestões para estudos futuros.



# Capítulo 2

## 2. Alterações Climáticas

Este capítulo fornece uma visão abrangente da problemática das alterações climáticas. O principal objetivo é contextualizar esta adversidade e identificar as suas causas e consequências no mundo atual. São discutidas as principais políticas e estratégias implementadas para as enfrentar. Através de uma síntese da investigação e análise baseada em estudos recentes, este capítulo explora as principais questões científicas, económicas e sociais relacionadas com as alterações climáticas e evidencia os desafios apresentados por este problema complexo e multifacetado.

### 2.1. Causas

As evidências científicas demonstram que o clima<sup>1</sup> da Terra tem sofrido alterações que são provocadas, principalmente, por atividades humanas, numa clara tendência para o incremento da temperatura a longo prazo (NASA, 2023a; NASA, 2023b).

A *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) (UNFCCC, 1992, p. 7) define alterações climáticas como “uma mudança de clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que vai além da variabilidade climática natural, observada em períodos de tempo comparáveis”.

Em 1992, na Cimeira da Terra, realizada no Rio de Janeiro, foi criada a UNFCCC, um tratado internacional adotado por 197 partes, como um primeiro passo para combater as alterações climáticas. O marco seguinte deste processo foi a elaboração do Protocolo de Quioto adotado em 1997, conhecido como o primeiro acordo internacional sobre o clima para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa. O Protocolo obriga legalmente os países desenvolvidos a cumprirem os seus objetivos de redução das emissões e estabelece objetivos individuais de redução de emissões para os países desenvolvidos. Neste documento, os países industrializados aceitaram alcançar uma redução média das emissões de gases com efeito de estufa de 5,2% de equivalente de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e) aos níveis de emissão de 1990, no primeiro período de 2008 a 2012. A Emenda de Doha ao

---

<sup>1</sup> Cui *et al.* (2021, p.2) afirmam que clima pode ser definido como uma “descrição estatística abrangente das condições climáticas durante um período suficientemente longo numa vasta gama de escalas temporais”.

Protocolo de Quioto foi adotada para o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto (2013 a 2020). Contudo, embora vários países se tenham comprometido a reduzir as emissões de GEE, a Emenda de Doha não entrou em vigor. Por último, o Acordo de Paris, estabelecido em 2015 (entrou em vigor em 4 de novembro de 2016), foi o primeiro regulamento internacional aceite pela maioria dos países e visa, através de várias medidas, atenuar as alterações climáticas. Este acordo baseou-se em compromissos voluntários para limitar o aquecimento a 1,5 °C e para manter o aquecimento global abaixo de 2 °C, em comparação com o nível pré-industrial (Balogh & Mizik, 2023; Tran, 2022; King & Bergh, 2021).

A “gestão” contemporânea do clima do planeta permanece fixa dentro dos limites institucionais prescritos pela UNFCCC, que se considera o “tratado-mãe” do Acordo de Paris e do Protocolo de Quioto. A UNFCCC pede aos países aderentes que adotem políticas e medidas de atenuação e que apresentem relatórios periódicos relativamente às suas emissões de GEE. O objetivo final dos três acordos no âmbito da UNFCCC é estabilizar as concentrações de gases com efeito de estufa na atmosfera a um nível que evite uma interferência humana perigosa no sistema climático<sup>2</sup>, num período de tempo que permita aos ecossistemas<sup>3</sup> adaptarem-se naturalmente e possibilite o desenvolvimento sustentável (UNFCCC, 2023; Weinger, 2023).

As práticas para o desenvolvimento sustentável são abordadas pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, onde são identificados os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), bem como pelas metas e indicadores associados. Os ODS foram concebidos para representar toda a gama de questões de sustentabilidade<sup>4</sup> à escala global e todos os países são encorajados a abordá-los e a alcançá-los. Os desafios relacionados com as alterações climáticas são abordados no ODS 13 (Dannevig *et al.*, 2022).

---

<sup>2</sup> “O sistema global constituído por cinco componentes principais: a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a litosfera e a biosfera, e as interações entre eles. O sistema climático altera-se no tempo sob a influência da sua própria dinâmica interna e devido a fatores externos, como erupções vulcânicas, variações solares, forçamento orbital e forçamentos antropogénicos, tais como a alteração da composição da atmosfera e a alteração do uso do solo.” (IPCC, 2023a, p.5)

<sup>3</sup> “Ecossistema é uma comunidade de plantas e animais (bióticos) que interagem entre si e com a comunidade não viva (abiótica) num espaço geográfico que, em coletivo, suportam uma série de serviços que são vitais para o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano” (Ali *et al.*, 2018, p.1).

<sup>4</sup> Sustentabilidade pode ser definida como: "satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades" (United Nations, 2023).

O ODS 13 apela aos Estados para que tomem medidas urgentes a fim de combater as alterações climáticas e os seus impactes, especialmente devido à ligação inegável entre o desenvolvimento sustentável e as alterações climáticas, bem como à magnitude do desafio climático que enfrentamos (Calzadilla, 2021).

O ODS 13 é constituído por três metas. O ODS 13.1 apela ao "reforço da resiliência e da capacidade de adaptação aos riscos relacionados com o clima e às catástrofes naturais relacionadas com o clima em todos os países"; o ODS 13.2 apela à "institucionalização da mitigação e adaptação" e o ODS 13.2 à "melhoria da educação, a sensibilização e a capacidade humana e institucional em matéria de mitigação das alterações climáticas, adaptação, redução do impacte e alerta rápido" (United Nations, DESA, Sustainable Development, 2023).

Outra estratégia criada para combater os efeitos negativos das emissões de gases com efeito de estufa pela União Europeia foi elaborar o Pacto Ecológico Europeu (PEE) que visa alcançar a neutralidade climática até 2050. Este promete transformar a economia da UE tornando-a moderna, competitiva e eficiente, em termos de recursos. Para tal, a Comissão Europeia adotou um conjunto de propostas para tornar as políticas relativas ao clima, energia, transportes e fiscalidade da União Europeia, aptas a reduzir as emissões de GEE em pelo menos 55 % até 2030, em comparação com os níveis de 1990. O mesmo documento menciona que 93% dos europeus veem as alterações climáticas como um problema grave que deve ser combatido o mais rápida e eficientemente possível. Assim, torna-se importante estudar as causas deste problema (Mogos *et al.*, 2023).

A origem das alterações climáticas pode ter causas antropogénicas (fenómenos externos) ou naturais (fenómenos internos). Os fatores externos incluem as emissões de gases com efeito de estufa e a carga de aerossóis troposféricos<sup>5</sup> que atuam sobre a composição da atmosfera (Chen *et al.*, 2021).

---

<sup>5</sup> Aerossol é a suspensão de partículas sólidas ou líquidas suspensas no ar, com tamanho típico das partículas na gama de alguns nanómetros a várias dezenas de micrómetros e tempos de vida atmosféricos que podem ir até vários dias na troposfera até anos na estratosfera. Os aerossóis na troposfera podem ter origem natural ou antropogénica (IPCC, 2023a).

É destacado que as fontes mais comuns de emissão de gases com efeito de estufa provenientes de atividades humanas são: a combustão de combustíveis fósseis em automóveis, fábricas e produção de eletricidade; a libertação de metano dos aterros sanitários e sistemas digestivos dos animais de pasto; libertação de gases utilizados na refrigeração e em processos industriais; libertação de óxido nitroso dos produtos agroalimentares e dos fertilizantes agrícolas. Entre as causas naturais destacam-se a variação do ciclo solar, as erupções vulcânicas, as alterações lentas na órbita da Terra em torno do Sol e a inclinação do eixo da Terra (Nda *et al.*, 2018).

Carvalho *et al.* (2018) indicam que a intensificação da industrialização<sup>6</sup> global, o aumento acelerado da população, o desenvolvimento de novos produtos, os elevados níveis de produção e o consumo excessivo de recursos são fatores que têm impacte ambiental. Apesar de serem consideradas causas da degradação ambiental dos ecossistemas, são atividades fundamentais para o desenvolvimento económico da sociedade (Carvalho *et al.*, 2018). Por sua vez, Perkumienė *et al.* (2020) consideram que o processo de industrialização provocou várias consequências indesejáveis entre as quais se encontra a problemática em estudo.

A aceleração dos processos industriais ocorreu devido à revolução industrial que representa uma das mais significativas transições económicas, políticas e sociais na história da humanidade. Este período, teve início na Grã-Bretanha, no século XVIII, e espalhou-se rapidamente pelo mundo provocando a aceleração de inovações e avanços tecnológicos (Crane-Kramer & Buckberry, 2023; Hwa Baek, 2021).

Bradū *et al.* (2022) indicam que a primeira revolução industrial se focou na mecanização de processos de produção em massa de têxteis e metais, através da utilização de energia produzida pela máquina a vapor. Já a segunda revolução industrial concentrou-se no desenvolvimento da indústria siderúrgica e sintética e, novos métodos de transporte e comunicação tornando-se iminente a utilização de eletricidade, petróleo e gás.

A terceira revolução industrial envolveu a aplicação da energia elétrica e eletrónica industrial desde a tecnologia de comunicação à produção, criando oportunidades e investimentos em automação e engenharia (Apata *et al.*, 2021). Mais recentemente,

---

<sup>6</sup> O conceito de industrialização foi introduzido por Friederich Engels e Louis Auguste Blanqui em meados do século XIX podendo ser definido como a transformação de produtos e recursos (Pabbajah *et al.*, 2020).

surgiu a quarta revolução industrial que introduziu a automatização através da ligação de dispositivos (Gumbo *et al.*, 2023).

Conclui-se que as subseqüentes revoluções industriais aportaram mudanças radicais na produção, desde a utilização das máquinas a vapor até à produção automatizada elétrica e digital. Todos estes acontecimentos conduziram ao aumento da produção em grande escala, da procura de matérias-primas e da produção de resíduos, o que dificulta a preservação ambiental (Carvalho *et al.*, 2018).

Atualmente, a concentração de dióxido de carbono na atmosfera é cerca de 40% mais elevada do que antes da industrialização e a temperatura da superfície aumentou cerca de 0,8 °C desde esse período (Liu *et al.*, 2023a).

De acordo com os dados registados na Figura 1, verifica-se que hoje em dia a população mundial é entre três a quatro vezes superior à existente em meados do século XX. O maior aumento do crescimento da população do período em análise (1950 a 2050), ocorreu entre 1962 e 1965, sendo a média de crescimento registada nestes três anos de 2,1 % ao ano. Após essa altura, o ritmo de crescimento da população abrandou para mais de metade, como consequência da redução dos níveis de fertilidade. Em 2020, pela primeira vez desde 1950, a taxa de crescimento da população permaneceu abaixo de 1 % ao ano e as previsões indicam um abrandamento nas próximas décadas e até ao final deste século. Estima-se que a população mundial poderá crescer para cerca de oito mil e quinhentos milhões de pessoas em 2030 e atingir nove mil e setecentos milhões em 2050 (United Nations, DESA, Population Division, 2022).

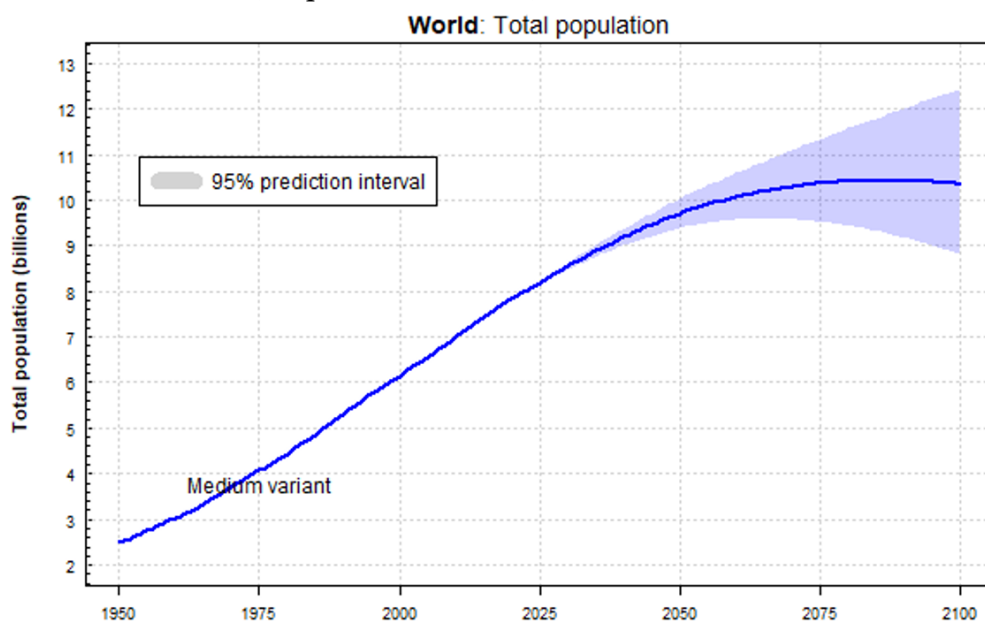


Figura 1. Projeção da população mundial em 2022 (Fonte: United Nations, DESA, Population Division (2022))

O crescimento da população levou à sobrepopulação que é definida como o produto do número de seres humanos vezes o consumo *per capita*; quanto maior o nível de consumo *per capita*, menor a população ecologicamente sustentável. Averigua-se que tanto o número de seres humanos como o consumo *per capita* estão a aumentar a nível mundial. Este padrão é comum a quase todas as nações do mundo dado que, na maioria dos casos, o consumo *per capita* está a aumentar mais rapidamente do que as populações dos países estão a diminuir, o que leva a um aumento do impacte ambiental (Cafaro *et al.*, 2022).

O rápido crescimento da população humana está associado a padrões insustentáveis de consumo e produção contribuindo para várias formas de degradação ambiental tais como o aquecimento global, as alterações climáticas, a desflorestação e a perda de biodiversidade (United Nations, DESA, Economic Analysis, 2023).

Hendrixson & Hartmann (2019), indicam ainda que os recursos naturais disponíveis, não conseguem suportar uma população global demasiado grande e em crescimento, tornando-se de extrema importância realizar uma boa gestão<sup>7</sup> dos mesmos. Contudo, o Ser Humano tem modificado e explorado os recursos naturais desde o início da sua existência e a sua sobre-exploração levou à extinção de diversas civilizações e sociedades (Szocik & Reiss, 2023).

Lei (2020) reforça que os recursos naturais são a base da sobrevivência e do desenvolvimento humano e estão relacionados com o desenvolvimento das gerações futuras e o bem-estar da sociedade. O desperdício de recursos naturais é provocado pela sua gestão extensiva e pelo desenvolvimento predatório. As consequências deste comportamento são visíveis, o seu resultado são as catástrofes naturais devastadoras e a poluição que funcionam como um aviso para que as pessoas valorizem e protejam os recursos existentes.

Os recursos naturais podem ser divididos em recursos renováveis e não renováveis (International Resource Panel, 2016):

- **Recursos renováveis:** Provêm de *stocks* naturais renováveis que, após a exploração, podem regressar aos seus níveis anteriores através de processos naturais de crescimento ou reposição. No entanto, não podem ultrapassar o

---

<sup>7</sup> A gestão de recursos naturais é o ato de tomar uma série de medidas para proteger e melhorar o estado dos recursos naturais através da sua gestão apropriada e está relacionada com o impacte humano no meio ambiente (Zhang *et al.*, 2022).

limiar crítico ou ponto de viragem a partir do qual a regeneração é muito lenta, como é o caso, por exemplo, da degradação dos solos; ou a partir do ponto em que a regeneração é impossível, como é o caso da extinção de espécies. Outros tipos de energia renovável são a energia solar, eólica, biomassa, entre outros (Erdogan *et al.*, 2023; Huang *et al.*, 2023; Semai & Bouhdjar, 2023).

- **Recursos não renováveis:** São recursos naturais que podem esgotar pois as suas reservas naturais não podem ser regeneradas após a exploração, ou só podem ser regeneradas ou repostas por ciclos naturais que são relativamente lentos quando comparados à esperança média de vida dos humanos.

Os recursos energéticos não renováveis baseados em combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e o gás natural, são amplamente utilizados na produção de eletricidade, nos transportes, no aquecimento de habitações, nas indústrias transformadoras, entre outros. Contudo, estão a esgotar-se devido ao aumento da procura de energia derivado do crescimento da população. Com o reconhecimento crescente e o consenso científico sobre a ameaça das alterações climáticas na comunidade mundial, a necessidade de abandonar os combustíveis fósseis e de fazer a transição para as energias renováveis tem sido objeto de atenção nos últimos anos. Por conseguinte, os investigadores advertem que é fundamental encontrar fontes de energia alternativas, uma vez que a necessidade de energia existirá sempre. A quota-parte dos recursos energéticos renováveis aumentou consideravelmente na produção de eletricidade, nos sistemas de aquecimento e nos transportes em zonas urbanas (Avtar *et al.*, 2019).

Romano *et al.* (2022) apontam que a utilização indiscriminada de recursos não renováveis e a libertação excessiva de gases com efeito de estufa na atmosfera tem sido a principal causa das alterações climáticas e eventos climáticos extremos em todo o mundo ao longo dos anos.

Em consonância com o glossário do sexto relatório de avaliação do IPCC encontra-se definido que gases com efeito de estufa são: “Constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais como antropogénicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro da radiação emitida pela superfície da Terra, pela própria atmosfera e pelas nuvens. Esta propriedade provoca o efeito de estufa. O vapor de água (H<sub>2</sub>O), o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o metano (CH<sub>4</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>) são os principais GEE na atmosfera terrestre. Os GEE de origem humana incluem o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>), os hidrofluorcarbonetos (HFC), os

clorofluorcarbonetos (CFC) e os perfluorocarbonetos (PFC); vários deles são também destruidores de O<sub>3</sub> (e estão regulamentados pelo Protocolo de Montreal<sup>8</sup>)” (IPCC, 2023a, p.9).

Salienta-se que o CO<sub>2</sub> é o principal GEE antropogénico que afeta o balanço radioativo da Terra e o gás de referência para o qual os outros GEE são medidos e, por conseguinte, o seu Potencial de Aquecimento Global (PAG) é 1. PAG é definido como um “índice que mede o efeito radiativo na sequência da emissão de uma massa unitária de uma determinada substância, acumulada durante um horizonte temporal escolhido, em relação à da substância de referência, o CO<sub>2</sub>” (IPCC, 2023a, p.8).

Tendo como base o PAG, pode ser calculado o CO<sub>2</sub>e, uma medida métrica utilizada para comparar as emissões de vários gases com efeito de estufa. Para realizar este cálculo, é necessário converter as quantidades de outros gases na quantidade de CO<sub>2</sub>e com o mesmo PAG e, normalmente é expressa em milhões de toneladas métricas de equivalentes de dióxido de carbono. O equivalente de dióxido de carbono de um gás é obtido multiplicando as toneladas do gás pelo PAG associado (Eurostat, 2023):

$$CO_2e = (\text{milhões de toneladas métricas de um gás}) * (\text{PAG do gás}) \quad (1)$$

O CO<sub>2</sub> desempenha um papel importante no aquecimento natural da atmosfera terrestre. Esta, atua como um filtro impedindo a entrada da maior parte da radiação ultravioleta que é nociva para os seres vivos, deixando apenas entrar os raios solares que são necessários para a vida na Terra. A energia solar que atinge a Terra permite o aquecimento do planeta impulsionando o sistema climático e pode ser absorvida, dispersa ou refletida. Cerca de 30 % desta energia é refletida para o espaço por superfícies como o gelo, o deserto e as nuvens. Os restantes 70 % da energia solar atingem o solo que por sua vez aquece e emite radiação térmica. Maioritariamente, os gases e nuvens da atmosfera absorvem e emitem parte desta radiação. Assim, a atmosfera aquece e emite radiação sob forma de calor para o espaço e para a superfície o que aumenta o aquecimento solar da Terra, produzindo o efeito de estufa. O equilíbrio térmico global é

---

<sup>8</sup> O Protocolo de Montreal é um dos tratados ambientais mais eficazes já criados tendo contribuído para atenuar as alterações climáticas ao impedir que a radiação ultravioleta danificasse os ecossistemas terrestres. O Protocolo pode ser reforçado para controlar as substâncias que destroem a camada de ozono e os HFC utilizados como matérias-primas, a fim de proporcionar uma proteção adicional da camada de ozono estratosférico e do sistema climático, atenuando simultaneamente a poluição dos plásticos. Este documento fornece diretrizes para os decisores políticos, indústrias e a sociedade civil considerarem a forma como ações mais fortes ao abrigo do Protocolo de Montreal que podem complementar outros tratados químicos e ambientais (Andersen *et al.*, 2021).

estabelecido pelo ajuste das temperaturas atmosféricas de modo que o fluxo de radiação térmica que deixa o planeta seja igual ao fluxo solar absorvido. Parte da energia absorvida pela superfície terrestre é devolvida ao espaço sob forma de radiação infravermelha pelo H<sub>2</sub>O e pelo CO<sub>2</sub>. Após a sua transposição pela atmosfera, esta radiação é absorvida pelos gases constituintes da atmosfera: o H<sub>2</sub>O, o CO<sub>2</sub>, o N<sub>2</sub>O, o CH<sub>4</sub> e o O<sub>3</sub>. Os principais gases absorventes são o H<sub>2</sub>O e o CO<sub>2</sub> sendo, assim, conhecidos como os principais gases com efeito de estufa (Semenov, 2022; Zhong & Haigh, 2013).

De seguida, são identificadas as origens dos principais gases com efeito de estufa emitidos devido a atividades humanas (United States Environmental Protection Agency, 2023):

- CO<sub>2</sub> proveniente da queima de combustíveis fósseis (carvão, gás natural e petróleo), resíduos sólidos, desflorestação, limpeza de terrenos para a agricultura e degradação dos solos;
- CH<sub>4</sub> proveniente da produção e transporte de combustíveis fósseis, de atividades agrícolas, da gestão de resíduos e da utilização de solos;
- N<sub>2</sub>O proveniente de atividades agrícolas, industriais e de utilização de solos, combustão de combustíveis fósseis e de resíduos sólidos, bem como do tratamento de águas residuais;
- Gases Fluorados, nomeadamente, HFC, PFC e SF<sub>6</sub> que são emitidos por uma variedade de aplicações e processos domésticos, comerciais e industriais. Os gases fluorados, em especial os HFC, são por vezes utilizados como substitutos das substâncias que empobrecem a camada de ozono estratosférica. Apesar destes gases serem emitidos em menores quantidades comparando com outros gases com efeito de estufa, o seu PAG é muito superior.

Nos últimos 100 anos, a temperatura da Terra tem aumentado abruptamente devido ao elevado nível de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Em 1800 a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico tinha um valor inferior a duzentas e cinquenta partes por milhão (ppm). No entanto, a partir de 1900, este valor aumentou gradualmente de duzentas e oitenta ppm para trezentas e sessenta ppm em 2005 e para quatrocentas e dezanove ppm em 2019. Em 2022, a média global de CO<sub>2</sub> atmosférico foi de aproximadamente quatrocentas e dezassete ppm, estabelecendo um novo recorde. Este, é o décimo primeiro ano consecutivo em que a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera aumentou mais de dois ppm. Prevê-se que as concentrações de CO<sub>2</sub> aumentarão para quinhentas e setenta ppm por volume (ppm/v) até ao final da presente década (Kumar & Eswari J, 2023; National Oceanic and Atmospheric Administration, 2023a) .

Na Figura 2 pode observar-se a evolução da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico, desde a revolução industrial até aos dias atuais. A quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera (linha azul) aumentou juntamente com as emissões provenientes de atividades humanas (linha cinzenta) desde 1750. As emissões aumentaram lentamente para cerca de cinco mil milhões de toneladas por ano em meados do século XX, antes de dispararem para mais de trinta e cinco mil milhões de toneladas por ano no final do século (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2023a).

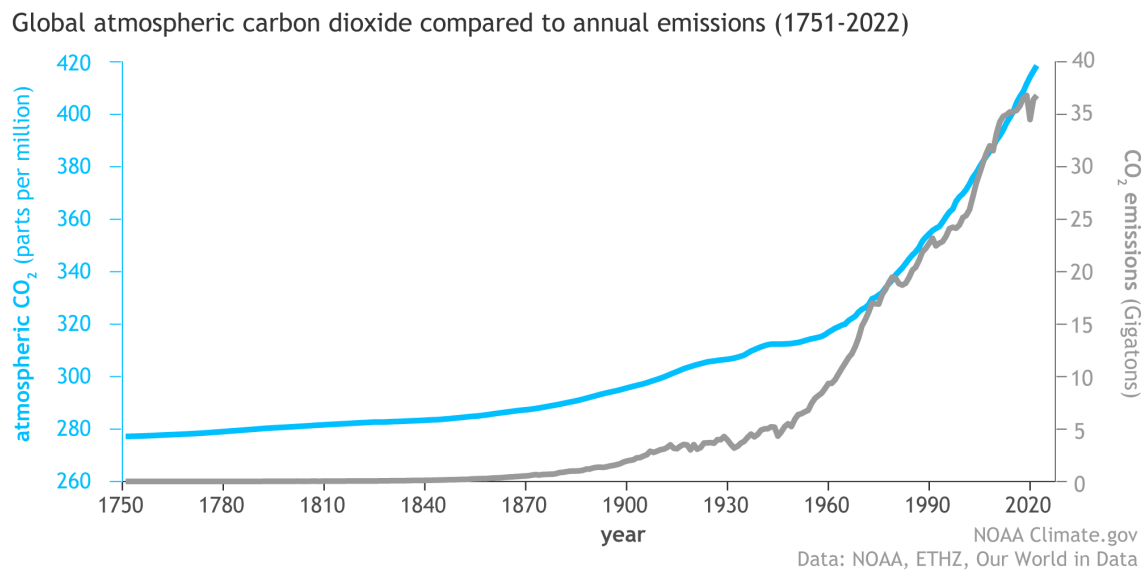


Figura 2. Evolução da concentração global de dióxido de carbono atmosférico (Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration (2023b))

A nível global, a taxa de crescimento das emissões de GEE (incluindo setor *Land Use, Land Use Change and Forestry* (LULUCF)), tem abrandado durante a última década em comparação com a década anterior. Entre 2010 e 2019, o crescimento médio anual foi de 1,1 % por ano, em comparação com 2,6% por ano entre 2000 e 2009. As razões apontadas para este abrandamento são: a redução global das novas capacidades de produção de carvão (particularmente na China); a substituição constante do carvão pelo gás nos setores energéticos dos países desenvolvidos; o ritmo crescente da implantação das energias renováveis a nível mundial; e uma redução das emissões líquidas de LULUCF embora estas sejam muito incertas (United Nations Environment Programme, 2022).

As emissões globais totais de GEE atingiram, em média, cerca de cinquenta e quatro Gigatoneladas (Gt) de CO<sub>2</sub>e entre 2010 e 2019, e atingiram um máximo em 2019. As estimativas das emissões LULUCF para 2021 ainda não estão disponíveis, impedindo conclusões sobre as emissões globais totais de GEE em 2021. Os valores de emissões de GEE são expressos utilizando potencial de aquecimento global num horizonte temporal

de 100 anos (PAG100) (United Nations Environment Programme, 2022). Na Figura 3 observa-se o total das emissões de GEE emitidos desde 1990 a 2021.

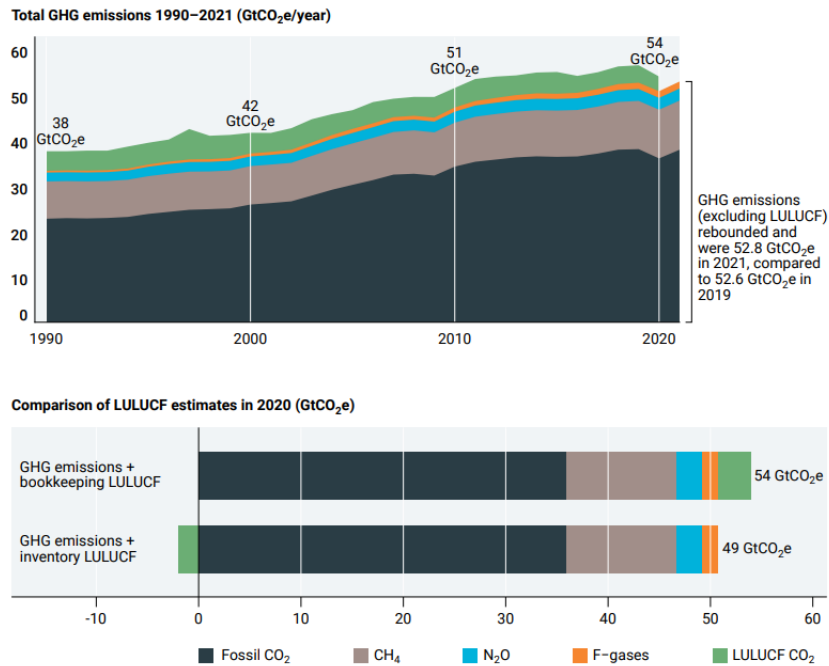


Figura 3. Total das emissões de GEE (1990 a 2021) (Fonte: United Nations Environment Programme (2022))

A *European Environment Agency* (2022), afirma que as emissões de GEE na UE diminuíram 32 % entre 1990 e 2020 o que representa uma notável ultrapassagem do objetivo de redução de 20% da União Europeia para 2020, como se pode verificar na Figura 4. Evidencia-se que ocorreu um declínio acentuado das emissões em 2020 justificado pelo aparecimento da COVID-19. Em 2021 assistiu-se a um aumento das emissões de GEE, no entanto estas permaneceram abaixo dos níveis pré-pandémicos. Este aumento de 5 %, foi impulsionado pela recuperação da pandemia e por uma maior absorção das fontes de energia com emissões mais elevadas na segunda metade de 2021. Outro fator que contribuiu para o aumento recente das emissões foi o aumento dos preços do gás no segundo semestre de 2021 que levou a uma maior utilização de lignito e carvão para gerar energia, mudança que permaneceu em 2022. Ainda assim, deve-se frisar que os níveis de emissão estão abaixo da meta de 2020 desde 2018. Contudo, para atingir a meta de 2030, os Estados-Membros da UE terão de alinhar as suas ambições e esforços, a fim de alcançar a nova redução líquida de 55%.

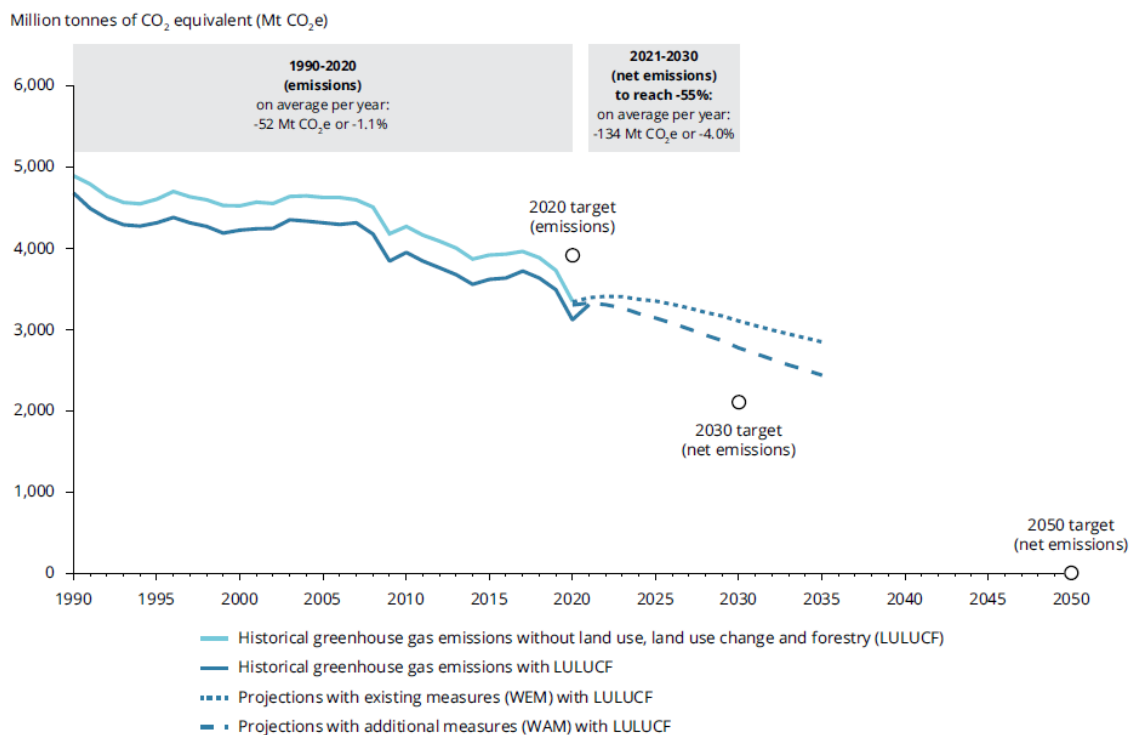


Figura 4. Tendência histórica e projeções da emissão de GEE na Europa (Fonte: European Environment Agency (2022))

A preocupação com a emissão de GEE na União Europeia tem uma tendência fortemente crescente. Assim sendo, há várias entidades que fazem a análise destes valores periodicamente. Em suma, as emissões totais de GEE diminuíram em 2020 a nível da UE em 10% em comparação com 2019 (European Environment Agency, 2022).

O cenário português, evidencia que as emissões de GEE excluindo o setor LULUCF totalizam à volta de cinquenta e oito Megatoneladas (Mt) de CO<sub>2</sub>e em 2020, o que representa uma diminuição de 1,5 % desde 1990 e uma redução de 9,5 % em relação a 2019. Ao considerar o setor LULUCF, as emissões em 2020 totalizaram cinquenta e três Mt CO<sub>2</sub>e, o que corresponde a uma diminuição de 19,3 % em relação a 1990 e a uma variação de -10,6 % de 2019 a 2020. O maior contribuinte para as emissões portuguesas é o setor da Energia (67 % do total de em 2020), com as indústrias energéticas e as atividades de transporte a representarem respetivamente, 18,1 % e 25,8 % das emissões totais. As indústrias da energia são o setor que registou a maior diminuição (36,7 %) de 2019 para 2020. Este é o resultado do efeito combinado da maior proporção de energias renováveis na energia produzida em Portugal (cerca de 53% em 2020), da maior utilização de importações, a menor produção térmica e a passagem do carvão para o gás natural (Agência Portuguesa do Ambiente, 2023). Na Figura 5 observa-se o gráfico relativo às emissões de GEE em Portugal entre 1990 e 2021.

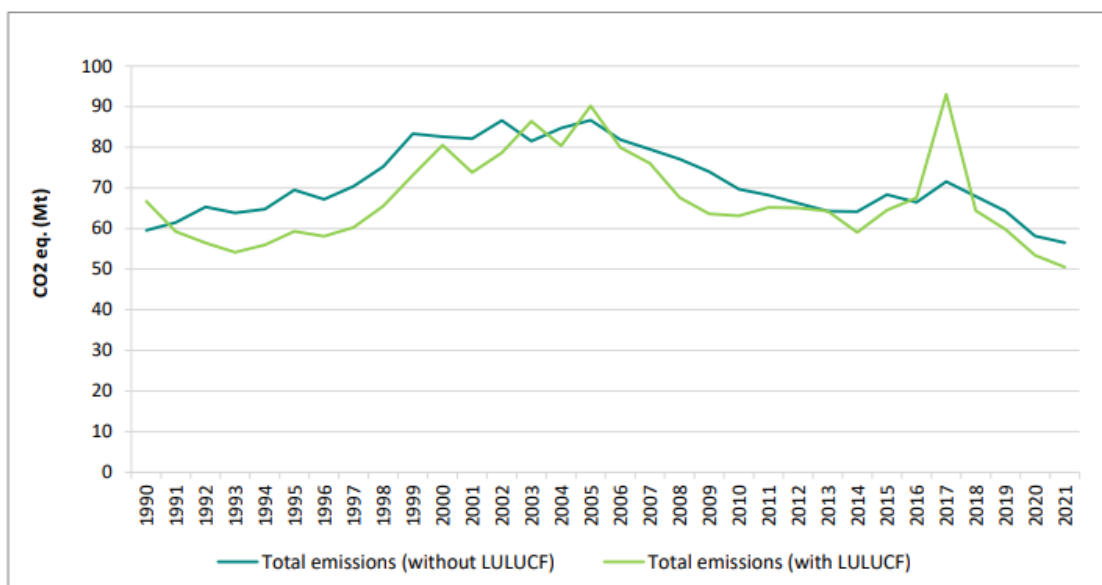


Figura 5. Emissões GEE em Portugal (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente (2023))

No capítulo seguinte irá ser estudado quais as contribuições do setor dos transportes na emissão de GEE, tendo em conta o âmbito do presente trabalho. Contudo, previamente é feita uma análise da literatura no que respeita às consequências das alterações climáticas.

## 2.2. Consequências

As alterações climáticas induzidas pelo Homem provocam consequências adversas nos ecossistemas, nas pessoas, nas povoações e nas infraestruturas. De facto, as atividades humanas são responsáveis pelo aumento da frequência e intensidade de fenómenos climáticos extremos como furacões, ciclones e tempestades e fenómenos meteorológicos extremos como os picos de temperatura na terra e nos oceanos, eventos de precipitação extrema, seca e incêndios. A alteração da acidez dos oceanos, a subida do nível do mar e a diminuição da precipitação regional também são apontados como consequências do comportamento humano nas alterações climáticas cujas mudanças observadas são mais graduais. Outras evidências das alterações climáticas são o aquecimento global, a diminuição das camadas de gelo nos pólos, a alteração dos padrões de precipitação, alterações nos ecossistemas e perda de biodiversidade, a desertificação, os seus efeitos na saúde e bem-estar do Homem, as migrações forçadas e mudanças na agricultura. A frequência e severidade dos fenómenos citados provoca o incremento da mortalidade e morbidade humana e de outras espécies sobretudo devido ao aumento da temperatura (IPCC, 2023b).

Fanous *et al.* (2023) indicam que ocorreu um aumento da temperatura dos oceanos e do nível do mar e uma diminuição da extensão de gelo marinho, desde o início do século XX. A incapacidade de gerir os efeitos das alterações climáticas e abrandar o progresso do aquecimento global resultará, provavelmente, num aumento da temperatura de 1,5 °C até 2040 e um aumento de 3 °C até 2100, relativamente aos níveis pré-industriais. Torna-se então crucial encontrar soluções com potencial para serem aplicadas a nível mundial, visando atenuar os impactos das alterações climáticas.

A deterioração generalizada dos ecossistemas terrestres e aquáticos, da resiliência e da capacidade de adaptação natural e de mudanças na calendarização sazonal são consequências da problemática em estudo. A extinção de espécies, eventos de mortalidade em grande escala e a desflorestação são impulsionados pelo aumento da magnitude de extremos térmicos. Há efeitos irreversíveis associados às alterações climáticas como a extinção de espécies, e outros que se aproximam do limite da irreversibilidade como o recuo dos glaciares e o degelo do oceano Ártico (IPCC, 2022a).

Por sua vez, Kumaran *et al.* (2021) referem que a utilização de recursos renováveis e não renováveis está a aumentar exponencialmente e sublinha que o consumo excessivo dos últimos causa o aquecimento global.

An *et al.* (2020, p.1) referem que aquecimento global é o “aumento gradual da temperatura global da atmosfera terrestre, atribuível ao efeito de estufa resultante do excesso de emissões de dióxido de carbono e de outros poluentes”.

De ressaltar que os conceitos "alterações climáticas" e "aquecimento global" são conceitos distintos e que se tornaram cada vez mais utilizados. Assume-se que existem outros fatores que contribuem para a variação do clima para além do aumento da temperatura, denominando-se isto por aquecimento global. Embora possa ocorrer devido a uma variedade de causas, o aquecimento global refere-se frequentemente ao aquecimento do planeta, devido ao aumento das emissões de GEE provenientes de atividades humanas (Nda *et al.*, 2018).

A temperatura média da superfície do planeta aumentou cerca de 1,1 °C desde o final do século XIX, e foi impulsionada maioritariamente pelo aumento das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera e de outras atividades humanas, sendo a maior evidência das alterações climáticas. O oceano absorveu grande parte deste aumento de calor registando um aquecimento de 0,33 °C desde 1969. Na Figura 6 observam-se as

anomalias da temperatura global em 2022. É importante referir que as temperaturas não aumentam sempre ao mesmo ritmo em todo o lado podendo variar de acordo com a região e que o aquecimento é maior na terra do que nos oceanos, porque a água é mais lenta a absorver e a libertar calor (fenómeno designado por inércia térmica) (NASA, 2023a; NASA, 2023c).

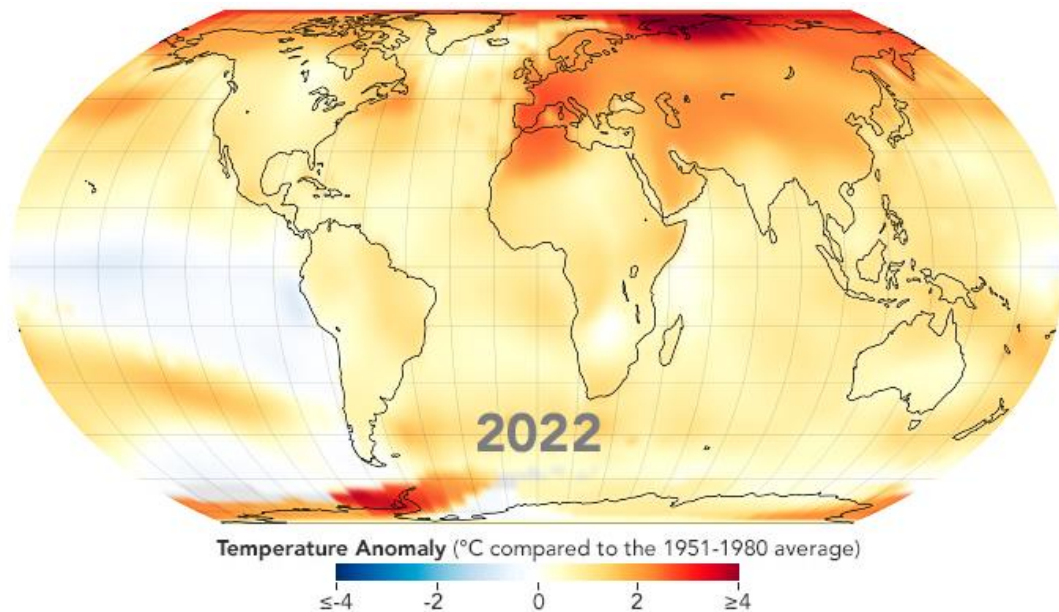


Figura 6. Anomalia da temperatura terrestre (Fonte: NASA (2023c))

Ameur *et al.* (2022) indicam que os debates académicos e políticos sobre o aquecimento global têm vindo a intensificar-se nos últimos anos e apontam que o aquecimento global, é refletido nos seguintes fatores:

- Intensificação da evaporação das águas superficiais e modificação dos padrões de precipitação, aumentando a frequência de catástrofes prejudiciais como as inundações e as secas;
- Degelo dos glaciares e das calotes polares, suscitados pelo aquecimento, que induzem o aumento significativo do nível do mar;
- Existência de uma relação positiva entre a temperatura da superfície dos oceanos e frequência de ciclones tropicais intensos, ou seja, quando a temperatura dos oceanos aumenta, a frequência de ocorrência deste fenómeno aumenta;
- Elevado potencial de provocar danos ecológicos irreversíveis colocando em causa a sustentabilidade económica;
- Redução da produção agrícola ao afetar a variabilidade ambiental na produção agrícola e, conseqüentemente perdas económicas;

- Efeitos adversos na produtividade do trabalho, na oferta de mão-de-obra, produção industrial e no rendimento *per capita*;
- Do ponto de vista sociológico, temperaturas mais altas geram violência, criminalidade e instabilidade política.

O impacto do aquecimento global nos últimos anos tem-se tornado gradualmente mais proeminente. É notório que este agravou a instabilidade do sistema climático e que contribui para a ocorrência frequente de eventos climáticos extremos. A frequência destes fenômenos a nível global, irá aumentar rapidamente e o âmbito da sua influência apresentará uma tendência de expansão aumentando a possibilidade de impactes graves, universais e irreversíveis na vida humana, na agricultura, nos ecossistemas, no desenvolvimento socioeconómico, nos recursos hídricos globais, na segurança alimentar, entre outros. Por sua vez, os eventos climáticos extremos têm causado uma preocupação generalizada pois o mundo chegou a um consenso de que os métodos de produção industrial baseados na energia fóssil resultaram na emissão de uma grande quantidade de GEE (principais responsáveis pelo aquecimento global), o que faz com que os fenômenos meteorológicos extremos ocorram cada vez com mais frequência (Wen *et al.*, 2023; Zou *et al.*, 2022).

Wen *et al.* (2023) concluem que a ocorrência de eventos climáticos extremos afasta o investimento em capital humano, conduz a uma escassez de recursos educativos e à diminuição do nível médio de educação das pessoas. Relatam ainda que as alterações climáticas e o mercado de trabalho estão intimamente ligados, nomeadamente a nível da produtividade do trabalho e da mobilidade laboral. Mais especificamente, argumentam que as alterações climáticas podem afetar a saúde das pessoas reduzindo a sua produtividade do trabalho. Por último, indicam que os fenômenos climáticos extremos reduzem as horas de trabalho e a rotatividade da mão-de-obra, impactando a oferta no mercado de trabalho que é um dos fatores mais importantes no que respeita à produção. A nível económico salientam que o clima extremo pode aumentar o risco de pobreza e desigualdade de rendimento.

A história demonstra que os fenômenos meteorológicos extremos têm trazido consequências avassaladoras em todo o mundo e que o aumento da frequência destes eventos impacta a vida das pessoas e as economias. As inundações, ciclones, secas, ondas de calor, relâmpagos e furacões originam a morte de milhões de pessoas e danos devastadores nas comunidades. Indiretamente, estes acontecimentos afetam as

perspetivas de melhoria de rendimentos, cuidados de saúde, segurança alimentar e o desenvolvimento de países (Patel *et al.*, 2019).

Zou *et al.* (2022) analisaram a literatura relevante sobre os efeitos de fenómenos meteorológicos extremos nas atividades económicas indicando que afetam negativamente o crescimento económico, a inovação tecnológica, os preços ao consumidor, a agricultura, a educação, o mercado de trabalho, o setor da energia, transportes, turismo, os sistemas de saúde e de assistência social, ecossistemas, entre outros. Reflete-se que a ocorrência dos fenómenos meteorológicos extremos resulta, em certa medida, da poluição ambiental e dos danos ecológicos e é proposto que o governo deve supervisionar e orientar as empresas poluidoras a tomarem medidas para levar a cabo fundamentalmente a governação ambiental e melhorar a sua eficácia.

No estudo de Mateos *et al.* (2023) é realçado que os eventos meteorológicos extremos têm graves repercussões nas zonas costeiras pois são regiões vulneráveis, causam um elevado número de vítimas mortais e prejuízos económicos e ambientais. Reforçam que os eventos meteorológicos extremos no litoral conduzem frequentemente à subida do nível do mar, invasão marinha, inundações costeiras e fluviais, erosão costeira, recuo das praias, queda de rochas, entre outros.

A subida acelerada do nível do mar desde o final do século XX, é um indicador crucial das alterações climáticas da Terra e, se não for controlado, pode ter consequências graves para a vida. Estima-se que o nível médio global do mar subiu cerca de vinte e um a vinte e quatro centímetros desde 1880. Até ao final do século, é provável que o nível médio global do mar suba pelo menos trinta centímetros acima dos níveis de 2000, ainda que as emissões de gases com efeito de estufa sigam uma trajetória relativamente baixa nas próximas décadas. Na Figura 7 pode observar-se o nível médio do mar tem vindo a aumentar desde 1880 até aos dias atuais (Minunno *et al.*, 2023).

## GLOBAL SEA LEVEL

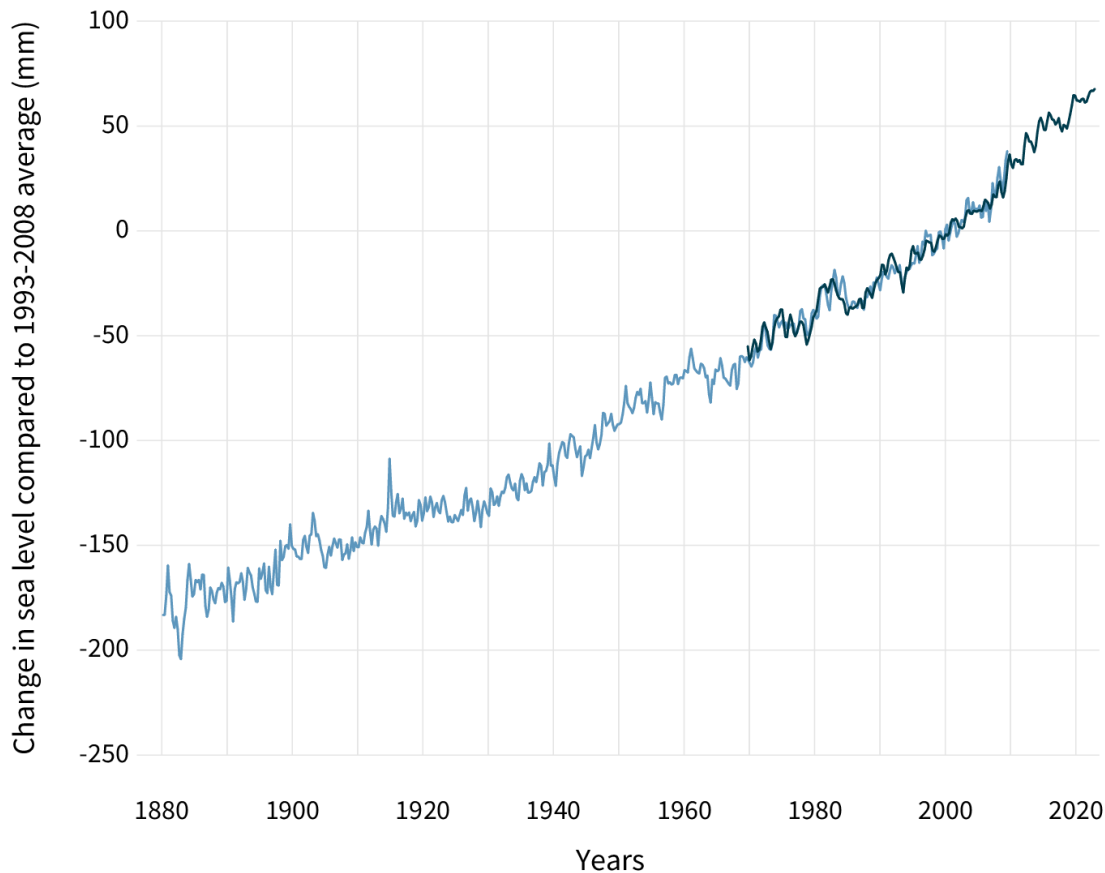


Figura 7. Evolução do nível médio do mar (Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration (2022))

As zonas costeiras (regiões situadas a menos de dez metros acima do nível médio do mar) são ecologicamente ricas, diversas e produtivas, contudo são altamente sensíveis às alterações do nível do mar. Estes locais são o lar de mais de seiscentos milhões de pessoas, entre as quais cerca de trezentos milhões vivem em zonas propensas a inundações. As zonas costeiras são motores fundamentais da economia global e locais de urbanização significativa. Caso as tendências atuais se mantenham, a exposição dos seres humanos e das infraestruturas aos riscos causados pela subida do nível do mar irá aumentar exponencialmente (Durand *et al.*, 2022).

Sadai *et al.* (2023) apontam que os danos provocados pela subida do nível do mar têm frequentemente origem em eventos climáticos extremos resultantes de tempestades, ciclones, propagação de ondas ou outros fatores. A ocorrência destes fenómenos irá provocar a perda de faixa costeira e danos aos Estados Insulares mesmo que as emissões de gases com efeito de estufa diminuam. Em alguns locais, as inundações que historicamente ocorriam uma vez a cada cem anos, deverão tornar-se anuais nas

próximas décadas. O impacto das ondas e o aumento do nível do mar pode duplicar as alturas e as áreas de inundação o que pode tornar alguns ilhéus inabitáveis dentro de décadas. Devido aos fatores descritos, os impactos nos Estados Insulares podem ser substanciais e são agravados por um aquecimento superior a 1,5 °C.

O aumento da acidez dos oceanos tem contribuído para o aumento da temperatura da superfície e é impulsionado em grande parte pelo aumento das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera e outras atividades humanas. A maior parte do aquecimento ocorreu nos últimos quarenta anos. Desde o início da revolução industrial, a acidez dos oceanos aumentou cerca de 30%. As zonas mais frias da Terra são as que estão a sofrer as maiores alterações. Entre 1993 e 2016, a Gronelândia perdeu mais de seis bilhões de toneladas de gelo e a Antártida perdeu mais de três bilhões de toneladas de gelo, valor que irá aumentar ao longo dos próximos anos (Huckelba & Lange, 2020).

Os glaciares são considerados bons indicadores das alterações climáticas devido ao seu rápido tempo de resposta face às mudanças do clima. O cenário global mostra que ocorreu um recuo dos glaciares de montanha, o qual é predominantemente atribuído a causas antropogénicas, e prevê-se que o recuo glacial e a perda de massa glacial deverão continuar ao longo deste século. Estima-se que haja uma perda de volume dos glaciares na ordem dos 64% havendo regiões com perdas de massa superiores a 75%, que incluem zonas como a Europa Central, o Cáucaso, a Ásia e Andes do Sul. Já há registos da perda total de glaciares. É importante compreender que as reservas glaciares a longo prazo são finitas (Jones *et al.*, 2019; Veettil & Kamp, 2019).

Assim, Thompson *et al.* (2021) indicam que o degelo dos glaciares de montanha representa uma ameaça potencial para a vida e para os meios de sobrevivência das comunidades mais próximas destas áreas, muitas das quais com populações em crescimento. Devido à acumulação de água de degelo, os lagos glaciais podem tornar-se uma fonte de inundações destrutivas. Embora o degelo dos glaciares represente atualmente um risco de inundação, eventualmente o volume de escoamento da água irá diminuir e irá haver escassez de água, sobretudo durante a estação seca. Salienta-se que a escassez de água afeta negativamente os ecossistemas locais, a agricultura, a produção de energia, o saneamento, a segurança alimentar, a qualidade da água, meios de sobrevivência, saúde e bem-estar, infraestruturas, transportes, turismo, lazer e a identidade cultural.

Nos últimos anos, o volume de informações sobre o impacto de fatores antropogénicos no aumento da precipitação extrema aumentou consideravelmente prejudicando a vida das pessoas, as infraestruturas e o ambiente (Khlebnikova *et al.*, 2022; Liu *et al.*, 2020).

Entre as variáveis climáticas, é dada grande atenção à precipitação que pode ser afetada pelas alterações climáticas. A investigação das alterações no regime de precipitação é um tema de particular interesse, pois afeta o planeamento e a gestão dos recursos hídricos e a conceção de medidas de mitigação contra os riscos de inundações e deslizamentos de terras. A nível mundial, prevê-se que a precipitação média aumente a uma taxa de 2% a 3% por cada grau de aquecimento (Caporali *et al.*, 2021).

As precipitações extremas que provocam inundações tornaram-se um dos riscos naturais mais dispendiosos e perigosos em todo o mundo. Indica-se que oitocentos milhões de pessoas em todo o mundo vivem atualmente em zonas propensas a inundações, das quais cerca de setenta milhões estão expostas a inundações todos os anos. O nível de precipitação não é homogéneo em todo o mundo. Estudos realizados previamente identificaram que as zonas propensas a inundações estão localizadas principalmente no sul, leste e sudeste da Ásia, no leste da América do Norte, nas regiões costeiras de África, na Europa Ocidental e no norte e sudeste da América do Sul. Alguns deles devem-se à elevada intensidade da precipitação, enquanto outros podem ser causados por precipitação frequente com menor intensidade (Huang *et al.*, 2021).

As secas são fenómenos naturais geralmente definidos como períodos prolongados de défice hídrico e representam ameaças substanciais para as atividades humanas e ecossistemas, causando escassez de recursos hídricos, incêndios florestais, quebra de produção agrícola, fome e conflitos. Os investigadores apontam que a média das perdas económicas anuais das secas históricas foram estimadas em 170 bilhões de dólares. Devido ao aquecimento global, prevê-se que as secas sejam cada vez mais severas e extensas e que os custos económicos aumentem até sete vezes. O conhecimento da forma como as secas respondem ao aquecimento global pode fornecer uma referência para os decisores políticos formularem estratégias de mitigação da seca para reduzir as perdas económicas (Ji *et al.*, 2023).

As ondas de calor estão a aumentar em número, intensidade e duração em muitos países em todo o mundo e estão a causar impactos adversos na saúde. Estudos epidemiológicos efetuados em diferentes regiões demonstraram aumentos significativos na mortalidade relacionada com o calor durante episódios locais de ondas de calor. De facto, o número

de registo destes eventos tem aumentado desde 1950 e aumentará ainda mais no futuro, mesmo que o aquecimento global seja estabilizado em 1,5 °C. As consequências causadas pelas ondas de calor não são apenas derivadas da gravidade dos eventos, mas também porque os eventos tendem a visitar novas regiões, onde a infraestrutura de emergência e a experiência são precárias (Ban *et al.*, 2019).

Diversos estudos relatam os efeitos negativos na saúde e no bem-estar do Homem estão associados às alterações climáticas. Estes, comprovam a relação existente entre algumas doenças (por exemplo, problemas físicos, doenças do sistema respiratório e circulatório, entre outras) e as alterações climáticas, nomeadamente devido ao efeito das ondas de calor, condições climáticas, da alteração dos níveis de partículas em suspensão ou da temperatura ambiente nos humanos. De facto, está comprovado o aumento do risco de mortalidade devido às ondas de calor, sobretudo no que respeita à população idosa (Liu *et al.*, 2023a).

Por último, reforça-se que o clima tem um impacto direto nos ecossistemas mundiais e na distribuição de várias espécies vegetais e animais. O rearranjo da atual distribuição de plantas e animais pode levar a impactos graves e irreversíveis nos sistemas ecológicos e sociais, constituindo uma grave ameaça à biodiversidade. Por exemplo, muitas espécies são forçadas a deslocar as suas áreas de distribuição para encontrar condições climáticas adequadas. Os sistemas económicos e sociais são afetados pelas alterações climáticas devido às alterações no fornecimento de alimentos e de água, nos bens e serviços (Cui *et al.*, 2021).

No contexto do trabalho desenvolvido torna-se crucial estudar a contribuição do setor dos transportes para a emissão de gases com efeito de estufa, temática que será explorada no capítulo seguinte.



# Capítulo 3

## 3. Setor dos Transportes

O terceiro capítulo da presente dissertação versa sobre a contribuição do setor dos transportes para a emissão de gases com efeito de estufa. É também elaborada uma pesquisa bibliográfica para estudar o papel das *third-party logistics* neste setor.

### 3.1. Caracterização do Setor dos Transportes

Sununta *et al.* (2019) indicam que as atividades humanas que mais contribuem para o aumento das emissões de gases com efeito de estufa são o consumo de energia, o desenvolvimento e a expansão do setor industrial, o transporte, entre outros.

Em termos absolutos, o setor dos transportes é responsável por cerca de 15% das emissões totais de GEE e de 23% das emissões globais de CO<sub>2</sub>e relacionadas com a energia. As emissões de GEE deste setor aumentaram de forma abrupta nas últimas duas décadas e, desde 2010, têm sofrido um aumento mais rápido do que as de qualquer outro setor, com um crescimento médio anual de 1,8%. De facto, o setor dos transportes representa o maior consumo de energia em 40% dos países do mundo (IPCC, 2022b).

A Figura 8 mostra que este setor emitiu cerca de 8,9 Gt de CO<sub>2</sub>e em 2019, contra 5,1 Gt de CO<sub>2</sub>e em 1990. A partir de 2019, a maior fonte de emissões dos transportes registada é o transporte rodoviário de passageiros e de mercadorias (6,1 Gt de CO<sub>2</sub>e, o que corresponde a 69% do total do setor). O transporte marítimo internacional é a segunda maior fonte de emissões com 0,8 Gt de CO<sub>2</sub>e (9% do total do setor), e a aviação internacional vem em terceiro lugar com 0,6 Gt de CO<sub>2</sub>e (7% do total do setor). Todas as outras fontes de emissões do setor dos transportes, incluindo o transporte ferroviário, foram relativamente triviais em comparação, totalizando 1,4 Gt CO<sub>2</sub>e em 2019. Os confinamentos económicos induzidos pela COVID-19 implementados desde 2020 tiveram um impacte muito substancial nas emissões dos transportes. As estimativas preliminares sugerem que as emissões globais de CO<sub>2</sub>e dos transportes diminuíram para 7,6 Gt CO<sub>2</sub>e em 2020, uma redução de 11,6 % em relação a 2019. Em comparação, estima-se que as emissões agregadas de CO<sub>2</sub>e em todos os setores terão diminuído 5,1% em resultado da pandemia COVID-19 (IPCC, 2022b).

Note-se ainda que houve um crescimento das emissões de GEE relacionadas com os transportes na maioria das regiões do mundo. Entre 1990 e 2019, o crescimento das

mesmas foi relativamente lento na Europa, Austrália, Japão e Nova Zelândia, Eurásia e América do Norte, enquanto noutras regiões foi rápido devido ao crescimento económico e demográfico. O rápido crescimento das emissões globais dos transportes resulta principalmente do crescimento exponencial dos níveis globais de atividade dos transportes, que aumentaram 73% entre 2000 e 2018. O crescimento da atividade de passageiros e de mercadorias ultrapassou as melhorias na eficiência energética e na economia de combustível neste período (IPCC, 2022b).

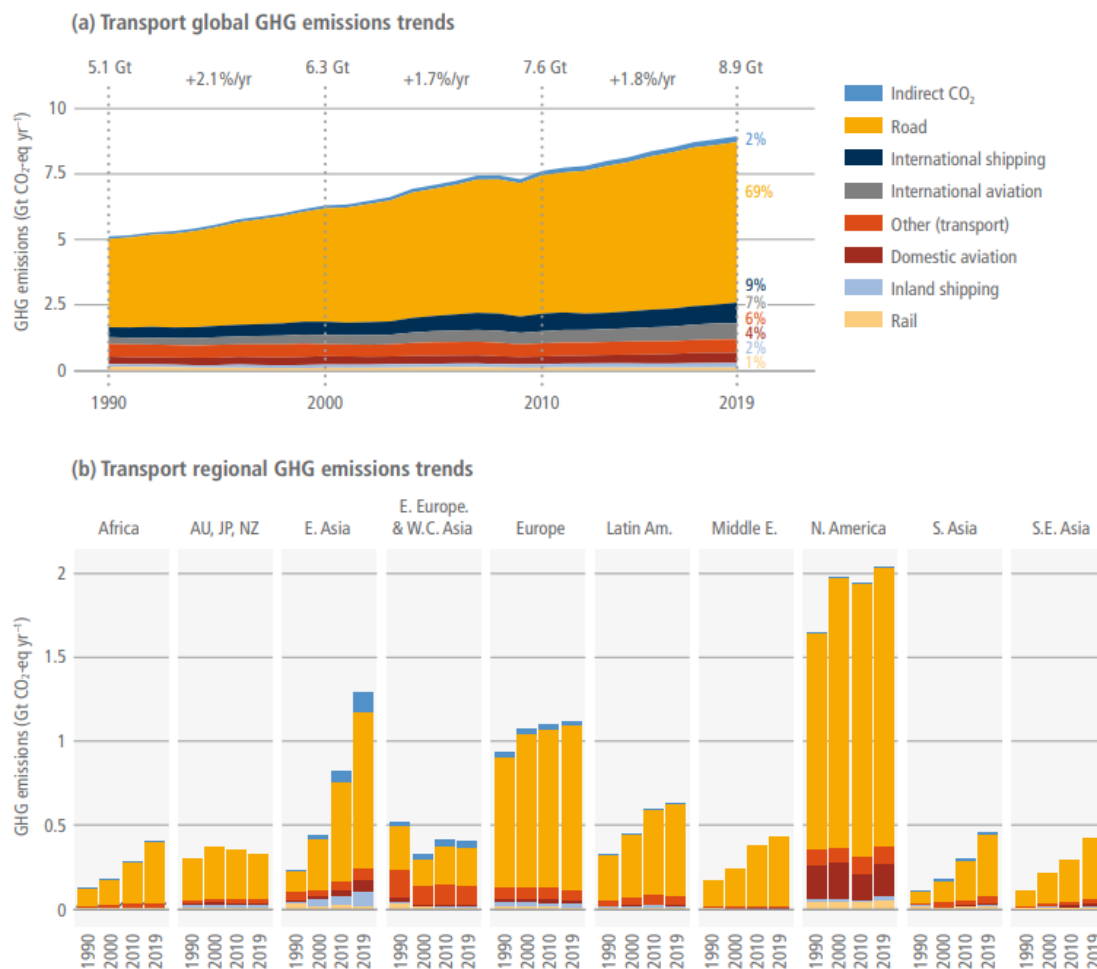


Figura 8. Emissões de GEE no setor dos transportes (Fonte: IPCC (2022b))

Na UE, a indústria de transporte de mercadorias é responsável por 25,8% do total de emissões de GEE, impulsionando significativamente as alterações climáticas. Em termos percentuais, em 2020, 77,4% dos transportes foram realizados via rodoviária. Os resultados indicam que nem o objetivo de uma mudança modal substancial, nem a descarbonização abrangente do setor de transporte avançou significativamente nos últimos anos (Rentschler *et al.*, 2022).

Analisando as emissões deste setor, dos 27 países membros da União Europeia, constata-se que houve uma diminuição de 15% entre 2005 e 2020, principalmente devido à redução da atividade de transporte provocada pela pandemia em 2020. As estimativas preliminares para 2021 sugerem que as emissões dos transportes aumentaram 8 % em relação a 2020, o que equivale a uma diminuição de 7 % desde 2019. O aumento acentuado do registo de novos veículos com bateria elétrica e nível nulo ou baixo de emissões em 2021 contribuiu para a diminuição da emissão de GEE. Destaca-se que este setor não só é responsável por cerca de um quarto do total das emissões de GEE produzidas por atividades humanas, como também é o único setor em que as emissões de GEE aumentaram desde 1990 na UE (Parlamento Europeu, 2023; European Environment Agency, 2022).

Apesar do objetivo definido no Acordo de Paris ser reduzir as emissões de GEE pelo menos 20 % entre 2021 e 2030, as projeções mostram que as emissões provenientes dos transportes (com exceção do transporte por vias marítimas internacionais) continuarão a ser 4,5 % superiores aos níveis de 1990 e em 2050, as emissões provenientes do transporte por vias marítimas internacionais ficarão apenas 9,5 % abaixo do seu nível de 1990. Tendo em vista este cenário, tornou-se notória a necessidade de implementar medidas adicionais e surgiu o Pacto Ecológico Europeu (Parlamento Europeu, 2023).

Com as medidas previstas no Pacto Ecológico Europeu pretende-se alcançar uma redução de 90% das emissões de GEE até 2050 no setor dos transportes. O desenvolvimento de sistemas de transporte sustentáveis é um grande desafio (tanto a nível económico como ambiental) para muitas partes interessadas na logística, na gestão da cadeia de abastecimento e nos transportes. Assim, as medidas propostas no PEE, no que toca ao setor dos transportes são: utilizar menos energia; utilizar energia mais limpa; explorar devidamente as infraestruturas modernas; reduzir o impacto dos transportes no ambiente (Hofbauer & Putz, 2020).

Em Portugal, as indústrias energéticas e os transportes são as duas fontes de emissão mais importantes, representando, respetivamente, cerca de 15 % e 28 % das emissões totais de GEE. A energia é de longe o setor mais poluente, representando aproximadamente 66% das emissões totais de GEE em 2021 e registando uma diminuição de 9% no período 1990-2021. Este setor tem vindo a reduzir a sua importância desde 2017 (redução de 66 % de 2017 a 2021), devido à utilização de energias renováveis na produção de eletricidade e à utilização de gás natural, em vez de carvão, na produção de energia térmica (Agência Portuguesa do Ambiente, 2023).

No que diz respeito às fontes móveis, estas são largamente dominadas pelo tráfego rodoviário e constituem um dos setores cujas emissões de GEE aumentaram mais rapidamente desde 1990, devido ao crescimento constante das frotas de veículos (em especial com motores mais potentes) e das deslocações através de viagens rodoviárias entre 1990 e o início da década de 2000. Estes números, refletem o aumento do número de famílias e o forte investimento nas infraestruturas rodoviárias do país nas décadas de 1990 e nas décadas de 2000 a 2010. Indiretamente, o aumento da atividade de tráfego rodoviário também aumenta as emissões de armazenamento, manuseamento e distribuição de combustíveis fósseis. Nos últimos anos houve uma inversão da tendência de redução das emissões de GEE, registando-se um aumento das emissões dos transportes desde 2013. Os valores reportados podem ser consultados na Figura 9 (Agência Portuguesa do Ambiente, 2023).

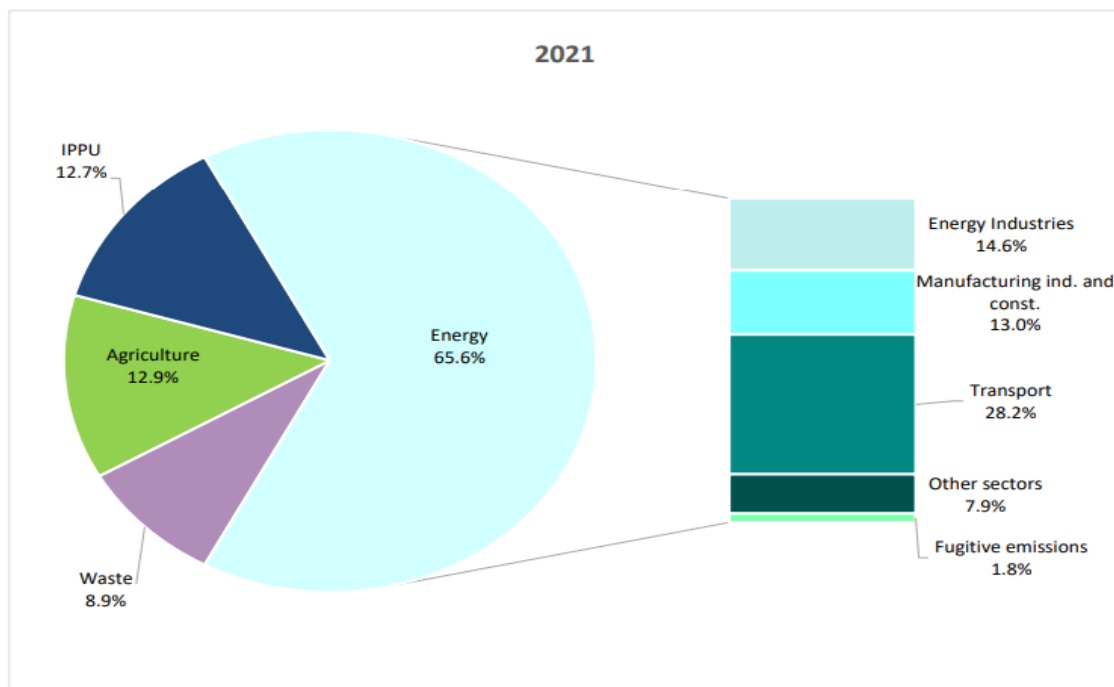


Figura 9. Emissões de GEE por setores em Portugal (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente (2023))

Uma vez compreendido o impacto do setor em estudo, considerou-se necessário relacionar o papel das 3PL no setor dos transportes considerando o âmbito do trabalho. Este tema será discutido no subcapítulo seguinte.

### **3.2. O papel das *third-party logistics* no setor dos transportes**

Nos últimos anos têm-se observado mudanças na procura de serviços de transporte rodoviário. Entre as causas apontadas encontram-se: mudanças nas estruturas de produção industrial, que provocaram uma diminuição da procura de transporte de carga em massa aumentando a procura de serviços prestados rapidamente e a tempo; a localização da produção que causa um aumento da procura de transporte de carga nas relações para além das principais vias de comunicação; a nível de urbanização, manifestado pelo aumento da procura de serviços de transporte para os pontos de venda da cadeia de distribuição, que se caracterizam por um grau significativo de distração; nas estruturas de intercâmbio geográfico de bens e cooperação económica que resultam num aumento da procura de transporte internacional; nas estruturas retalhistas que aumentam a procura de transporte de carga das fábricas de produção para os centros logísticos e de centros logísticos a estabelecimentos comerciais; no desenvolvimento do comércio eletrónico que aumenta a procura de aglomeração e serviços de correio doméstico (Nowakowska-Grunt & Strzelczyk, 2019).

Pode afirmar-se que o novo panorama económico global levou as empresas a terceirizar as suas atividades logísticas a *third-party logistics* em prol da competitividade. As organizações realizam o processo de seleção e avaliação do desempenho dos 3PL com muito cuidado, especialmente quando a sustentabilidade da cadeia de abastecimento é de grande importância. De facto, as funções dos 3PL podem determinar os níveis de desempenho ambiental, económico, social e operacional de toda a cadeia de abastecimento (Pishdar *et al.*, 2021; Gkanatsas & Krikke, 2020).

O conceito de 3PL pode ser definido como a contratação de empresas externas para tratar da totalidade ou de uma parte das tarefas relacionadas com a logística da empresa (os principais processos centrais da empresa estão excluídos do serviço prestado por um 3PL). As empresas com *know-how* logístico na coordenação de recursos económicos têm oportunidades de prestar serviços e aconselhamento às empresas que os subcontratam (Qureshi, 2022).

Os Prestadores de Serviços de Logística (PSL) desempenham um papel crucial na concretização de estratégias de sustentabilidade ambiental pois afetam toda a cadeia de

abastecimento. O transporte de mercadorias<sup>9</sup> e a indústria logística geram toneladas de emissões de GEE todos os anos e para promover o crescimento verde para a sustentabilidade e atingir os objetivos climáticos tem-se apostado na implementação de meios de transporte sustentáveis e inovadores (Centobelli *et al.*, 2020).

Waltho *et al.* (2019) indicam que a logística e as operações da cadeia de abastecimento foram identificadas como um dos principais contribuintes para as emissões de GEE. De facto, 13% de todas as emissões globais de GEE devem-se à indústria logística. Para a maioria das empresas transformadoras, a cadeia de abastecimento representa entre 50 e 70% dos custos e emissões totais de GEE, sendo o transporte um fator de contribuição significativo. Aponta-se ainda que os veículos pesados são responsáveis por cerca de metade das emissões.

Os autores Waltho *et al.* (2019) concluem ainda que a pegada de carbono acumulada à medida que os produtos circulam na cadeia de abastecimento, desempenha um papel tão importante como o custo e o preço, influenciando a quota de mercado e a configuração da cadeia de abastecimento. Por outro lado, à medida que os consumidores se tornam mais conscientes e preocupados com as alterações climáticas, tornam-se mais sensíveis às emissões. Assim, é necessário promover o investimento em tecnologias mais ecológicas sem prejudicar a sustentabilidade financeira, e trabalhar com dados reais de forma a determinar com exatidão as emissões na cadeia de abastecimento.

---

<sup>9</sup> Transporte de mercadorias pode ser definido como a deslocação de mercadorias de um local para outro, normalmente é impulsionado por atividades económicas e é uma fonte crítica de consumo de energia e de emissões de gases com efeito de estufa (Hao *et al.*, 2015).

# Capítulo 4

## 4. Pegada de Carbono

O quarto capítulo da dissertação incide na apresentação de estudos de caso nos quais é calculada a pegada de carbono na frota de entidades afetas ao setor logístico.

### 4.1. Contextualização

As alterações climáticas globais são reconhecidas como o desafio ambiental mais significativo que a humanidade enfrenta atualmente, o que provoca o aumento da pressão social exercida nas organizações. A crescente preocupação com o ambiente e a responsabilidade social ao longo dos últimos anos, levaram as organizações a considerar a sustentabilidade como parte da sua gestão estratégica (Cherrafi *et al.*, 2018).

No entanto, é necessário haver um equilíbrio entre as prioridades económicas, ambientais e sociais nas operações globais das organizações para que estas tenham um posicionamento competitivo. Assim, torna-se fundamental implementar novos métodos e abordagens para melhorar o desempenho sustentável de toda a cadeia de abastecimento e reduzir o impacte ambiental das operações (Giovanni & Cariola, 2021).

A fim de quantificar o impacte ambiental, as empresas recorrem frequentemente a protocolos de pegada de carbono para obter orientação sobre a medição das suas emissões de GEE (Yang *et al.*, 2019). Este método permite transformar cada processo e atividade numa medida comparável que pode ser utilizada para fins de *benchmarking*<sup>10</sup>. Através dos protocolos existentes, é possível medir as emissões diretas e indiretas de gases com efeito de estufa resultantes de todas as atividades realizadas pelas empresas. A determinação das emissões de GEE melhora a compreensão do perfil de emissões das organizações facilitando na tomada de decisões em questões de matéria política climática e na redução da sua pegada de carbono ao longo de toda a cadeia de valor (Waltho *et al.*, 2019; Radonjić & Tompa, 2018).

---

<sup>10</sup> *Benchmarking* é o processo de avaliação de produtos, serviços e processos em comparação com os de organizações conhecidas por serem líderes num ou vários aspetos das suas operações. Através deste processo, obtêm-se informações necessárias para ajudar a compreender como cada organização se compara com organizações semelhantes. Desta forma, podem trabalhar para melhorar os bens, serviços ou processos que oferecem (ASQExcellence, 2019).

Romano *et al.* (2022) indicam que a pegada de carbono é o principal indicador que quantifica o impacto ambiental que as atividades antropogénicas têm sobre o aquecimento global, e, conseqüentemente, sobre as alterações climáticas. Tipicamente a unidade de medida utilizada é toneladas (t) de CO<sub>2</sub>e.

É importante frisar que a pegada consiste apenas na análise de uma única categoria de impacto numa avaliação do ciclo de vida de um produto. Uma avaliação do ciclo de vida, analisa o impacto que um produto, processo ou serviço tem ao longo das suas várias fases de vida, como a extração de matérias-primas, o fabrico, a distribuição, a utilização e eventual eliminação (Plessis *et al.*, 2022).

Para controlar a pegada de carbono da indústria, surgiram várias normas, de âmbito nacional e internacional. Exemplos do primeiro caso são: a *Bilan Carbone* e a *Publicly Available Specification 2050, 2060 e 2080* na França, e a *Carbon Neutrality* da *British Standards Institution Group* no Reino Unido. No âmbito internacional, a norma mais importante é a *Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard*. Esta, permite às empresas medir e gerir as emissões geradas através da sua cadeia de valor e é a norma mais utilizada pelas organizações para calcular a sua pegada de carbono e comunicar o seu desempenho. Através da revisão da literatura foram identificadas outras metodologias para o cálculo da pegada de carbono como: a norma *International Standard Organization (ISO) 14064-1 (Validação e Verificação de Gases de Efeito Estufa)* e a *ISO 14067 (Pegada de carbono)* (McGarry *et al.*, 2022; Birkenberg & Birner, 2018; Fenner *et al.*, 2018).

Outras ferramentas que podem ser utilizadas para calcular a pegada de carbono são o *Global Logistics Emissions Council Framework*, o *EcoTransIT* e a *ISO 14083:2023 (Greenhouse gases – Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain Operations)* (Hörandner, 2023).

Porém, para realizar a avaliação do desempenho ambiental das operações da frota de veículos, é exigida a utilização de ferramentas e metodologias avançadas, incluindo normas que regem o processo de cálculo do consumo de energia e das emissões, o âmbito/limites e a definição de indicadores de sustentabilidade relevantes. Atualmente,

a única norma internacional oficial para o cálculo das emissões das operações de transporte é a Norma Europeia 16258:2012<sup>11</sup> (Gialos *et al.*, 2022).

Esta norma especifica uma metodologia e requisitos a fim de proporcionar cálculos exatos, credíveis e verificáveis relativos ao consumo de energia e às emissões de GEE para os serviços de transporte, independentemente do nível de complexidade. A aplicação desta norma proporciona uma abordagem *Well-to-Wheel* (WTT) aquando da realização dos cálculos, assegurando simultaneamente que a energia e as emissões de GEE são totalmente atribuídas à carga de um veículo (Hlatká & Bartuška, 2018).

A abordagem *Well-to-Wheel* é baseada na monitorização do consumo de energia e produção de emissões de GEE associadas à produção de eletricidade ou combustível aos meios de transporte e ao consumo associado à operação dos meios de transporte. O seu cálculo pode ser realizado através da soma das etapas *Well-to-Tank* e *Tank-to-Wheel* (TTW) (Chocholac *et al.*, 2021):

- *Well-to-Tank*: Consumo de energia e emissões relacionadas com a produção de energia ou combustível - o indicador abrange todas as atividades desde a extração de matérias-primas, passando pela produção de energia ou combustível, até ao fornecimento ao respetivo meio de transporte através da rede de distribuição. O indicador não inclui o modo de transporte.
- *Tank-to-Wheel*: Consumo de energia e produção de emissões relacionadas com a operação do meio de transporte. O indicador não inclui o ciclo de vida seguinte do combustível ou do meio de transporte.

A norma especifica ainda os processos individuais e princípios essenciais para o cálculo correto do consumo de energia e das emissões de gases com efeito de estufa. Os processos operacionais do veículo devem incluir o funcionamento de todos os sistemas do veículo, incluindo a propulsão e serviços adicionais. Isto significa que devem incluir os motores principais, equipamento auxiliar utilizado para manter a temperatura da zona de carga e os sistemas de manuseamento ou de transbordo (Hlatká & Bartuška, 2018).

---

<sup>11</sup> Ressalva-se que a Norma Europeia 16258:2012 não considera a categoria da estrada (urbana, autoestrada, outra), o declive, a velocidade, a aceleração e o tipo de mercadoria que o veículo transporta para o cálculo do consumo de energia e da pegada de carbono (Dehdari *et al.*, 2023).

Sucintamente, a energia consumida e as emissões emitidas por todos os motores (motor principal e motores auxiliares utilizados para controlo da temperatura) é avaliada com base num ciclo de vida completo do combustível por atividade de transporte (Plessis *et al.*, 2023).

Os princípios de cálculo do consumo de energia e das emissões de gases com efeito de estufa dos serviços de transporte devem ter em consideração todos os veículos utilizados na exploração dos serviços de transporte. Além disso, também o consumo total de energia de cada vetor energético e de todos os trajetos, tanto em carga como em vazio (Hlatká & Bartuška, 2018).

Seguir as diretrizes da norma europeia 16258:2012 permite calcular o consumo de energia e das emissões de GEE de uma frota de camiões de um operador de transporte. O processo de implementação da norma está dividido em cinco etapas que serão descritas na Tabela 1 (Gialos *et al.*, 2022).

Tabela 1. Etapas da implementação da norma europeia 16258:2012

<i>Etapas</i>	<i>Processos</i>
Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Identificar todas as etapas do serviço de transporte;</li> <li>→ Identificar os percursos efetuados em cada serviço de transporte.</li> </ul>
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Criar <i>Vehicle Operations System</i> (VOS)<sup>12</sup> para cada percurso.</li> <li>→ Recolher dados operacionais (por exemplo, consumo de combustível, distância, fator de carga, capacidade do veículo, distância em vazio) e características dos veículos (número e tipo de veículos, período de atividade dos veículos);</li> <li>→ Quantificar o consumo total de combustível por VOS.</li> </ul>
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Cálculo do consumo de energia e das emissões de GEE WTW e da fase TTW.</li> </ul> <p>Para efetuar os cálculos relativos ao consumo de energia é necessário multiplicar o consumo total de combustível da operação de transporte considerada por fatores de conversão de energia (em Megajoule (MJ)/ Quilograma (kg) ou MJ/litro(l)). Já as emissões de GEE são calculadas através da multiplicação do consumo total de combustível correspondente pelos fatores de emissão (em kg CO<sub>2</sub>e/kg ou kg CO<sub>2</sub>e/l).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Para cada VOS que participa na operação de transporte, devem ser calculados os seguintes indicadores:</li> </ul>

<sup>12</sup> O VOS é a base de cálculo das emissões de acordo com a norma europeia 16258:2012 e é constituída pelo movimento físico dos veículos desde o ponto de origem ao ponto de destino. Devem ser consideradas todas as viagens em que é transportada carga e viagens em que não é transportada carga (viagens “em vazio”) (Kirschstein *et al.*, 2022).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Consumo de energia da fase WTW (em MJ);</li> <li>✓ Emissões de GEE da fase WTW (em kg CO<sub>2</sub>e);</li> <li>✓ Consumo de energia da fase TTW (em MJ);</li> <li>✓ Emissões de GEE da fase WTW (em kg CO<sub>2</sub>e).</li> </ul>
Etapa 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ O cálculo das emissões de GEE é feito em termos de CO<sub>2</sub>e tem em consideração os seguintes gases: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, SF<sub>6</sub>, HFC's e PFC's.</li> <li>→ Afetar resultados da terceira etapa a cada viagem. A unidade de afetação mais conhecida no transporte rodoviário é a "tonelada-quilômetro" (t.km).</li> <li>→ Com base nesta unidade de afetação, a atividade de transporte deve ser quantificada multiplicando a carga/quantidade de mercadorias (em toneladas) pela distância percorrida (em quilômetros).</li> </ul>
Etapa 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Calcular os valores do consumo total de energia e das emissões de GEE para o serviço de transporte completo através da soma dos valores correspondentes a todos os trajetos do serviço de transporte.</li> <li>→ Declarar os resultados obtidos na fase WTW e na fase TTW.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Gialos *et al.* (2022)

## 4.2. Estudos de Caso

Visando atingir os objetivos propostos na presente dissertação, foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados de publicações científicas. Desta forma, foram identificados quatro estudos de caso nos quais foi aplicada a norma europeia 16258:2012 para calcular a pegada de carbono no setor rodoviário. Cada caso será apresentado de seguida, abordando os seguintes parâmetros: contextualização do trabalho desenvolvido; metodologia utilizada; e resultados obtidos.

### 1º: Cálculo do consumo de combustível e das emissões do transporte rodoviário refrigerado utilizando dados reais

Este caso de estudo analisa 147 viagens de longa distância de um PSL ao nível do serviço de transporte para determinar a utilização de combustível e as emissões em cenários reais. O conjunto de dados escolhido pelo PSL é de uma empresa localizada na África do Sul, que opera a nível nacional em nove províncias. Com base nos dados avaliados, foi desenvolvida uma nova fórmula inovadora que estima o consumo total de combustível (l) de um serviço de transporte<sup>13</sup>, incorporando o tipo de reboque, rota, peso da carga, distância em vazio, distância carregada e utilização e duração da refrigeração. Esta

<sup>13</sup> Neste artigo, um serviço de transporte é definido como um serviço prestado pelo PSL durante o qual a carga é deslocada de um local para outro devido a uma discrepância de tempo e local (Plessis *et al.*, 2023).

fórmula permite estimar o consumo total de combustível (l), emissões de GEE (kg CO<sub>2</sub>e), a pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t) e a intensidade do fator de emissão (gramas (gr) CO<sub>2</sub>e/t.km) (Plessis *et al.*, 2023).

- Metodologia

Os autores utilizaram a norma europeia 16258:2012 como metodologia global para o âmbito do projeto. e avaliaram as emissões operacionais diretas de viagens individuais realizadas através de uma análise WTW, utilizando um fator de emissão de combustível de 3,24 kg CO<sub>2</sub>e/l para o combustível utilizado (*Diesel*) (Plessis *et al.*, 2023).

O projeto centrou-se nos tratores de camião Volvo FH480 e MAN 26.480 BLS e reboques frigoríficos ThermoKing SLXi 400, SLXe 400 ou Advancer A-500 que funcionam de forma independente do trator do camião. De seguida, os autores definiram o âmbito do projeto, realizaram o processo de análise do negócio e recolheram e analisaram os dados necessários para calcular a pegada de carbono. Por último, fizeram o cálculo da pegada de carbono e declararam e interpretaram os resultados. Os cálculos foram efetuados através das equações apresentadas de seguida. Através da Equação 2, é calculado o consumo médio de cada veículo, onde (Plessis *et al.*, 2023):

$$\text{Consumo de combustível} = \frac{\text{Distância}}{\text{Combustível consumido}} \quad (2)$$

- ✓ Consumo de combustível: É a distância média percorrida por litro de combustível consumido de um veículo (km/l);
- ✓ Distância: É a distância total percorrida por um veículo numa viagem (km);
- ✓ Combustível Consumido: Quantidade total de combustível consumido numa viagem (l).

Para calcular o total de emissões por cada viagem é utilizada a Equação 3 (Plessis *et al.*, 2023):

$$\text{Total Emissões} = \text{Combustível} \times \text{Fator de emissão} \quad (3)$$

- ✓ Total Emissões: Representa a quantidade total de emissões de kg CO<sub>2</sub>e emitido em um serviço de transporte;
- ✓ Combustível: É a quantidade total de *Diesel* consumido por cada viagem (l);

- ✓ Fator de emissão: É o fator de emissão para o combustível *Diesel* de acordo com a norma europeia 16258:2012 (3,24 kg CO<sub>2</sub>e/l).

A Equação 4 permite calcular a intensidade do fator de emissão (gr CO<sub>2</sub>e/t.km) das viagens (Plessis *et al.*, 2023):

$$IFE = \frac{Total\ de\ Emiss\ \tilde{o}es \times 1000}{(t.km)_{viagem}} \quad (4)$$

- ✓ IFE: É a intensidade do fator de emissão das viagens analisadas (gr CO<sub>2</sub>e/t.km);
- ✓ Total de Emissões: Representa a emissão total de kg CO<sub>2</sub>e, emitida em uma viagem;
- ✓ (t.km): É o produto da carga transportada (t) e da distância percorrida (km) em uma viagem.

O Fator de Carga é o rácio entre a carga transportada pelo veículo relativamente à capacidade máxima de carga do mesmo. Para cada viagem, este valor pode ser calculado através da Equação 5 (Plessis *et al.*, 2023):

$$Fator\ de\ Carga\ (\%) = \frac{Peso\ Carga\ Transportada}{Capacidade\ M\acute{a}xima\ de\ Carga\ do\ ve\acute{i}culo} \quad (5)$$

- ✓ Fator de Carga (%): É o fator de carga de cada viagem;
- ✓ Peso Carga Transportada: É o peso da carga transportada em cada viagem (t);
- ✓ Capacidade Máxima de Carga do veículo: É o peso máximo de carga que um veículo pode transportar (t).

A percentagem da distância percorrida em vazio de um veículo de transporte é o rácio que indica a proporção entre a distância total percorrida em cada viagem, durante a qual o veículo não transporta nenhuma carga. É possível calcular esta distância através da Equação 6 (Plessis *et al.*, 2023):

$$Dist\ \tilde{a}ncia\ percorrida\ em\ vazio\ (\%) = \frac{Dist\ \tilde{a}ncia\ em\ vazio}{Dist\ \tilde{a}ncia\ Total} \quad (6)$$

- ✓ Distância percorrida em vazio (%): É a percentagem de uma viagem na qual não é transportada nenhuma carga;
- ✓ Distância em vazio: É a distância total percorrida entre a origem e o destino no qual o veículo está vazio (km);

- ✓ Distância Total: É a distância total percorrida pelo veículo (km).

Uma vez obtidos os dados necessários, foi calculado o consumo de combustível de cada viagem utilizando a Equação 7 (Plessis *et al.*, 2023).

$$\text{Consumo total} = A * D_{total} + B * (\text{Carga}_{Transportada} * D_{Carregado}) + C * T_{ref} \quad (7)$$

- ✓ Consumo de combustível total (litros): É a quantidade total de combustível utilizado numa viagem;
- ✓ A: É o coeficiente que representa o consumo de combustível (l/km) de um veículo sem carga;
- ✓  $D_T$ : É a soma da distância total percorrida pelo veículo quando transporta carga e quando não transporta carga (km);
- ✓ B: É o coeficiente que representa o consumo de combustível adicional devido ao peso da carga (l/t.km);
- ✓  $\text{Carga}_{Transportada}$ : É o peso da carga transportada (t);
- ✓  $D_{Carregado}$ : É a distância percorrida pelo veículo quando transporta carga (km);
- ✓ C: É o coeficiente que representa o consumo de combustível de um reboque (litros/hora);
- ✓  $T_{ref}$ : É a duração do tempo de refrigeração numa viagem (hora).

De seguida, recorreu-se à Equação 3 e 4 para estimar a emissão e a intensidade do fator de emissão de cada viagem. Por último, para calcular a pegada de carbono foi utilizada a Equação 8 (Plessis *et al.*, 2023):

$$PC = \frac{\text{Emissão}}{\text{Peso}_{CT}} \quad (8)$$

- ✓ PC: Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t);
- ✓ Emissão: É o valor da emissão de GEE de cada viagem (kg CO<sub>2</sub>e);
- ✓  $\text{Peso}_{CT}$ : É o peso da carga transportada em cada viagem (t).

#### • Resultados e conclusão

Os resultados e a análise do estudo mostram que qualquer forma de comparação ou avaliação no setor de transporte rodoviário de cargas deve, idealmente, ser baseada ao nível de serviço de transporte. A variação da percentagem de quilómetros percorridos “em vazio”, o tipo de estrada, o fator de carga, o tipo de reboque e a rota percorrida tem um impacte significativo no uso de combustível e nas emissões de cada viagem. Ressalva-

se que o combustível consumido pela unidade de refrigeração aumenta consideravelmente o consumo total de combustível (Plessis *et al.*, 2023).

Nas viagens avaliadas, foram consumidos 84.588 l de *Diesel*, resultando em emissões de 274 t de CO<sub>2</sub>e. Os autores concluíram que a refrigeração durante o transporte da frota analisada consome aproximadamente 2,06 l de *Diesel* por hora para produtos congelados, enquanto o consumo associado a produtos com temperaturas de refrigeração superiores a 0°C é cerca de 1,57 litros por hora (Plessis *et al.*, 2023).

## **2º: Cálculo e Avaliação das Emissões de CO<sub>2</sub>e no Transporte Rodoviário de Cargas: Um Estudo de Caso Grego**

O principal objetivo do estudo é avaliar o impacto das emissões de GEE resultantes do transporte rodoviário de mercadorias na Grécia. Em simultâneo, foi também avaliado o desempenho da frota da empresa através da adoção de indicadores de sustentabilidade relevantes. Os investigadores avaliaram a utilização de gás natural como combustível alternativo e o seu impacto nas emissões de GEE e nos custos operacionais. São ainda apresentadas medidas adicionais para uma maior redução e compensação das emissões de GEE (Gialos *et al.*, 2022).

- Metodologia

Gialos *et al.* (2022) utilizaram a norma europeia 16258:2012 para calcular a pegada de carbono da frota de camiões da Papageorgiou Transports & Logistics, uma empresa de transportes grega que presta serviços de transporte de mercadorias de alta qualidade na Grécia Ocidental e no estrangeiro. A frota é composta por 24 camiões que são rígidos ou articulados, com os quais são efetuadas dezenas de rotas diárias para servir as necessidades dos seus clientes (Gialos *et al.*, 2022).

Em primeiro lugar foi identificado o número total de percursos realizados pela frota de camiões da organização em 2021. Nesta fase, foi utilizado o Sistema de Gestão de Transporte (SGT) da empresa, e foram exportados todos os percursos realizados durante 2021. Neste caso, um percurso corresponde à distância percorrida por um camião desde o ponto de entrega A até ao ponto de entrega B, sendo que mais do que um percurso é considerado uma rota. A operação total de transporte de mercadorias da organização diz respeito a rotas efetuadas por transporte rodoviário. Uma rota é composta por percursos em que os camiões podem transportar carga ou podem ir vazios (Gialos *et al.*, 2022).

De seguida, foram identificados os camiões que executam as rotas e recolhidos dados relacionados com as características dos veículos (matrícula; tipo de camião (rígido e articulado); tipo de combustível; peso bruto do camião (kg); carga útil (kg); *Euro Standard*; consumo de combustível (l) e do percurso (distância percorrida (km); carga transportada (t)) (Gialos *et al.*, 2022).

Após a recolha de dados foi calculado o consumo total de energia e as emissões de GEE para a empresa em estudo. Para realizar os cálculos é necessário recorrer a fórmulas. Para realizar os cálculos é necessário aplicar as equações que serão apresentadas de seguida. A Equação 9 e a Equação 10 permitem calcular, respetivamente, o consumo de energia e as emissões de GEE da fase WTW (Gialos *et al.*, 2022):

$$E_{wi} = \sum_{j=1}^n EC_{i,j} \times EF_w, \quad (9)$$

Onde:

- ✓  $E_{wi}$ : Consumo de energia WTW para a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (MJ);
- ✓  $EC_{i,j}$ : Energia consumida no percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (l de *Diesel*);
- ✓  $EF_w$ : Fator de energia na fase WTW (42,7 MJ/l de *Diesel*).

$$G_{wi} = \sum_{j=1}^n EC_{i,j} \times GHGF_w, \quad (10)$$

Onde:

- ✓  $G_{wi}$ : Consumo de energia WTW para a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (MJ);
- ✓  $EC_{i,j}$ : Energia consumida no percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (l de *Diesel*);
- ✓  $GHGF_w$ : Fator de emissão na fase WTW (3,24 kg CO<sub>2</sub>e /l de *Diesel*).

Já o consumo de energia e as emissões de GEE da fase TTW podem ser calculadas através da Equação 11 e 12 (Gialos *et al.*, 2022):

$$E_{ti} = \sum_{j=1}^n EC_{i,j} \times EF_t \quad (11)$$

Onde:

- ✓  $E_{ti}$ : Consumo de energia TTW para a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (MJ);
- ✓  $EC_{i,j}$ : Energia consumida no percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (l de *Diesel*);
- ✓  $EF_t$ : Fator de energia na fase TTW (35,9 MJ/l de *Diesel*).

$$G_{ti} = \sum_{j=1}^n EC_{i,j} \times GHGF_t \quad (12)$$

Onde:

- ✓  $G_{ti}$ : Consumo de energia TTW para a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (MJ);
- ✓  $EC_{i,j}$ : Energia consumida no percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (l de *Diesel*);
- ✓  $GHGF_t$ : Fator de emissão na fase TTW (2,67 MJ/l de *Diesel*).

Por último, para calcular os resultados totais de  $E_w$  (consumo total de energia WTW),  $G_w$  (emissões totais de GEE WTW),  $E_t$  (consumo total de energia da etapa TTW) e  $G_t$  (emissões totais de GEE na fase TTW) para o serviço de transporte completo, foi calculada a soma de todos os valores correspondentes para todas as rotas do serviço de transporte (Gialos *et al.*, 2022).

O cálculo emissões de GEE da fase WTW e da fase TWT para o itinerário  $i$  por tonelada-quilómetro pode ser feita utilizando, respetivamente, a Equação 13 e 14 (Gialos *et al.*, 2022):

$$AG_{wi} = G_{wi} / \sum_{j=1}^n LF_{i,j} \times PL \times D_{i,j} \quad (13)$$

Onde:

- ✓  $AG_{wi}$ : Emissões de gases com efeito de estufa da fase WTW para o itinerário  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (kg CO<sub>2</sub>e/ t.km);
- ✓  $LF_{i,j}$ : Fator de carga para o percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (%);
- ✓  $PL$ : Carga transportada pelo camião que executa a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (t);
- ✓  $D_{i,j}$ : Distância percorrida no percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (km).

$$AG_{ti} = G_{ti} / \sum_{j=1}^n LF_{i,j} \times PL \times D_{i,j} \quad (14)$$

Onde:

- ✓  $AG_{ti}$ : Emissões de gases com efeito de estufa da fase TTW para o itinerário  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (kg CO<sub>2</sub>e/ t.km);
- ✓  $LF_{i,j}$ : Fator de carga para o percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (%);

- ✓ PL: Carga transportada pelo caminhão que executa a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (t);
- ✓  $D_{ij}$ : Distância percorrida no percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (km).

As equações que se seguem permitem alocar os resultados em t.km para a operação de transporte total das empresas. As Equações 15 e 16 atribuem respectivamente as emissões de GEE para a fase WTW e TTW, na operação de transporte total das empresas. Contudo, podem ser utilizadas para a correspondente atribuição do consumo de energia substituindo os valores das emissões de GEE pelos valores do consumo de energia (Gialos *et al.*, 2022).

$$TAG_w = \left( \sum_{i=1}^k AG_{wi} \times DR_i \right) / TD \quad (15)$$

Onde:

- ✓  $TAG_w$ : Emissões de gases com efeito de estufa da fase WTW atribuídas à operação de transporte total (kg CO<sub>2</sub>e/ t.km);
- ✓  $AG_{wj}$ : Fator de carga para o percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (%);
- ✓  $DR_i$ : Carga transportada pelo caminhão que executa a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (t);
- ✓ TD: Distância total de toda a operação de transporte (km);

$$TAG_t = \left( \sum_{i=1}^k AG_{ti} \times DR_i \right) / TD \quad (16)$$

Onde:

- ✓  $TAG_t$ : Emissões de gases com efeito de estufa da fase TTW atribuídas à operação de transporte total (kg CO<sub>2</sub>e/ t.km);
- ✓  $AG_{wj}$ : Fator de carga para o percurso  $j$  da rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  e  $j = 1, 2, 3, \dots, k$  (%);
- ✓  $DR_i$ : Carga transportada pelo caminhão que executa a rota  $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  (t);
- ✓ TD: Distância total de toda a operação de transporte (km);

#### • Resultados e conclusão

Através dos resultados obtidos, os autores concluem que as emissões de CO<sub>2</sub>e são afetadas pela tecnologia do motor e fator de carga de um caminhão, pelo comportamento do condutor e pelo tipo de estrada. Também se pode concluir que os combustíveis alternativos, como o gás natural, mesmo que utilizados em combinação com combustíveis fósseis, podem contribuir para a redução das emissões de GEE e, subsequentemente, para os custos operacionais de um caminhão (Gialos *et al.*, 2022).

Verificou-se que durante a operação de transporte, são emitidas 2.512,80 t de CO<sub>2</sub>e na fase WTW, enquanto na fase TTW são emitidas 2.073,20 t CO<sub>2</sub>e. Considerando as emissões de GEE mensalmente, observa-se que os meses de agosto e julho têm maior impacto ambiental quando comparados com os restantes meses do ano, devido ao maior consumo de combustível observado nestes dois meses de verão. As duas razões apontadas são o aumento significativo dos quilómetros percorridos pela frota de camiões da empresa e a elevada utilização dos sistemas de ar condicionado (Gialos *et al.*, 2022).

Em julho e agosto, foram percorridos 453.211,00 km (22,1% do total de quilómetros) e consumidos 174.796,62 l de *Diesel* (22,7% do consumo total de *Diesel*). Em fevereiro e março foi registado menor impacto ambiental pois nestes dois meses de trabalho foi registado o menor número de quilómetros (12,6% do total de quilómetros) e de consumo de combustível (12,7% do consumo total de *Diesel*) em relação aos restantes meses (Gialos *et al.*, 2022).

Para perceber quais são os camiões mais eficientes da frota, foi analisado o impacto de cada camião da empresa em termos de emissões de GEE WTW por t.km. Observou-se que o camião com menores emissões é o camião com o código "TR-01", enquanto o camião com o código "TR-18" é o menos ecológico. Os autores referem ainda que embora as emissões totais de CO<sub>2</sub>e do "TR-01" (127,60 t CO<sub>2</sub>e) sejam muito próximas das do "TR-18" (130,20 t CO<sub>2</sub>e), pode observar-se que existe uma diferença significativa em termos de emissões de GEE WTW por t.km. Essa diferença é comprovada quando nos concentramos no t.km de cada camião (Gialos *et al.*, 2022).

Ao considerar a categoria de camiões rígidos verifica-se que o fator de carga médio para esta categoria é de 60% e a emissão média de GEE WTW é de 373,60 gr CO<sub>2</sub>e/ t.km. Esta categoria de camiões tem um fator de carga inferior quando comparado com o fator de carga correspondente dos camiões articulados, uma vez que os camiões rígidos executam normalmente a fase da última milha do transporte, pelo que é bastante difícil para o planeador de distribuição conseguir fatores de carga muito elevados por camião nesta fase. Por outro lado, os camiões articulados servem normalmente rotas de longa distância, pelo que atingem um fator de carga mais elevado do que os camiões rígidos. Com foco nos resultados (para os camiões rígidos), verificou-se que o camião rígido mais sustentável é o camião com o código "TR-19", enquanto o camião com o código "TR-18" apresenta o pior desempenho em termos de sustentabilidade (Gialos *et al.*, 2022).

Tendo em conta os resultados obtidos, a PSL decidiu implementar ações que permitissem reduzir a pegada de carbono gerada pela sua frota de camiões. Uma das ações do plano de sustentabilidade empresarial implementada, foi reequipar um camião da sua frota de modo a utilizar um sistema bicomustível concebido para converter os motores a *Diesel* dos veículos de transporte comercial em motores capazes de funcionar com uma mistura de *Diesel* e gás natural comprimido (Gialos *et al.*, 2022).

A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que a implementação desta medida valeu a pena, tanto em termos de redução do custo do combustível, como em termos de emissões da pegada de carbono e que o retorno do investimento relativo ao custo da implementação foi efetuado em apenas 8 meses. Os benefícios económicos e ambientais acima mencionados aplicam-se apenas a camiões que executam rotas de transporte de longa distância com uma velocidade constante. Nos casos de transporte logístico urbano, em que os camiões circulam em zonas urbanas com estradas congestionadas e a baixa velocidade, os benefícios são bastante limitados para os veículos adaptados. Os resultados dos testes-piloto revelaram que nos camiões adaptados, a velocidade constante, a substituição de *Diesel* por gás natural comprimido pode atingir até 80-90% (dependendo das condições de funcionamento do motor), enquanto num ambiente logístico urbano, a percentagem correspondente não pode ultrapassar os 15-20% (Gialos *et al.*, 2022).

Concluindo, para manter a dinâmica e acelerar a descarbonização do transporte rodoviário de mercadorias, os países devem continuar a aplicar medidas e políticas que podem diminuir o impacto das emissões de GEE. Algumas dessas medidas são: a renovação da frota; apoio governamental para a produção de camiões com baixas emissões ou zero emissões; atribuição de fundos monetários a projetos-piloto para a produção e compra de veículos pesados elétricos; apoio monetário para a compra de veículos ecológicos (Gialos *et al.*, 2022).

### **3º: Aplicação da metodologia relacionada com a norma de emissões numa linha ferroviária específica em comparação com o transporte rodoviário paralelo: um estudo de caso**

O principal objetivo do estudo de caso é determinar o consumo de energia e as emissões de GEE para dois modos de transporte (transporte ferroviário de passageiros e transporte rodoviário de passageiros) na rota Jihlava-Brno. Após a obtenção dos resultados, os dois modos de transporte foram comparados para saber qual é alternativa mais ecológica (Rybicka *et al.*, 2018).

- Metodologia

Os cálculos individuais das emissões de GEE baseiam-se na metodologia estabelecida pela norma europeia 16258: 2012. Para realizar os cálculos do consumo de energia e as emissões de GEE nas fases WTW e TTW foram utilizadas as Equações 9, 10, 11 e 12 (Rybicka *et al.*, 2018).

Em primeiro lugar foi determinado o comprimento do percurso ferroviário Jihlava-Brno, a capacidade da carruagem de um comboio e o tipo de combustível utilizado no comboio. Estes valores são, respetivamente, 104 km, 98 passageiros e *Diesel*. Registou-se que o consumo de combustível para desenvolver potência suficiente e percorrer a distância necessária é 59,43 l/100 km. Devido ao facto de serem utilizadas carruagens de diferentes tipos, o cálculo dos valores médios do consumo de combustível e da capacidade de cada carruagem foram calculados individualmente. O consumo das carruagens foi determinado com base nos parâmetros e especificações técnicas declarados pelo fabricante (Rybicka *et al.*, 2018).

Para realizar o mesmo percurso, através de autocarros de transporte de passageiros, a distância é de 92 km. O veículo quando ocupado na totalidade pode transportar 50 passageiros e tem um consumo médio de combustível é de 32 l/100 km. O autocarro também utiliza *Diesel* como combustível (Rybicka *et al.*, 2018).

Foram testados cenários para cada modo de transporte (Rybicka *et al.*, 2018):

- **Cenário 1:** Os veículos têm uma taxa de ocupação de 50% em metade percurso;
- **Cenário 2:** Os veículos não transportam passageiros.

- Resultados e conclusão

Os resultados indicam que o transporte ferroviário consome mais energia para realizar o serviço de transporte, pois, apesar do atrito gerado pelo movimento ao longo dos carris ser menor do que o do movimento do pneu na estrada, o peso do veículo ferroviário é mais do que o dobro que o do veículo rodoviário (Rybicka *et al.*, 2018).

Conclui-se também que o número de passageiros tem um impacte significativo no consumo de energia e nas emissões de GEE. Os valores do segundo cenário (Tabela 2) são muito superiores aos devido ao facto de não ter havido passageiros a bordo do veículo, durante metade do percurso de transporte (Rybicka *et al.*, 2018).

Tabela 2. Consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa nos cenários testados

	Cenário 1	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 2
	(Modo de transporte: Ferroviário)	(Modo de transporte: Rodoviário)	(Modo de transporte: Ferroviário)	(Modo de transporte: Rodoviário)
Consumo de energia WTW (MJ)	80,76	75,42	2.666,09	1.282,22
Emissões de GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	6,13	5,72	202,30	97,20
Consumo de energia TTW (MJ)	73,57	68,71	2.428,82	1.168,12
Emissões de GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	5,05	4,71	166,71	80,17

Fonte: Adaptado de Rybicka *et al.* (2018)

#### **4º: Eco-labeling dos serviços de transporte de mercadorias: Conceção, avaliação e direções de investigação**

O artigo propõe a criação de um *ecolabel* comparativo e categórico para o setor do transporte de mercadorias tendo como objetivo promover transparência ecológica em processos de transporte. Uma componente importante de qualquer sistema de *eco-labeling* é estabelecer um procedimento *standard* para determinar o impacte ecológico dos produtos ou serviços. Neste caso, o procedimento foi baseado no cálculo de emissões de GEE do transporte de mercadorias em 27 países europeus (Kirschstein *et al.*, 2022).

- Metodologia

Em primeiro lugar, foram calculadas as emissões de GEE do transporte de mercadorias de 27 países europeus utilizando a norma BS EN 16258:2012. Os dados utilizados são relativos a 4.374 serviços de transporte de contentores, cada um com uma carga de 6, 11 ou 22 toneladas, e em cada viagem são transportados 500 contentores. O modo de transporte das mercadorias é rodoviário e rodoferroviário. Para calcular as emissões de GEE recorreu-se à Equação 10 (Kirschstein *et al.*, 2022).

De seguida, foram criadas 5 categorias (A, B, C, D e E) para avaliar o transporte de cada contentor de acordo as taxas de emissão de CO<sub>2</sub>e. Para classificar o desempenho ecológico dos serviços de transporte foram utilizados dois indicadores. Para mercadorias pesadas o indicador utilizado foi a medição do desempenho ecológico do transporte em gr de CO<sub>2</sub>e/t.km e para mercadorias volumosas o indicador teve por base o volume por quilómetro (m.km) ou em paletes por quilómetro (p.km) transportadas. Foi ainda criada

uma *ecolabel* para avaliar as emissões em termos de taxa de ocupação e quilômetros percorridos (c.km) (Kirschstein *et al.*, 2022).

Uma vez definidos os limites para cada categoria, foram criados *ecolabels* para mercadorias pesadas e volumosas. Posteriormente, realizou-se uma avaliação ao sistema de rótulos proposto (Kirschstein *et al.*, 2022).

A avaliação do sistema de *eco-labeling* considera dois tipos de Ordem de Transporte (OT):

- **OT1:** transporte de mercadoria pesada com um peso total de 20 toneladas, colocada em 7 paletes;
- **OT2:** transporte de mercadoria volumosa de 5 toneladas, colocada em 27 paletes.

Por cada OT são considerados quatro tipos de serviços de transporte: (a) transporte de mercadoria por via rodoviária com carga completa; (b) transporte de mercadoria por via rodoviária com carga incompleta; (c) transporte de mercadorias por via rodoviária e ferroviária com paragens intermédias para armazenamento de bens; e (d) transporte de mercadorias por via rodoviária e ferroviária sem paragens intermédias para armazenamento de bens (Kirschstein *et al.*, 2022).

- Resultados e conclusão

As taxas de emissão de CO<sub>2</sub>e observadas para os transportes de contentores variam entre 70 e 1.200 gr CO<sub>2</sub>e/km e a distribuição geral mostra três regiões de pico com 200, 550 e 800 gr CO<sub>2</sub>e/km, respetivamente. Assim, são consideradas cinco categorias de taxas de emissão para os transportes de contentores. Cerca de 3% dos transportes enquadram-se na categoria A, com taxas de emissão de, no máximo, 130 gr CO<sub>2</sub>e/ km. Os outros limites são de 260, 480 e 650 gr CO<sub>2</sub>e/km para as categorias B a E, o que corresponde a cerca de 22%, 23%, 28% e 23% dos transportes, respetivamente. Pode observar-se as *ecolabels* criadas na Figura 10 (Kirschstein *et al.*, 2022).

Na Tabela 3 são declarados os resultados obtidos por cada OT e por tipo de serviço (kg CO<sub>2</sub>e). No total o valor das emissões geradas é 864 kg CO<sub>2</sub>e (Kirschstein *et al.*, 2022).

Tabela 3. Declaração das emissões (kg CO<sub>2</sub>e)

OT	Tipo de serviço			
	a	b	c	d
1	225	202	96	68
2	172	51	24	26
<b>Total (kg CO<sub>2</sub>e)</b>	397	253	120	94

Fonte: Adaptado de Kirschstein *et al.* (2022)

Pode observar-se as *ecolabels* criadas para cada indicador na Figura 10.

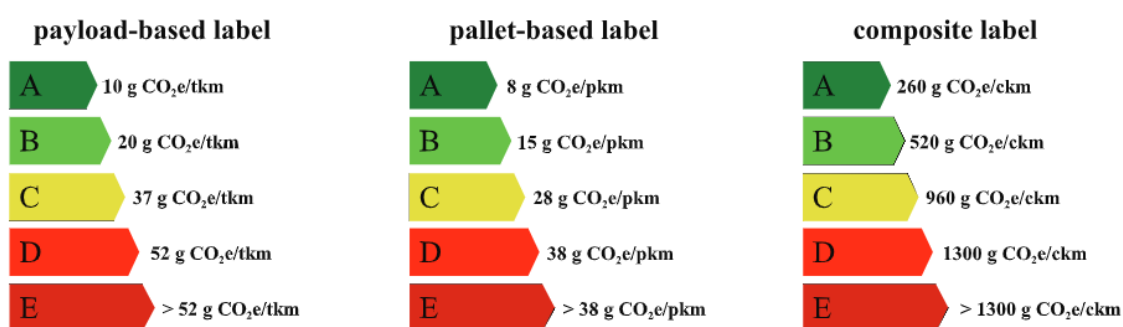


Figura 10. Ecolabel (Fonte: Kirschstein *et al.* (2022))

De acordo com Kirschstein *et al.* (2022), através da avaliação do sistema de rótulos proposto concluiu-se que:

- Aplicabilidade: os rótulos criados permitem considerar diversas classes de veículos;
- Eficiência: aborda a emissão de GEE de forma quantitativa;
- Coerência: o sistema de rotulagem sinaliza adequadamente o impacto ecológico de diferentes serviços de transporte;
- Simplicidade: embora a sua aplicação seja tecnicamente controlável e fiável, o resultado não é simples de interpretar no que se refere à capacidade da taxa de ocupação.

Na Tabela 4 pode observar-se o quadro resumo dos quatro estudos de caso.

Tabela 4. Quadro resumo dos estudos de caso

<b>Autores</b>	<b>Metodologia para cálculo da pegada de carbono</b>	<b>Modo de transporte</b>	<b>Pegada de carbono</b>
Plessis <i>et al.</i> (2023)	Norma Europeia 16258:2012	Rodoviário	274 t de CO <sub>2</sub> e
Gialos <i>et al.</i> (2022)	Norma Europeia 16258:2012	Rodoviário	2,512,80 t de CO <sub>2</sub> e
Rybicka <i>et al.</i> (2018)	Norma Europeia 16258:2012	Rodoviário e ferroviário	5,72 kg CO <sub>2</sub> e/ 97, 20 kg CO <sub>2</sub> e <sup>14</sup>
Kirschstein <i>et al.</i> (2022)	Norma Europeia 16258:2012	Rodoviário e ferroviário	864 kg CO <sub>2</sub> e

Fonte: Plessis *et al.* (2023); Gialos *et al.* (2022); Rybicka *et al.* (2018); Kirschstein *et al.* (2022)

<sup>14</sup> Foram apresentados os valores do cenário com menores emissões.



## Capítulo 5

### 5. Caraterização da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.

O presente capítulo da dissertação dedica-se à caraterização da empresa que será tomada como estudo de caso. A recolha da informação para este capítulo foi elaborada recorrendo aos manuais e *website* da organização, a publicações científicas e a *websites* de outras entidades. Nos subcapítulos seguintes é descrito o contexto da organização, a caraterização do setor de transportes e armazenagem e a caraterização do processo produtivo.

#### 5.1. Contexto da organização

O Grupo Olano, fundado por Nicolas Olano, ganhou vida em 1975, quando o mesmo recebeu o seu certificado de competência profissional e comprou o seu primeiro camião. Durante os primeiros 5 anos, Nicolas dedicou-se à criação de rotas de distribuição de produtos do mar (do porto de *Saint-Jean-de-Luz* para *Rungis*, *Boulogne* e *Sète*) que foram essenciais para ganhar experiência nesta área de negócio. Em 1980, a empresa mudou-se para a zona industrial de *Jalday* em *Saint-Jean-de-Luz*, onde é a atual sede do Grupo. Neste período houve grandes alterações que foram fulcrais para a evolução do negócio na área onde atua (logística do frio) e que conduziram ao reconhecimento do seu *know-how* (Groupe Olano, 2023a).

Durante a década de 80, houve um grande crescimento do negócio. Um dos pilares que permitiu dar resposta às necessidades dos clientes foi a forte comunicação interna e externa. A cultura da atual multinacional, foi sendo enriquecida através do contacto com os principais grupos desta atividade profissional (Groupe Olano, 2023a).

A 1 de janeiro de 1993 ocorreu a abertura do Grande Mercado Europeu que garante a livre circulação de bens, serviços, pessoas e capitais na União Europeia (UE) levando a uma integração dos mercados, sem precedentes entre as economias dos Estados-Membros. O mercado único foi essencial para a aceleração do desenvolvimento económico dos Estados-Membros que aderiram à UE, eliminando barreiras à entrada e estimulando o crescimento (Centro de Informação Europeia Jacques Delors, 2023). Foi neste período que ocorreu o início da fase de desenvolvimento logístico internacional do Grupo através da adoção de uma estratégia de globalização. Assim, o Grupo Olano

passou a estar presente em áreas de produção na Europa do Sul, Marrocos, América do Sul e noutros países, o que revela o posicionamento a montante e a jusante de intercâmbios internacionais em rápido desenvolvimento (Groupe Olano, 2023a).

Em 2015, o Grupo passou a ter uma organização mais coesa com governação sob dois pólos: Economia e Gestão e Produção e Desenvolvimento garantindo a melhoria da satisfação dos seus clientes. Deste modo, a instituição passou a transmitir uma imagem firme, estruturada e moderna (Groupe Olano, 2023a) .

Entre 2017 e 2019, surgiu a necessidade de estruturar e preparar o Grupo para um forte desenvolvimento económico na Europa avaliado em 400 milhões de euros. Já em novembro de 2020, foi feito um elevado investimento na renovação da frota do grupo. O logótipo e a comunicação também evoluíram e foram atualizados de modo a estarem mais próximos dos seus clientes. Em 2021, com o objetivo de reduzir o impacte ambiental, o Grupo comprou os seus primeiros dez tratores a gás natural liquefeito. Esta mudança constitui uma marca importante para o Grupo, que, assim, garante a continuação da prestação de serviços recorrendo a alternativas mais sustentáveis (Groupe Olano, 2023a).

Em 2022, em antecipação do cumprimento dos objetivos definidos para 2025, o Grupo Olano preocupa-se com a sua estrutura, dado encontrar-se numa fase de expansão e governação empenhada (Groupe Olano, 2023a).

Os números mais recentes indicam que a multinacional conta com um lucro de 600 milhões de euros, uma frota de 1.500 veículos, 3.500 colaboradores, 57 empresas espalhadas pela Europa e possui um total de 1.550.000 metros cúbicos de armazéns de frio. Devido à elevada procura pelo serviço de transporte, o Grupo mantém uma subcontratação fixa de 1.000 veículos a fim de dar resposta às necessidades dos seus clientes (Groupe Olano, 2023b).

A Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., entidade sobre a qual versa o presente trabalho, é uma das 57 empresas que fazem parte do Grupo Olano, e é especialista no transporte, armazenagem e logística de frio em temperatura controlada de produtos de quatro setores (produtos do mar, produtos congelados, produtos refrigerados e produtos à base de carne) (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023a).

Em julho de 2002, o Grupo adquiriu instalações em Portugal, com sede no distrito de Leiria; contudo, permaneceu sem atividade, até finais de 2003. Em janeiro de 2004, a empresa sofreu uma alteração da sua designação social, capital social e forma jurídica, passando a ser uma sociedade anónima (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023a).

A 5 de novembro de 2008, nasceu a Olano Logística do Frio que iniciou o seu funcionamento em outubro de 2009 tornando-se a primeira empresa a instalar-se na Plataforma Logística de Iniciativa Empresarial (PLIE) da Guarda, que integra a Rede Nacional de Plataformas Logísticas. A mudança geográfica das instalações foi instigada por motivos estratégicos uma vez que a plataforma transfronteiriça se situa junto ao nó de convergência entre as autoestradas que constituem a principal via rodoviária nacional de ligação com a Europa e com o resto do país (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023a).

Numa entrevista dada ao Jornal o Interior, João Logrado, Diretor Geral da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., destaca que fixar a empresa na Guarda foi um fator determinante para trabalhar com o resto da Europa, sublinhando que permite uma maior proximidade aos seus clientes. Por conseguinte, a localização da sede é uma vantagem económica e concorrencial da organização (Jornal o Interior, 2019). Na Figura 11 pode observar-se os países onde a empresa presta serviços (Portugal, Espanha, Itália, França, entre outros).

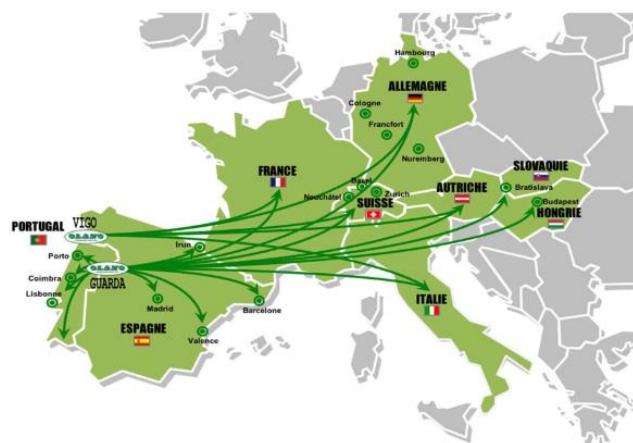


Figura 11. Países onde a Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. presta serviços (Fonte: Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023a))

Em 2019, a empresa sofreu novamente uma alteração à sua denominação passando a designar-se Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.. Em dezembro do mesmo ano,

a Olano Portugal Transporte, SA foi incorporada através de um processo de fusão na Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.. Posteriormente, a 1 de Agosto de 2020, a organização adquiriu a concessão de um lote de 4.600 metros quadrados, com capacidade para cerca de 10.000 paletes, localizado na Plataforma Logística do Porto de Leixões (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023a).

Atualmente, a Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. possui duas instalações onde decorrem operações logísticas e administrativas na Guarda e no Porto de Leixões, e três escritórios de representação em Lisboa, Vigo e Roma como se pode observar na Figura 12.

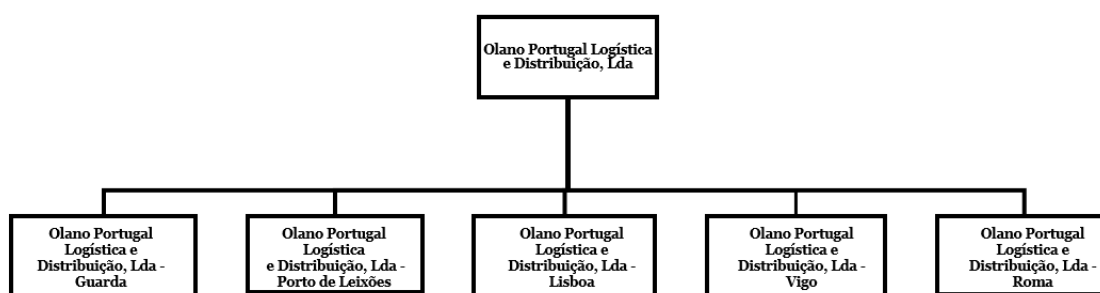


Figura 12. Instalações da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (Fonte: Adaptado de Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023a))

Em 2022, a organização registou um volume de negócio na ordem dos 30 milhões de euros. Atualmente, a empresa conta com 250 colaboradores, que trabalham por turnos, e a faixa etária predominante situa-se entre os 40 e os 50 anos. A nível de antiguidade, há 12 funcionários que trabalham desde o início da atividade da empresa e situam-se na faixa etária entre os 55 e os 60 anos. A organização é classificada como uma grande empresa devido ao seu volume de faturação (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023a). Na Figura 13, podemos observar o organograma da empresa.

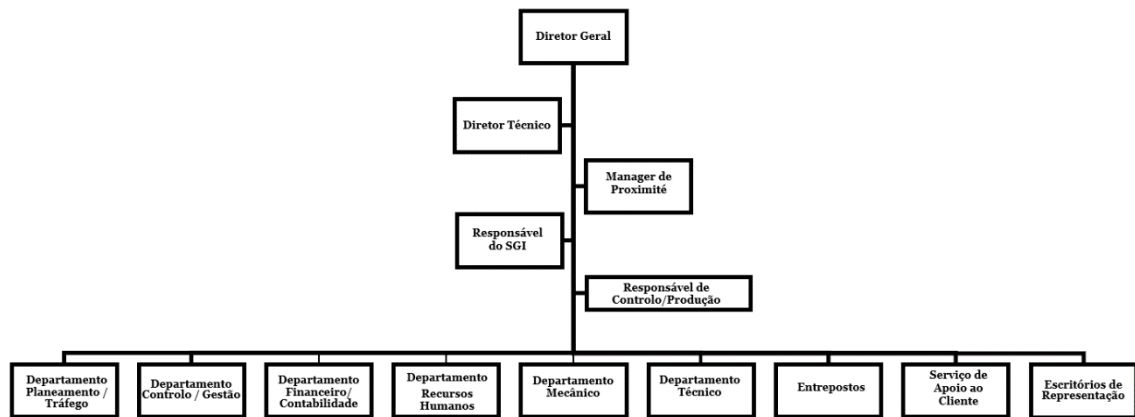


Figura 13. Organograma (Fonte: Adaptado de Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023a))

Tarczyński *et al.* (2020) afirmam que o valor de uma empresa é uma das questões mais importantes para os seus públicos de interesse (acionistas, colaboradores, clientes e fornecedores). Indicam ainda que o valor de uma organização tem também particular relevância no caso de investimento utilizando métodos de análise fundamental. Por esta razão, as empresas estão interessadas em construir valor a fim de documentar e reforçar a sua posição no mercado.

A base da cultura corporativa da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. é formada pela identidade e pelos valores defendidos pelo Grupo. Estes são (Groupe Olano, 2023a):

- Simplicidade (honestidade, clareza, transparência, eficácia);
- Empreendedorismo (sustentabilidade, iniciativa, ambição);
- Respeito (tolerância, humildade, confiança);
- Motivação (estado da mente, implicação, prazer, orgulho);
- Disponibilidade (engajamento, solidariedade, saber ouvir);
- Convicção (reconhecimento, tenacidade, persuasão);
- Meticulosidade (profissionalismo, confidencialidade, requerimento).

No que diz respeito ao setor de atividade económica, a Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., tem a si associados quatro Códigos de Atividade Económica (CAE) sendo o principal o CAE 49410, e os CAE secundários o 52101, o 52291 e o 45200. Excetuando este último, que faz parte do setor de Comércio por grosso e a retalho: reparação de veículos automóveis e motociclos), os restantes CAE fazem parte do setor de Transportes e Armazenagem (Instituto Nacional de Estatística, 2007). Na Tabela 5 pode verificar-se a atividade económica e a descrição de cada CAE.

Tabela 5. CAE da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.

CAE	Atividade Económica	Descrição
49410	Transportes rodoviários de mercadorias	“Compreende o transporte rodoviário de mercadorias, local ou a longa distância, com características de serviço regular ou ocasional, por meio de camiões ou veículos similares (reboques, reboques, camiões-cisterna, veículos sob temperatura dirigida, etc.). Inclui transporte de resíduos, transporte de máquinas e equipamentos e de lamas (não associado à recolha e tratamento), transporte de mercadorias em veículos de tração humana ou animal e o aluguer de camiões com condutor.”
52101	Armazenagem Frigorífica	“Compreende a atividade de armazenagem de mercadorias por conta de terceiros, sujeitas a conservação pelo frio.”.
52291	Organização de Transporte	“Compreende as atividades de organização do transporte por terra, mar ou ar, interno ou internacional por conta do expedidor ou pelo destinatário, envolvendo, nomeadamente, atividades no âmbito da planificação, controlo, coordenação e direção das operações necessárias à execução das formalidades e trâmites exigidos na expedição, receção e circulação de mercadorias. Inclui as agências de navegação e outros agentes de transporte e grupagem de cargas, assim como a embalagem e desembalagem com o objetivo de proteger os bens em trânsito”.
45200	Manutenção e reparação de veículos automóveis	“Compreende a manutenção e a reparação (mecânica, elétrica e eletrónica, etc.) de veículos automóveis (ligeiros e pesados) e de suas partes e peças. Inclui as atividades de lavagem, polimento, pintura, tratamento antiferrugem, reparação, substituição ou instalação (de pneus, para-brisas, vidros, rádios, jantes, etc.)”.

Fonte: Instituto Nacional de Estatística(2007, p. 202; Instituto Nacional de Estatística (2007, p. 205); Instituto Nacional de Estatística( 2007, p. 207); Instituto Nacional de Estatística (2007, p. 182)

A procura do serviço de transporte, tem vindo a aumentar desde 2018, porém, em 2021, observou-se uma descida pela procura deste serviço, tal como se pode observar na Figura 14. Esta descida, pode ser consequência da pandemia causada pela COVID-19 (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023b).

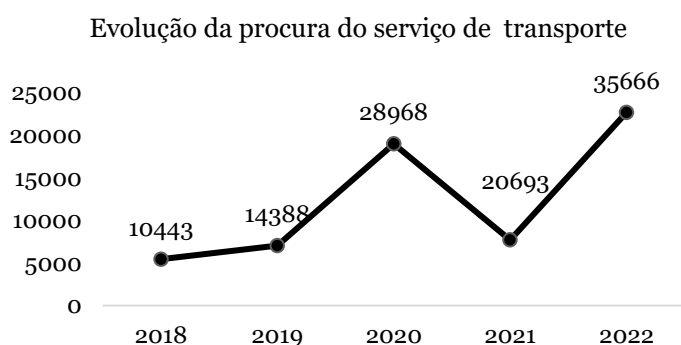


Figura 14. Evolução da procura do serviço de transporte (Fonte: Adaptado de Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023b))

Durante o primeiro trimestre de 2023, a empresa implementou um Sistema de Gestão Integrado (SGI) no âmbito da Qualidade, Ambiente e Segurança Alimentar no qual estão incorporadas as seguintes normas (Olano Portugal Logística e Distribuição, 2023c):

- ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015 (Guarda, Porto de Leixões e delegações comerciais (Vigo, Roma e Lisboa));
- *International Featured Standards (IFS) Logistics* (Guarda e Porto de Leixões);
- *British Retail Consortium (BRC) Storage & Distribution* (Guarda e Porto de Leixões);
- Certificação Biológica (Guarda e Porto de Leixões).

O SGI é um importante mecanismo de gestão para as empresas, sendo responsável pela integração de processos, setores da organização e sistemas de gestão, tais como: Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), de acordo com a ISO 9001, Sistema de Gestão Ambiental (SGA), de acordo com a ISO 14001, entre outros (Barbosa *et al.*, 2023). As organizações tendem a definir subjetivamente o que significa a integração no seu próprio contexto empresarial e a própria integração de sistemas de gestão baseia-se na ideia de que muitos partilham certas semelhanças, tais como a política de gestão, planeamento, implementação, operação, avaliação, melhoria e análise (Ronalter & Bernardo, 2023).

Devido à preponderância gradual da oferta sobre a procura no mercado de produtos e serviços, as empresas tornaram-se cada vez mais conscientes da necessidade de melhorar a qualidade dos produtos e serviços fornecidos. Uma das ferramentas para alcançar este estado é a implementação de um SGQ de acordo com a norma ISO 9001. A introdução deste tipo de sistema de gestão na empresa, fornece aos seus clientes um sinal evidente da intenção da empresa em melhorar constantemente em relação às suas exigências, de tornar as melhorias permanentes, e de negociar de forma transparente (Czódörövá & Gnap, 2023). Majerník *et al.* (2023) indicam que a implementação do sistema ISO 9001 tem implicações no desempenho externo de processos. Os autores afirmam que os estudos por si revistos, concluem que a ISO 9001 proporciona benefícios na gestão da cadeia de abastecimento ao nível do planeamento e eficiência do abastecimento, e nas relações entre clientes e fornecedores.

Por sua vez, a ISO 14001 é uma norma de gestão ambiental certificável internacional criada em 1996 pela Organização Internacional para Normalização. A sua implementação permite que as organizações consigam gerir o seu impacte ambiental (Arocena *et al.*, 2023).

Na área da segurança alimentar, muitos retalhistas exigem a utilização de normas específicas. Dois casos identificados são a implementação da norma BRC pelos retalhistas britânicos e da norma IFS pelos retalhistas alemães e franceses. A sua utilização é vista como uma garantia de qualidade pelos retalhistas, em termos de processo e atributos dos produtos processados. Assim, pode supor-se que a certificação com estas normas é uma condição para entrar nas redes de retalhistas, e uma forma das empresas exportadoras reduzirem os custos do comércio de exportação (Latouche & Chevassus-Lozza, 2015). As normas IFS e BRC são atualmente utilizadas em todo o mundo permitindo a seleção de fornecedores fiáveis na produção de alimentos seguros (Steponaviciene *et al.*, 2017).

A norma *IFS Logistics* avalia a qualidade e segurança das atividades logísticas e inclui as atividades de transporte, armazenamento, distribuição, carga e descarga, entre outros (International Feature Standards, 2023). Já a *BRC Storage & Distribution* foi especificamente concebida para operações logísticas relacionadas com alimentos, embalagens e produtos de consumo. As operações de armazenamento e/ou distribuição às quais a norma é aplicada podem ser efetuadas em qualquer ponto da cadeia de distribuição, desde a produção primária até ao retalho (BRCGS, 2023).

A utilização do rótulo associado à certificação biológica, ilustra a perceção do impacto dos alimentos no ambiente e da sua qualidade (Chalupová *et al.*, 2021). A UE estabelece uma série de regras e regulamentos que regem a produção, distribuição e comercialização de produtos biológicos na UE (Comissão Europeia, 2023).

Na Tabela 6 podem observar-se os benefícios da implementação de cada uma destas certificações.

Tabela 6. Benefícios das certificações implementadas na Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.

ISO 9001:2015	Majerník <i>et al.</i> (2023) indicam que a implementação de um SGQ de acordo com a norma 9001:2015 se traduz num aumento da satisfação do cliente, quota de mercado, lucro e produtividade laboral. Outros benefícios são a diminuição das reclamações dos clientes e a otimização de custos.
ISO 14001:2015	A adoção dos princípios da ISO 14001 pode levar ao desenvolvimento de processos mais eficientes que podem contribuir para a redução de custos, aumento do desempenho organizacional, melhores relações com as partes interessadas, e, à rentabilidade geral e benefícios de mercado a longo prazo (Szabó <i>et al.</i> , 2023).
<i>IFS Logistics</i>	De acordo com a <i>International Feature Standards</i> (2023), a implementação da <i>IFS Logistics</i> aumenta a confiança depositada pelos

	<p>clientes, as vendas e eficiência, a redução de custos operacionais e a condução à melhoria contínua.</p>
<i>BRC Storage &amp; Distribution</i>	<p>A norma <i>BRC Storage &amp; Distribution</i> garante a proteção da reputação, marca e a imagem da empresa, dá resposta às exigências do consumidor e demonstra a utilização das melhores práticas existentes na indústria, encorajando o desenvolvimento de uma cultura de segurança do produto. Entre outras vantagens desta certificação encontram-se a redução dos riscos e potenciais responsabilidades associadas ao armazenamento e distribuição, o aumento do acesso ao mercado e da quota de mercado (barreira à entrada removida). (BRCGS, 2023).</p>
Certificação Biológica	<p>De acordo com a Ecocert (2023) alguns benefícios que advêm da certificação biológica são a garantia de proteção do clima e do ambiente, a conservação da fertilidade dos solos, a garantia de preservação da biodiversidade, ausência de utilização de produtos químicos e sintéticos, a utilização de rotulagem transparente para os consumidores, entre outros.</p>

Fonte: Majerník *et al.* (2023); Szabó *et al.* (2023); *International Feature Standards* (2023); BRCGS (2023); Ecocert (2023)

Assim, pode verificar-se que as normas que a organização possui têm valor agregado para a empresa e representam uma fonte de vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes.

O Sistema de Gestão da empresa subsidiária, baseia-se num modelo processual cíclico que foi construído tendo em conta a (Olano Portugal Logística e Distribuição, 2023b):

- Identificação dos requisitos legais e estatutários do cliente;
- Identificação do conjunto de atividades geradoras de valor acrescentado;
- Satisfação, confiança e fidelização do cliente através do fornecimento do serviço pretendido.

Cada processo está identificado em função do valor acrescentado que proporciona, dos requisitos do cliente e objetivos pretendidos. O desenvolvimento de cada processo é planeado e, posteriormente, verificado e medido, e a sua gestão assenta numa perspetiva de melhoria contínua. O modelo assenta em três grupos de processos (Olano Portugal Logística e Distribuição, 2023b):

- **Processos de Gestão**
  - Gestão Estratégica.
- **Processos de Realização**
  - Gestão de Clientes;
  - Gestão de Compras de Produtos e Serviços;
  - Gestão Logística;
  - Gestão de Transporte.
- **Processos de Suporte**

- Gestão Ambiental;
- Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar;
- Gestão das Infraestruturas e Equipamentos;
- Gestão de Recursos Humanos.

Os processos que se consideram relevantes a abordar no âmbito da dissertação serão analisados na secção dedicada ao estudo de caso. No seguinte subcapítulo é caracterizado o setor a que pertence a multinacional.

## **5.2. Caracterização do Setor de Transportes e Armazenagem**

As estatísticas do setor de CAE H: “Transportes e armazenagem”, evidenciam que em 2021, em Portugal, existiam 36.483 empresas, 188.973 pessoas ao serviço e um volume de negócio de 20.971 milhões de euros. Este setor encontra-se subdividido em cinco CAE: 49: “Transportes terrestres e transportes por oleodutos ou gasodutos”; 50: “Transportes por água”; 51: “Transportes aéreos”; 52: “Armazenagem e atividades auxiliares dos transportes (inclui manuseamento)”; 53: “Atividades postais e de *courier*”.

Nos dados divulgados pela Direção-Geral das Atividades Económicas, relativos à secção 49 observa-se que existem 26.461 empresas que trabalham nesta área, têm um Volume de Negócio de 8.239 milhões de euros, representam 3.84% do Produto Interno Bruto (PIB<sup>15</sup>) e 0.01% das exportações do PIB. Na Figura 15 comprova-se que a atividade “Transportes terrestres e transportes por oleodutos ou gasodutos” é a que tem maior número de empresas, pessoal ao serviço, para o Valor Acrescentado Bruto (VAB<sup>16</sup>), VN, Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF<sup>17</sup>), apenas aparecendo em terceiro lugar a nível de exportações. Conclui-se que este setor desempenha um papel crucial no desenvolvimento económico e social, uma vez que permite a mobilidade eficiente e a

---

<sup>15</sup> PIB é definido como: “Resultado final da atividade de produção das unidades produtivas residentes na região ou no país no período de referência e que é calculado segundo a ótica da produção, da despesa e do rendimento.” (Instituto Nacional de Estatística, 2015a).

<sup>16</sup> VAB é “Valor criado por qualquer unidade envolvida numa atividade produtiva que corresponde ao saldo da conta de produção, a qual inclui em recursos, a produção, e em empregos, o consumo intermédio, antes da dedução do consumo de capital fixo” (Instituto Nacional de Estatística, 2015b).

<sup>17</sup> Formação Bruta de Capital Fixo pode ser definido como: “Indicador macroeconómico que consiste em aquisições de ativos fixos, líquidas de cessões, efetuadas por produtores residentes durante um dado período, e em determinados acréscimos ao valor de ativos não produzidos, obtidos através da atividade produtiva de unidades de produção ou institucionais. Os ativos fixos são ativos produzidos, utilizados na produção durante mais de um ano” (Instituto Nacional de Estatística, 2015c).

distribuição de bens essenciais por todo o país (Direção-Geral das Atividades Económicas, 2022).

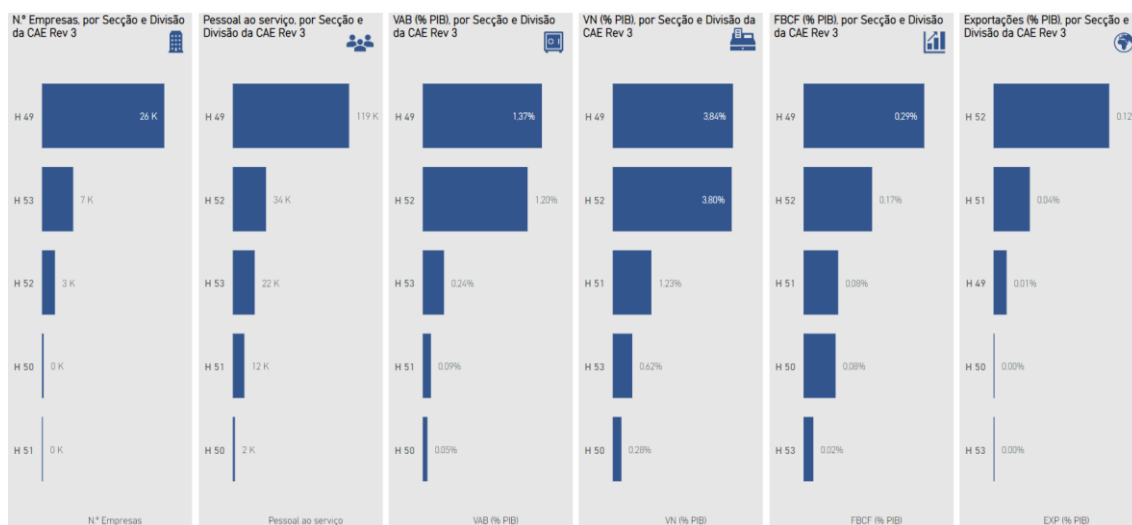


Figura 15. Contribuição dos subsectores do setor transportes e armazenagem (Fonte: Direção-Geral das Atividades Económicas (2022))

Na Figura 16 pode-se verificar que as empresas deste setor são maioritariamente microempresas, e as que existem em menor quantidade, são as grandes empresas. No entanto, a nível de volume de negócios e número de pessoas ao serviço as grandes empresas prevalecem acima das micro, pequenas e médias empresas (Banco de Portugal, 2022).

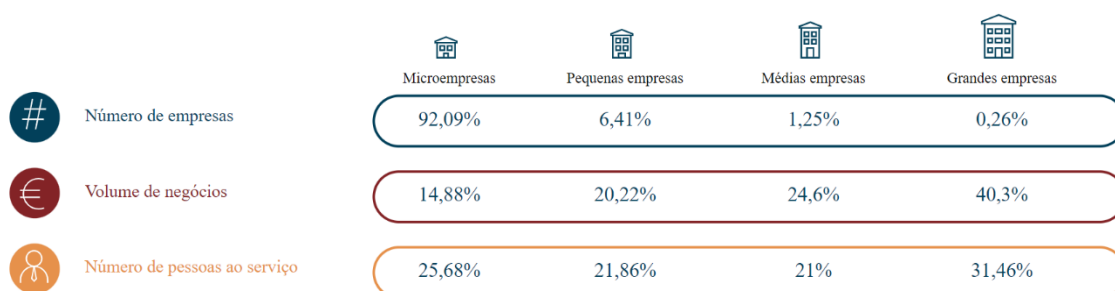


Figura 16. Classes de dimensão de empresas no setor dos transportes (Fonte: Banco de Portugal (2022))

Assim, dá-se por concluída a caracterização deste setor e procede-se à caracterização do processo produtivo da Olano.

### 5.3. Caracterização do Processo Produtivo

No presente subcapítulo irá ser caracterizado o processo produtivo da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., que engloba a atividade logística (dez etapas) e a atividade

de transporte (três etapas). O fluxo de produção e a descrição de cada uma das atividades envolvidas em cada processo encontram-se descritas de seguida.

### **Atividade logística**

A atividade logística compreende desde a receção dos produtos até à sua carga (entrega) passando pela gestão dos produtos em armazém. Antes de iniciar a primeira etapa da atividade logística, é executada uma inspeção da viatura para verificar se as condições de limpeza, higiene e temperatura são cumpridas. Caso não seja verificada a conformidade destes requisitos, o cliente e o responsável pelo transporte são contactados de forma a regularizar a situação. Deve ainda salientar-se que a descarga não é feita se as viaturas não cumprirem os requisitos estipulados. Caso contrário, dá-se início à realização desta atividade que consiste na **Receção (descarga) da mercadoria**. Nesta fase é verificado o registo de temperatura da viagem, o estado do trator e do reboque, o Acordo relativo a Transportes Internacionais de Produtos Alimentares Perecíveis e os Equipamentos Especializados a utilizar nestes Transportes do reboque e, se o selo do reboque está intacto (nos casos em que é aplicável). Outros parâmetros verificados nesta etapa são a temperatura, a quantidade de produtos e a verificação da rotulagem. Posteriormente, é realizada uma inspeção das datas de validade, estado das embalagens, estilo das paletes de suporte, entre outros (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023c).

A segunda etapa da atividade logística consiste na **Identificação da mercadoria** com a etiqueta adequada que é elaborada de acordo com a tipologia do produto. Seguidamente, é efetuado o **Armazenamento** dos produtos em temperatura controlada tendo em conta a sua tipologia. Os produtos refrigerados (frescos) e congelados, são armazenados de acordo com as suas características e conforme indicado pelo cliente. Contudo, na ausência de condições por parte do mesmo, o produto é colocado entre 0° a 5°C (caso seja refrigerado) ou entre -18° e +3°C (caso seja fresco). A empresa também trabalha com produtos que podem ser armazenados à temperatura ambiente. Na ausência de condições por parte do cliente, o produto é colocado sem temperatura no local que lhe foi designado. Para garantir as boas condições, é necessário que haja a manutenção da temperatura adequada aos produtos a armazenar. Outros procedimentos realizados são a manutenção dos equipamentos de frio e a monitorização dos prazos de validade dos produtos (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023c).

Em seguida, pode ser feito o **Cross-docking** ou o **Picking**. Conforme indicado por Ronalter & Bernardo (2023), *cross-docking* é um processo de transferência de *stocks*, no qual as mercadorias e os produtos são descarregados de um camião e movimentados através de um centro de fluxo para serem carregados diretamente para um camião que irá transportar esses bens para outro local. Para controlar esta etapa, são utilizadas as seguintes medidas (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023c):

- A zona de *cross-docking* é feita apenas em cais refrigerado;
- É feita a monitorização contínua da temperatura do cais;
- Os produtos são mantidos no cais apenas por um intervalo de tempo curto enquanto o cliente faz a operação de carga.

*Picking* é um processo de armazenamento no qual produtos são retirados das instalações de armazenamento para satisfazer as encomendas dos clientes (Winkelhaus *et al.*, 2022). No caso da Olano, o procedimento é feito de forma inversa dado o objetivo ser armazenar os produtos enviados pelos clientes. Os pré-requisitos estabelecidos nesta fase são garantir que a zona de preparação de produtos é adequada à tipologia dos mesmos e fazer uma monitorização contínua da temperatura e humidade dessas zonas. A execução desta tarefa é realizada durante um curto espaço de tempo (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023c).

A sexta etapa da atividade logística consiste na **Classificação e Paletização**. Os dois requisitos a ter em conta nesta fase são a tipologia de produtos e a verificação do bom estado das paletes (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023c).

Ulteriormente, é realizada a **Identificação da mercadoria** e a **Carga da Mercadoria**. No sétimo estágio desta atividade é imperativo garantir que a zona de identificação é adequada à tipologia dos produtos. Já na oitava etapa, é monitorizada a temperatura do veículo antes do início da carga e a temperatura dos produtos durante a atividade de carga. É também verificado se é feita a correta manipulação e disposição dos produtos e se há boas condições de higiene do veículo. Antes de ser efetuada a carga do produto, é executada uma inspeção para verificar as condições de limpeza, higiene e temperatura. Em caso de rejeição, o cliente é contactado pelo gestor de tráfego de forma a regularizar a situação. A nona etapa consiste na **Receção de materiais de embalagem**, na qual é necessário verificar o cumprimento dos requisitos dos materiais de embalagem na receção, ou seja, se as embalagens utilizadas são apropriadas ao setor alimentar. O tipo de embalagem em que os produtos são normalmente manuseados são caixas de papelão, jaulas, contentores, boxes, tambores, garrafas de vidro, bolsas

plásticas e sacos, estes paletizados ou não (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023c).

Para concluir esta atividade, passa-se ao **Armazenamento de materiais de embalagem** à temperatura ambiente, e deve garantir-se que os materiais de embalagem são colocados em locais adequados (Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., 2023c). Na Figura 17 pode observar-se o fluxograma da Atividade Logística da empresa.

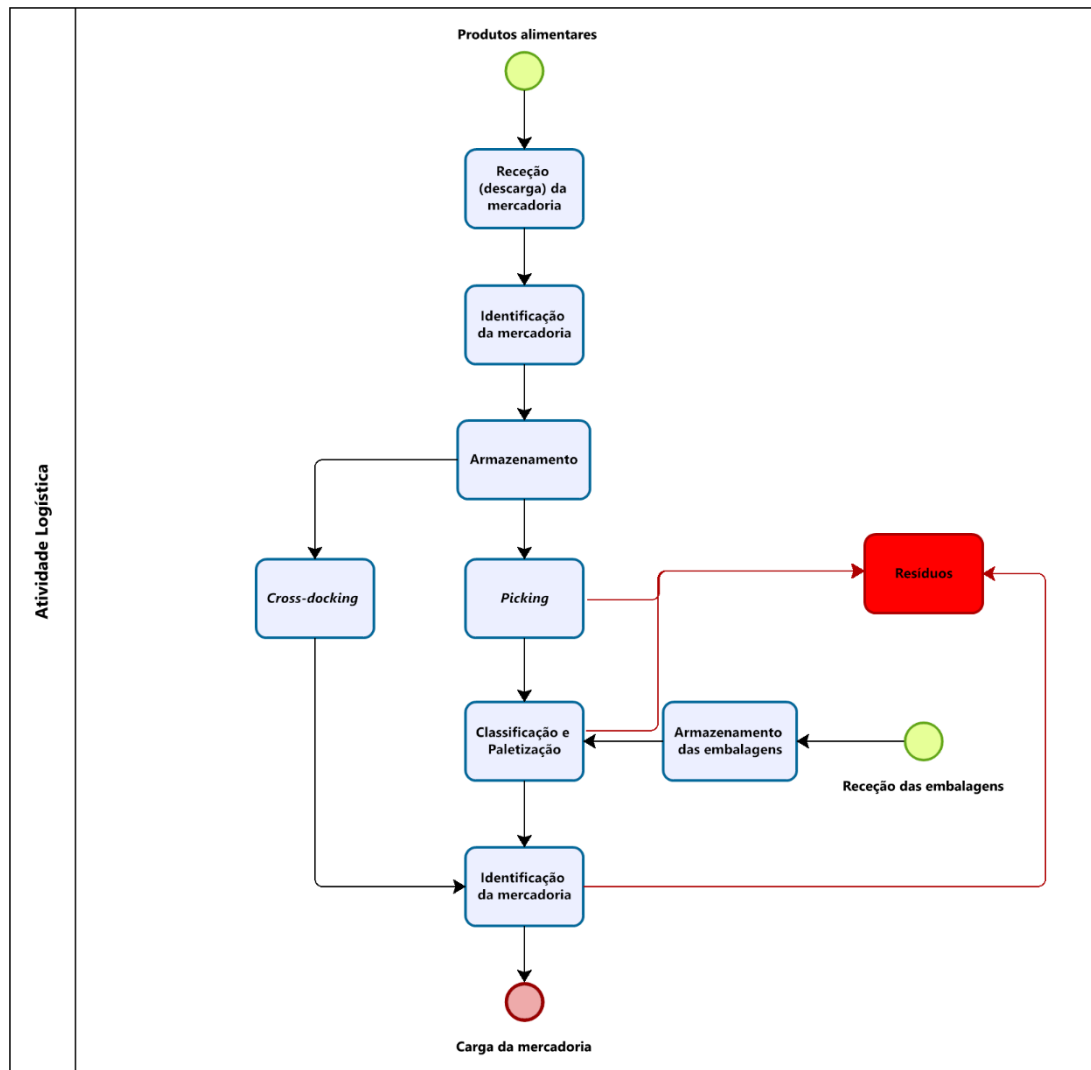


Figura 17. Fluxograma da atividade logística (Fonte: Adaptado de Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023c))

### Atividade de transporte

Antes de iniciar o transporte das mercadorias, é necessário fazer a verificação da temperatura da viatura e das condições do veículo. Caso a viatura não tenha condições de higiene adequadas, o motorista procede à limpeza, lavagem e higienização do mesmo. Após a verificação destas condições é então realizada a primeira etapa da atividade de

transporte, a **Carga da Mercadoria**. Consoante os requisitos do cliente, o motorista pode ainda efetuar a carga, devendo controlar os seguintes parâmetros (Olano Portugal Logística e Distribuição, 2023c):

- Temperatura dos produtos durante a atividade de carga;
- Fazer a correta manipulação e distribuição dos produtos.

A segunda etapa consiste em realizar o **Transporte da Mercadoria**. Os parâmetros controlados durante esta etapa são (Olano Portugal Logística e Distribuição, 2023c):

- Tipologia do veículo utilizado no transporte da mercadoria (de acordo com as características adequadas à tipologia de produto a ser transportado);
- A temperatura, que deve ser adequada aos produtos de acordo com a sua tipologia;
- A limpeza e higienização do veículo;
- A manutenção dos equipamentos de frio;
- Verificar se o selo no reboque está aplicado;
- Verificar se as portas de reboque estão devidamente fechadas.

Conforme indicado no Manual de Segurança Alimentar da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda., a terceira e última etapa da atividade de transporte é a **Descarga da Mercadoria**. Esta, pode ser efetuada pelo motorista ou pelo cliente de acordo com os requisitos impostos pelo mesmo. Caso seja o motorista a efetuar a descarga, a temperatura dos produtos é verificada. Um requisito imposto é executar a correta manipulação e disposição dos produtos (Olano Portugal Logística e Distribuição, 2023c). Na Figura 18 pode observar-se o fluxograma da atividade de transporte da empresa.

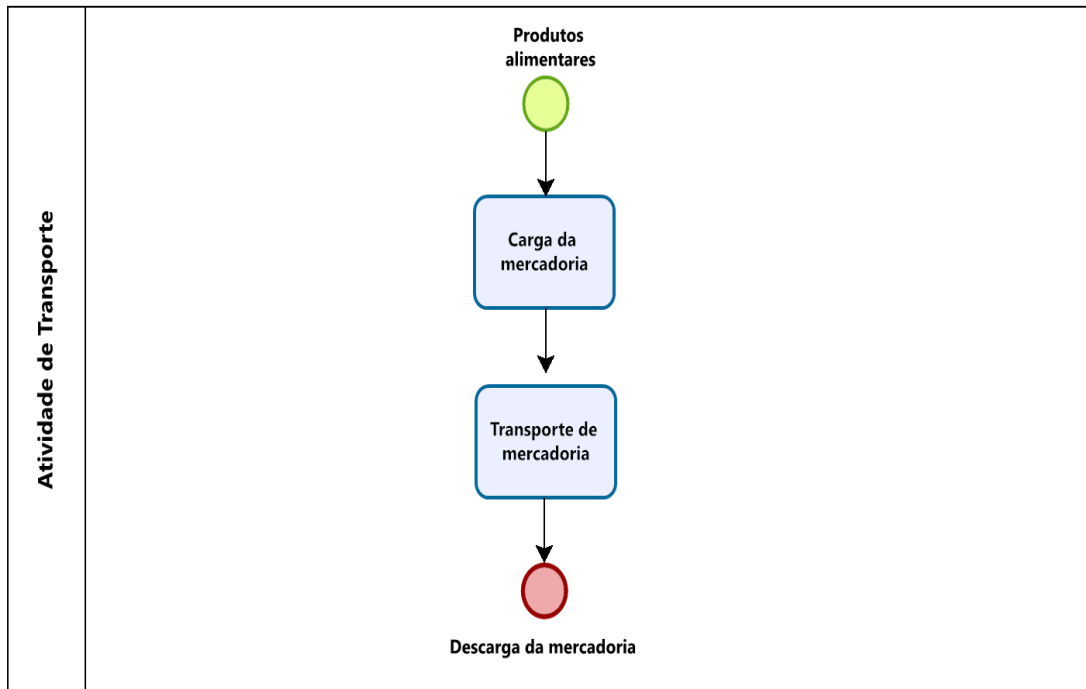


Figura 18. Fluxograma da atividade de transporte (Fonte: Adaptado de Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023c))

# Capítulo 6

## 6. Cálculo da Pegada de Carbono

Neste capítulo é explicado o processo efetuado para calcular a pegada de carbono da frota da multinacional que se pode dividir em cinco etapas:

- ✓ Etapa 1: Definição do âmbito do projeto;
- ✓ Etapa 2: Análise do Processo de Gestão de Transporte;
- ✓ Etapa 3: Recolha de dados;
- ✓ Etapa 4: Calcular o consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa em WTW e na fase TTW;
- ✓ Etapa 5: Declarar o consumo de energia e emissão de gases com efeito de estufa para toda a operação de transporte.

Para realizar cada viagem, é necessário utilizar um reboque frigorífico de três eixos e um trator ou veículo a motor de dois eixos. Por esta razão, cada um dos seguintes subcapítulos é dedicado ao cálculo da pegada de carbono dos tratores e ao cálculo da pegada de carbono dos reboques.

### 6.1. Cálculo da pegada de carbono dos tratores

#### → Etapa 1: Definição do âmbito do projeto

O projeto de investigação foca-se no cálculo da pegada de carbono da frota própria da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. no ano 2022 utilizando como referência os estudos de caso revistos. Assim, no presente trabalho, são avaliadas as emissões de gases com efeito de estufa das viagens realizadas pela frota própria da multinacional, utilizando o método *Well-To-Wheel*.

É essencial mencionar que todas as outras atividades e emissões associadas ao processo de transporte, como fugas de gases fluorados, carga e descarga, construção, manutenção, reciclagem e eliminação de veículos, infraestruturas e de consumíveis (óleo de motor, filtros de ar e de óleo, pastilhas de travão, entre outros) são consideradas fora do âmbito deste trabalho.

Uma vez definido o âmbito do projeto procedeu-se à análise do Processo de Gestão de Transporte.

---

→ **Etapa 2: Análise do processo de Gestão de Transporte**

Fazer a análise do processo de Gestão de Transporte da organização, é fulcral dado que a operação dita como e que dados são capturados e armazenados. Desta forma é possível identificar e interpretar o conjunto de dados.

Este processo inicia quando o cliente identifica a necessidade de transportar os seus bens para outro local e contacta um dos Gestores de Clientes da Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda.. Desta forma, o cliente indica os requisitos necessários para efetuar o transporte: o tipo de carga, volume, local de recolha e entrega, prazo de entrega e quaisquer considerações especiais, como a necessidade de embalagem especial, tipo de palete utilizada para o transporte, a temperatura a que deve ser transportado o produto, entre outros. É ainda solicitado um orçamento à 3PL com o custo, prazo de entrega previsto e quais os termos e condições aplicáveis à realização do serviço. Caso aceitem as condições e seja possível realizar o serviço, é assinado um contrato formal entre as duas partes.

Uma vez aceite o serviço, o Gestor de Cliente indica a um Gestor de Tráfego da existência do novo serviço e, o mesmo, torna-se responsável por:

- Planear as rotas e agendar as entregas de acordo com os pedidos dos clientes, considerando fatores como a distância, o tempo de trânsito, as regulamentações de trânsito e as restrições de carga;
- Acompanhar as operações de transporte em tempo real utilizando o Sistema de Gestão de Transporte para garantir que as entregas sucedam conforme o planeado e tomar medidas corretivas, caso haja imprevistos como atrasos devido ao trânsito, problemas mecânicos ou condições climáticas adversas;
- Coordenar a frota de veículos da 3PL, atribuindo motoristas e veículos a tarefas específicas e garantir que os veículos sejam mantidos em conformidade com as regulamentações;
- Fornecer instruções, atualizações de rota, informações sobre o cliente aos motoristas e que cumpram os regulamentos de segurança e horários de trabalho;
- Recolher e analisar dados operacionais para identificar tendências e oportunidades de melhoria.

Para cumprir as suas tarefas, os Gestores de Tráfego da Olano utilizam o Sistema de Gestão de Transporte desenvolvido pela equipa informática na sede do Grupo Olano, na França.

Para registar cada viagem, o Gestor de Tráfego deve fazer *login* no SGT utilizando as suas credenciais de acesso. De seguida, é criada uma nova viagem que é identificada por um número de viagem que deve ser único. Após ser criada a nova viagem, o Gestor de Tráfego introduz no sistema detalhes sobre a mesma:

- Data e hora de partida;
- Local de origem;
- Local de destino;
- Cliente;
- Descrição da carga (opcional);
- Peso (t);
- Quantidade de paletes.

Pode ainda ser adicionada qualquer informação adicional considerada relevante. Consoante as características da viagem e a disponibilidade de veículos, é selecionado o trator e o reboque que irão realizar a viagem. É também selecionado um motorista.

O planeamento da rota de cada viagem é elaborado pelo Gestor de Tráfego recorrendo ao SGT que permite obter informações precisas sobre o estado das estradas, condições meteorológicas e de trânsito e outras variáveis que possam afetar a viagem. Com base nestas informações, o Gestor de Tráfego pode tomar decisões informadas sobre a melhor rota a seguir, evitando atrasos e otimizando a eficiência do transporte.

É ainda realizado o *upload* de documentos necessários na viagem no SGT, como guias de transporte, CMR, faturas, certificados de origem de produtos e outros documentos relevantes. Antes de os motoristas iniciarem a viagem os Gestores de Tráfego devem garantir que todos os documentos necessários sejam devidamente preenchidos, arquivados e partilhados conforme necessário.

O conjunto de veículos parte do local de origem, podendo transportar carga, ou ir vazio, e cada viagem pode incluir mais do que um ponto de descarga. A carga a ser transportada pode encontrar-se armazenada nas instalações da Olano na Guarda ou no Porto de Leixões, nas instalações do próprio cliente ou noutra local. Caso seja necessário recolher a carga fora dos armazéns da Olano, o cliente prepara a carga para o transporte, o que pode incluir embalagem, rotulagem e documentação necessária. Se o serviço de transporte inicia num dos armazéns da Olano, a equipa encarrega-se de tratar de todos os documentos necessários para proceder ao transporte da mercadoria e de preparar a carga para a entrega.

---

Após a conclusão da viagem, é registado o consumo de combustível (l) do trator<sup>18</sup> utilizado nessa viagem e esta é dada como finalizada no sistema. Os dados de cada viagem ficam registados no SGT podendo ser consultados pelos Gestores de Tráfego quando necessário. Assim, é possível fazer análises sobre o desempenho, custos e eficiência de cada viagem. Após o serviço ser concluído, o cliente efetua o pagamento e avalia o desempenho da multinacional com base nos critérios definidos pelo PSL.

O processo reinicia cada vez que há um novo serviço de transporte. Uma vez compreendido como é efetuado o serviço de transporte e como são arquivados os dados, explica-se de seguida como foi realizada a recolha de dados.

→ **Etapa 3: Recolha de dados**

Através da pesquisa bibliográfica foi possível identificar os dados necessários para calcular a pegada de carbono:

- Identificar todas as viagens realizadas pela frota própria da Olano em 2022;
- Identificar as características dos veículos utilizados;
- Identificar a quantidade de combustível consumido para cada veículo.

**Passo 1:** Os dados relativos às viagens foram extraídos do SGT tendo-se obtido um ficheiro *Excel*. Foram recolhidos os seguintes dados: matrícula do trator utilizado, consumo de combustível (l) do trator, país de origem e destino, cidade de origem e destino, cliente, peso da mercadoria (em toneladas), número de quilómetros percorridos em vazio (sem carga), número de quilómetros percorridos com carga e a totalidade de quilómetros percorridos. Os nomes dos clientes foram substituídos por C1, C2, ..., C405 por motivos de confidencialidade e criou-se uma lista com a respetiva correspondência para efeitos de análise por parte da empresa.

**Passo 2:** Para recolher os dados das características dos tratores como a matrícula, tipo de trator, tipo de combustível utilizado, peso bruto de cada trator e o *Euro Standard* foi consultado o documento único de cada veículo. Para verificar qual o peso máximo que o conjunto trator-reboque pode transportar (kg) consultou-se a DIRETIVA 96/53/CE DO CONSELHO de 25 de julho de 1996 no Anexo 1, no ponto 2.2.1 (União Europeia, 2019).

---

<sup>18</sup> O consumo de combustível (l) de cada reboque não fica registado no SGT. É mantido um ficheiro em *Excel* pelo Departamento Financeiro/Contabilidade onde é colocado o combustível utilizado para cada reboque a nível anual.

Concluiu-se que o peso bruto máximo admissível é 40 toneladas. Assim, para calcular o peso máximo da mercadoria que o veículo pode transportar recorreu-se à Equação 17.

$$CM = PBT - PCV \text{ (17)}$$

- ✓ CM: É a carga máxima que o conjunto veículo-reboque pode transportar (t);
- ✓ PBT: É o peso bruto máximo (kg);
- ✓ PCV: É o peso do conjunto veículo-reboque em vazio (kg).

A carga máxima que o conjunto destes veículos pode transportar foi calculada pela Equação 17 sabendo que o peso bruto máximo é 40 toneladas e o peso do conjunto veículo-reboque em vazio é 18 toneladas (valores recolhidos consultando o documento único de cada trator e reboque). Assim, a carga máxima que pode ser transportada é 22 toneladas. Na totalidade existem 108 tratores SCANIA R450, que são articulados, consomem *Diesel* e têm *Eurostandard VI*.

Durante o processo de recolha de dados verificou-se a necessidade de realizar o depuramento dos mesmos devido ao facto de se ter detetado a introdução de valores errados no SGT; também foi necessário proceder-se à conversão dos dados para *Excel*. Assim, em primeiro lugar, foram definidas as regras de validação dos dados:

1. As viagens registadas não podem estar duplicadas (devido à conversão de dados para outro *software* pode haver duplicação de dados e deve garantir-se que cada viagem é única);
2. Os valores de peso, e número de quilómetros (vazio, carregado ou total) não podem ser negativos;
3. O valor do peso transportado não deve ser superior ao peso máximo calculado previamente (22 toneladas);
4. A soma dos valores de quilómetros em vazio e carregado deve ser igual ao total de quilómetros (devido à conversão de dados para outro *software* os dados podem conter erros);
5. Caso haja viagens em que haja registo de carga, mas não tem distância percorrida associada deve verificar-se a viagem recorrendo ao SGT

Para garantir o cumprimento da regra 1 seleccionou-se a coluna “Viagens” da base de dados onde foram copiadas todas as células para uma nova folha. De seguida, foi seleccionada a coluna A e utilizada a função “Remover Duplicados”. Verificou-se que todas

---

as viagens registradas são únicas. A nova folha com as duplicações foi então eliminada da base de dados.

A fim de garantir que o peso e o número de quilómetros não seja negativo, para as colunas onde foram inseridos estes dados, foram aplicadas regras de formatação condicional para identificar quais os valores menores que zero. Para cada coluna foram utilizadas as seguintes funções “Base>Formatação Condicional>Regras de Realce de Células>Menor que>0>com Preenchimento Vermelho Claro”. De seguida, foi utilizada a função “Filtrar por cor” e identificou-se a existência de 13 viagens registradas com peso negativo.

Para validar os dados pela terceira regra, foi aplicado o método descrito acima apenas se diferenciando por escolher “Maior que>22” para identificar quais as viagens em que o peso registado era superior a 22 toneladas. Identificaram-se 637 valores acima das 22 toneladas.

Para testar o cumprimento da quarta regra, foi criada uma nova coluna e, utilizando a função “=SOMA ()”, foram somados os valores dos quilómetros percorridos em vazio e com carga. Os valores foram comparados com o valor do número total de quilómetros através extraído do SGT utilizando a função “=PROCV ()”. Não foi registado nenhum erro e procedeu-se à eliminação da coluna criada.

Por último, verificou-se o cumprimento da quinta regra. Verificou-se que havia 15 viagens nas quais não foi registada a distância total percorrida pelos veículos.

Através das credenciais de usuário acedeu-se ao SGT onde foi introduzido o número da viagem e acedido aos documentos disponíveis (fatura, guias de transporte, CMR) e foram verificados todos os dados registados das 665 viagens que não cumpriam as regras de validação estipuladas. Assim, os valores foram alterados na folha *Excel* e deu-se por terminada esta etapa. O processo de recolha de dados foi o mais longo e exaustivo.

#### → **Etapa 4: Cálculo da pegada de carbono dos tratores**

Para calcular a pegada de carbono foram usados os dados previamente trabalhados e o método *Well-To-Wheel* que foi também utilizado nos casos de estudo revistos na pesquisa bibliográfica.

Em primeiro lugar, recorrendo às Equações (5) e (6) calculou-se, respetivamente:

→ O fator de carga de cada viagem (%);

- A percentagem da distância percorrida pelo veículo sem carga em cada viagem (%);
- A percentagem da distância percorrida pelo veículo com carga em cada viagem (%).

Para calcular o fator de carga e a percentagem da distância percorrida pelo veículo sem carga e com carga de cada viagem acedeu-se à folha *Excel* onde se encontram os dados trabalhados, retirados do SGT e criaram-se três colunas: Fator de Carga (%), Distância percorrida em vazio (%) e Distância percorrida com carga (%). Na Tabela 7 pode observar-se as fórmulas utilizadas para o cálculo destes valores. Dado que base de dados principal é muito extensiva, foi colocada uma amostra da mesma no Anexo A.

Na mesma folha foram calculados os valores do consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa WTW e TTW para cada percurso, utilizando as Equações 9, 10, 11 e 12, respetivamente.

Para realizar estes cálculos foi também necessário utilizar o consumo de combustível de cada viagem (l), o fator de energia do combustível (MJ) (WTW e TTW) e o fator de emissão de GEE (kg CO<sub>2</sub>e/l) (WTW e TTW). Os valores do fator de energia e do fator de emissão são os revistos no estudo de Gialos *et al.* (2022) e Plessis *et al.* (2023) dado que é utilizado o mesmo tipo de combustível (*Diesel*). De seguida, foram criadas quatro colunas para calcular estes valores utilizando as fórmulas apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Fórmulas de cálculo em *Excel*

Parâmetro	Fórmula
Fator de carga (%)	"=[@Toneladas] /22"
Distância percorrida em vazio (%)	"= [@ [Quilómetros em vazio]] / [@ [Total Quilómetros]]"
Distância percorrida com carga (%)	"= [@ [Quilómetros carregado]] / [@ [Total Quilómetros]]"
Consumo de energia WTW (MJ)	"=42,7*[@ [Consumo de combustível (l)]]"
Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	"=3,24*[@ [Consumo de combustível (l)]]"
Consumo de energia TTW (MJ)	"=35,9*[@ [Consumo de combustível (l)]]"
Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	"=2,67*[@ [Consumo de combustível (l)]]"

Por último foram somados todos os valores obtidos em cada percurso para calcular o consumo de energia (MJ) e as emissões de gases de efeito de estufa (kg CO<sub>2</sub>e) em WTW

e TTW de toda operação de transporte no ano 2022 recorrendo à função “=SOMA ()” e selecionando a coluna respetiva.

Uma vez obtidos estes resultados criou-se uma tabela dinâmica com os parâmetros necessários analisar quatro cenários:

- Cenário 1: Cálculo mensal do consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa WTW e na fase TTW;
- Cenário 2: Cálculo do consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa WTW e na fase TTW por trator;
- Cenário 3: Cálculo do consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa WTW e na fase TTW por fluxo (país de origem -> país de destino);
- Cenário 4: Cálculo do consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa WTW e na fase TTW por cliente.

Note-se que foi ainda calculada a pegada de carbono para cada cenário utilizando três indicadores diferentes: kg CO<sub>2</sub>e, kg CO<sub>2</sub>e/t e gr CO<sub>2</sub>e/t.km. Os cálculos dos últimos dois valores foram feitos recorrendo às Equações 4 e 8, respetivamente. As fórmulas utilizadas em Excel estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Fórmula de cálculo da pegada de carbono em Excel

Parâmetro	Fórmula
Pegada de carbono (kg CO <sub>2</sub> e/t)	=L2/C2
Pegada de carbono (gr CO <sub>2</sub> e/t.km)	=O3*1000/F3

Para explicar a construção das tabelas para cada cenário toma-se como exemplo o Cenário 1 (dados disponíveis no Anexo B).

Após selecionar os dados presentes no Anexo A, foi selecionado “Inserir” -> “Tabela Dinâmica”. Nesta fase, é possível selecionar todos os parâmetros que se querem calcular. Os parâmetros de cada cenário foram definidos tendo em conta a análise que se pretende efetuar e são apresentados de seguida:

- ✓ Coluna A: Mês;
- ✓ Coluna B: Consumo de combustível por mês (l);
- ✓ Coluna C: Toneladas transportadas por mês (t);
- ✓ Coluna D: Quilómetros percorridos carregado por mês (km);

- ✓ Coluna E: Quilómetros percorridos em vazio por mês (km);
- ✓ Coluna F: Total de quilómetros percorridos por mês (km);
- ✓ Coluna G: Número de viagens por mês;
- ✓ Coluna H: Média do Fator de Carga (%);
- ✓ Coluna I: Média da percentagem de quilómetros percorridos em vazio por mês (%);
- ✓ Coluna J: Média da percentagem de quilómetros percorridos carregado por mês (%).
- ✓ Coluna K: Consumo de energia WTW por mês (MJ);
- ✓ Coluna L: Emissões de GEE WTW por mês (kg CO<sub>2</sub>e);
- ✓ Coluna M: Consumo de energia TTW por mês (MJ);
- ✓ Coluna N: Emissões de GEE TTW por mês (kg CO<sub>2</sub>e/t);
- ✓ Coluna O: Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t);
- ✓ Coluna P: Pegada de carbono (gr CO<sub>2</sub>e/t.km).

Na tabela dinâmica em “Linhas” foi selecionado o parâmetro “Mês” e em “Valor” foi selecionado cada parâmetro mencionados nas Colunas B a N. Através da construção da tabela dinâmica foi possível calcular o valor de todos estes parâmetros selecionando o campo de valor de cada um. A definição do campo de valor das colunas B a F e de K a N foi a soma de valores, da coluna G foi contagem de valores e da coluna H a J foi a média de valores. Seguidamente, os valores foram copiados para uma nova folha onde foi calculado o valor das Colunas O e P. Foi seguido o mesmo método para recolher os valores dos quatro cenários.

Os parâmetros utilizados para os restantes cenários são apresentados de seguida.

#### Parâmetros Cenário 2:

Para calcular o consumo de energia e emissões de GEE de cada trator construiu-se uma tabela em *Excel* numa nova folha que associa cada trator com os parâmetros:

- ✓ Coluna A: Matrícula do veículo;
- ✓ Coluna B: Consumo de combustível por trator (l);
- ✓ Coluna C: Toneladas transportadas por trator (t);
- ✓ Coluna D: Quilómetros percorridos carregado por trator (km);
- ✓ Coluna E: Quilómetros percorridos em vazio por trator (km);
- ✓ Coluna F: Total de quilómetros percorridos por trator (km);
- ✓ Coluna G: Número de viagens por trator;
- ✓ Coluna H: Média do Fator de Carga (%);

- 
- ✓ Coluna I: Média da percentagem de quilómetros percorridos em vazio por trator (%);
  - ✓ Coluna J: Média da percentagem de quilómetros percorridos carregado por trator (%).
  - ✓ Coluna K: Consumo de energia WTW por trator (MJ);
  - ✓ Coluna L: Emissões de GEE WTW por trator (kg CO<sub>2</sub>e);
  - ✓ Coluna M: Consumo de energia TTW por trator (MJ);
  - ✓ Coluna N: Emissões de GEE TTW por trator (kg CO<sub>2</sub>e);
  - ✓ Coluna O: Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t);
  - ✓ Coluna P: Pegada de carbono (gr CO<sub>2</sub>e/t.km).

No Anexo C podem ser consultada uma amostra dos dados utilizados.

#### Parâmetros Cenário 3:

Os parâmetros colocados na tabela no Cenário 3 são:

- ✓ Coluna A: Fluxo (País de Origem -> País de Destino);
- ✓ Coluna B: Consumo de combustível por fluxo (l);
- ✓ Coluna C: Toneladas transportadas por fluxo (t);
- ✓ Coluna D: Quilómetros percorridos carregado por fluxo (km);
- ✓ Coluna E: Quilómetros percorridos em vazio por fluxo (km);
- ✓ Coluna F: Total de quilómetros percorridos por fluxo (km);
- ✓ Coluna G: Número de viagens por fluxo;
- ✓ Coluna H: Média do Fator de Carga (%);
- ✓ Coluna I: Média da percentagem de quilómetros percorridos em vazio por fluxo (%);
- ✓ Coluna J: Média da percentagem de quilómetros percorridos carregado por fluxo (%).
- ✓ Coluna K: Consumo de energia WTW por fluxo (MJ);
- ✓ Coluna L: Emissões de GEE WTW por fluxo (kg CO<sub>2</sub>e);
- ✓ Coluna M: Consumo de energia TTW por fluxo (MJ);
- ✓ Coluna N: Emissões de GEE TTW por fluxo (kg CO<sub>2</sub>e);
- ✓ Coluna O: Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t);
- ✓ Coluna P: Pegada de carbono (gr CO<sub>2</sub>e/t.km).

No Anexo D encontra-se uma amostra destes dados.

#### Parâmetros Cenário 4:

Para o Cenário 4 foram utilizados os seguintes parâmetros:

- ✓ Coluna A: Cliente;
- ✓ Coluna B: Consumo de combustível por cliente (l);
- ✓ Coluna C: Toneladas transportadas por cliente (t);
- ✓ Coluna D: Quilómetros percorridos carregado por cliente (km);
- ✓ Coluna E: Quilómetros percorridos em vazio por cliente (km);
- ✓ Coluna F: Total de quilómetros percorridos por cliente (km);
- ✓ Coluna G: Número de viagens por cliente;
- ✓ Coluna H: Média do Fator de Carga (%);
- ✓ Coluna I: Média da percentagem de quilómetros percorridos em vazio por cliente (%);
- ✓ Coluna J: Média da percentagem de quilómetros percorridos carregado por cliente (%).
- ✓ Coluna K: Consumo de energia WTW por cliente (MJ);
- ✓ Coluna L: Emissões de GEE WTW por cliente (kg CO<sub>2</sub>e);
- ✓ Coluna M: Consumo de energia TTW por cliente (MJ);
- ✓ Coluna N: Emissões de GEE TTW por cliente (kg CO<sub>2</sub>e);
- ✓ Coluna O: Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t);
- ✓ Coluna P: Pegada de carbono (gr CO<sub>2</sub>e/t.km).

Foi colocada uma amostra destes valores no Anexo E.

## **6.2. Cálculo da pegada de carbono dos reboques frigoríficos**

As Etapas 1 e 2 para efetuar o cálculo da pegada de carbono são comuns aos tratores e aos reboques frigoríficos. A partir da Etapa 3, o processo realizado foi diferente uma vez que os dados não foram recolhidos através do SGT. De seguida, será explicada cada etapa.

### → **Etapa 3: Recolha de dados**

Para obter o consumo de combustível (em litros de *Diesel*) de cada reboque (ThermoKing SLXe ou SLXi) recorreu-se ao Departamento Financeiro/Contabilidade. O consumo de combustível de cada reboque pode ser consultado no Anexo F.

Constatou-se que existem 128 reboques frigoríficos com *Eurostandard IV*.

### → **Etapa 4: Cálculo da pegada de carbono dos reboques frigoríficos**

---

A segunda fase consiste em calcular a pegada de carbono dos reboques frigoríficos da frota própria da Olano, a nível anual devido à disponibilidade de dados.

Numa nova folha em *Excel* foram colocados os seguintes dados:

- ✓ Coluna A: Matrícula do reboque;
- ✓ Coluna B: Consumo de combustível (l);
- ✓ Coluna C: Consumo de energia WTW (MJ);
- ✓ Coluna D: Emissões de GEE WTW (kg CO<sub>2</sub>e);
- ✓ Coluna E: Consumo de energia TTW (MJ);
- ✓ Coluna F: Emissões de GEE TTW (kg CO<sub>2</sub>e).

A matrícula e o consumo de combustível de cada reboque foram recolhidos no Departamento de Contabilidade/Financeiro. Para efetuar os cálculos do consumo de energia (MJ) e emissões de GEE (kg CO<sub>2</sub>e) WTW e TTW foram utilizadas as fórmulas apresentadas anteriormente. No Anexo F podem ser consultada uma amostra destes valores.

→ **Etapa 5: Declarar os resultados do consumo de energia e das emissões de gases com efeito de estufa para toda a operação de transportes**

Para declarar os resultados do consumo de energia e das emissões de GEE de toda a operação de transporte foram somados os resultados obtidos no cálculo da pegada de anual relativa aos tratores e aos reboques frigoríficos.

Por último foi construída uma *Dashboard* para o Cenário 1, 2, 3 e 4 e para sintetizar o conjunto de resultados dos reboques frigoríficos que se encontram disponíveis no anexo respetivo. No capítulo seguinte são mostrados os resultados obtidos e a interpretação dos mesmos.

# Capítulo 7

## 7. Análise e Discussão de Resultados

No sétimo capítulo da presente dissertação são discutidos os resultados obtidos.

### 7.1. Análise da pegada de carbono dos tratores

Os dados fornecidos pelo PLS são relativos a 21.307 viagens realizadas na Europa no ano 2022, tendo sido percorridos 17.917.846,00 km, transportadas 335.176,09 toneladas e consumidos 5.526.428,48 litros de *Diesel*. Na Tabela 9 pode observar-se o conjunto de valores obtido anualmente.

Tabela 9. Quadro resumo dos resultados dos tratores

Parâmetro	Valor
Número de Viagens	21.307
Consumo de combustível (l)	5.526.428,48
Número de quilómetros percorridos (km)	17.917.846,00
Número de toneladas transportada (t)	335.176,09
Consumo de energia WTW (MJ)	235.978.496,02
Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	17.905.628,27
Consumo de energia TTW (MJ)	198.398.782,37
Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	14.755.564,04

Os resultados indicam que o consumo de energia WTW é 235.978.496,02 MJ, ou seja, 15,93% superior ao consumo na fase TTW que apresenta um consumo energético de 198.398.782,37 MJ. Este resultado era esperado, pois o consumo WTW abrange todo o ciclo de vida do combustível, desde a extração, produção, distribuição até o uso final no veículo. À semelhança do consumo de energia WTW e TWT, as emissões de GEE WTW foram superiores às emissões de GEE TWT, tendo-se obtido, respetivamente, os valores 17.905.628,27 kg de CO<sub>2</sub>e e, 14.755.564,04 kg de CO<sub>2</sub>e. Na Figura 19 pode observar-se os valores obtidos relativos ao consumo de energia e emissões de GEE em *Well-To-Wheel e Tank-To-Wheel* em formato de gráfico para facilitar a comparação entre estes valores.

Calculando a pegada de carbono com os indicadores kg CO<sub>2</sub>e/t e gr CO<sub>2</sub>e/t.km obteve-se os valores 53,42 kg CO<sub>2</sub>e/t e 0,0030 gr CO<sub>2</sub>e/t.km.

No total, 8.035 viagens são assinaladas como tendo valores de emissões de GEE WTW superiores ao valor médio (840,36 kg CO<sub>2</sub>e) e 13.272 viagens com valores abaixo do valor médio o que é um bom indicador do desempenho ambiental do serviço de transporte da empresa.

Obteve-se ainda que a média do fator de carga anual é 71,50%, a distância média de quilómetros percorridos em vazio é 15,29% e a média do consumo de combustível por cada viagem é 259,37 l de *Diesel*.

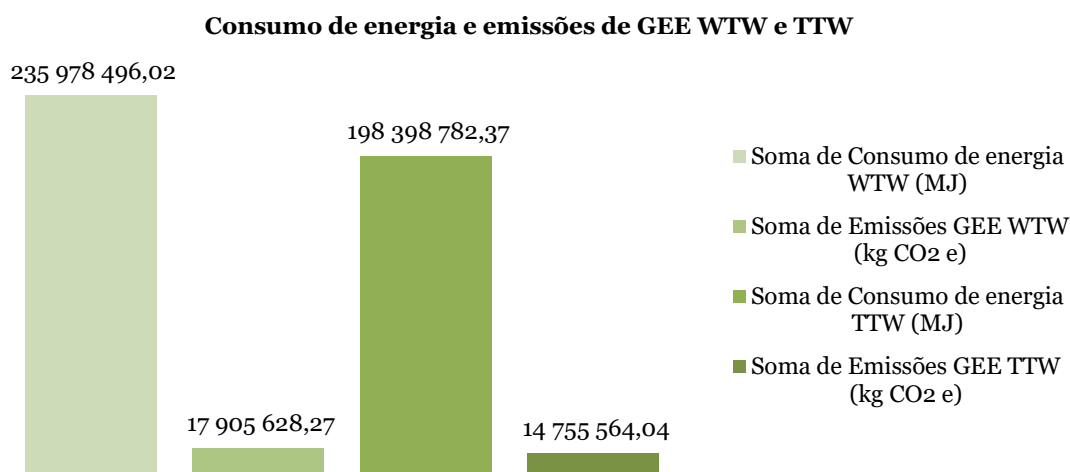


Figura 19. Consumo de energia de GEE (WTW e TTW)

Uma vez analisados os dados em termos anuais, foram analisados os cenários apresentados previamente.

#### ✓ Cenário 1

Verificou-se que no mês de março houve maior consumo de combustível (497.065,72 l) e em dezembro o menor valor (405.741,63 l). Este resultado era esperado pois o número de quilómetros percorrido em cada um destes meses apresenta o valor mais elevado e mais baixo registado ao longo de todos os meses (1.605.427,00 km e 1.334.262,00 km). A comparação destes valores pode ser feita através dos resultados mostrados na Tabela 10.

Para analisar a relação entre o consumo de combustível e a distância percorrida pelos tratores, construiu-se um diagrama de dispersão em *Excel*. Através do diagrama de

dispersão observou-se que existe uma relação aproximadamente linear entre as duas variáveis (Figura 20). Assim, procedeu-se ao cálculo da correlação de Pearson<sup>19</sup> entre as duas variáveis através da fórmula “=CORREL (B2:B13; F2:F13)”.

Obteve-se que o valor da correlação é 0,9971 o que significa que existe uma correlação positiva entre as duas variáveis e que quanto maior é a distância percorrida pelo veículo maior é o consumo de combustível do veículo. Foi realizado o mesmo procedimento entre as variáveis: consumo de combustível e peso da carga transportada e consumo de combustível e fator de carga cujos diagramas de dispersão se podem observar na Figura 21 e 22. Obteve-se que o valor da correlação de *Pearson* é 0,9307 e 0,5682, respetivamente, o que significa que existe uma correlação positiva.

Conclui-se que o fator que tem mais preponderante para o aumento do consumo de combustível é a distância percorrida seguindo-se o peso da carga transportada e, por último, o fator de carga.

Tabela 10. Consumo de combustível e distância percorrida por mês

<b>Mês</b>	<b>Consumo de combustível (l)</b>	<b>Distância percorrida (km)</b>
janeiro	449.430,41	1.448.515,00
fevereiro	436.378,23	1.410.410,00
março	497.065,71	1.605.427,00
abril	476.421,94	1.541.189,00
maio	485.737,86	1.568.551,00
junho	467.480,98	1.514.470,00
julho	491.320,00	1.590.816,00
agosto	463.162,32	1.499.244,00

<sup>19</sup> Através do cálculo da correlação é possível estabelecer uma relação entre duas variáveis. A partir dos valores das duas variáveis é construído o diagrama de dispersão que permite antever se existe uma associação entre as mesmas. Existem dois tipos de correlação: correlação positiva (quando uma das variáveis aumenta e a outra, em média, também aumenta) e a correlação negativa (quando uma das variáveis aumenta e a outra, em média, diminui). O coeficiente de correlação mede o grau de associação linear entre as variáveis. Este valor pode variar entre -1 (correlação negativa e perfeita entre as duas variáveis) e 1 (existe uma correlação perfeita e positiva entre as duas variáveis). Caso o valor da correlação seja 0, significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma outra dependência que seja “não linear” e a relação entre as duas variáveis deve ser investigada por outros meios (Murteira *et al.*, 2015).

setembro	466.564,83	1.511.463,00
outubro	449.749,07	1.459.919,00
novembro	437.375,51	1.433.580,00
dezembro	405.741,63	1.334.262,00

**Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e distância percorrida (por mês)**

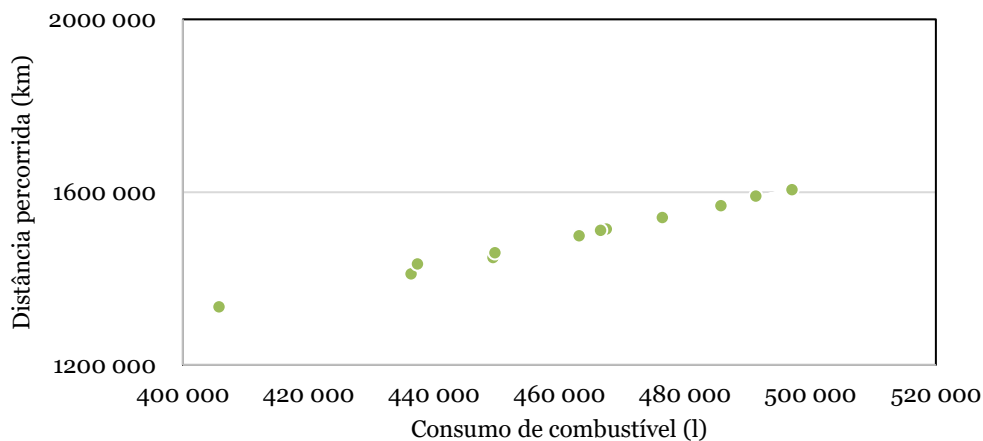


Figura 20. Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e distância percorrida (por mês)

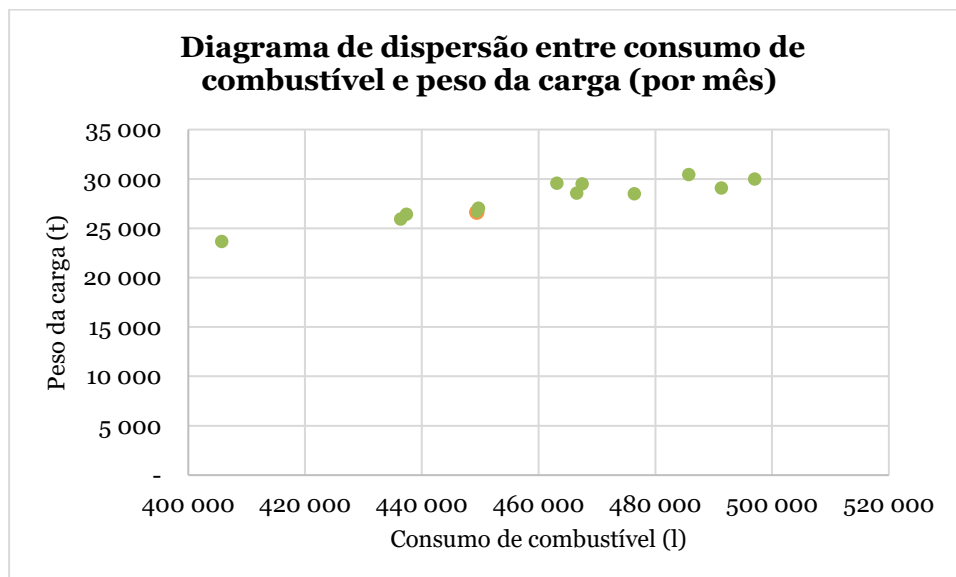


Figura 21. Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e peso da carga (por mês)

### Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e fator de carga (por mês)

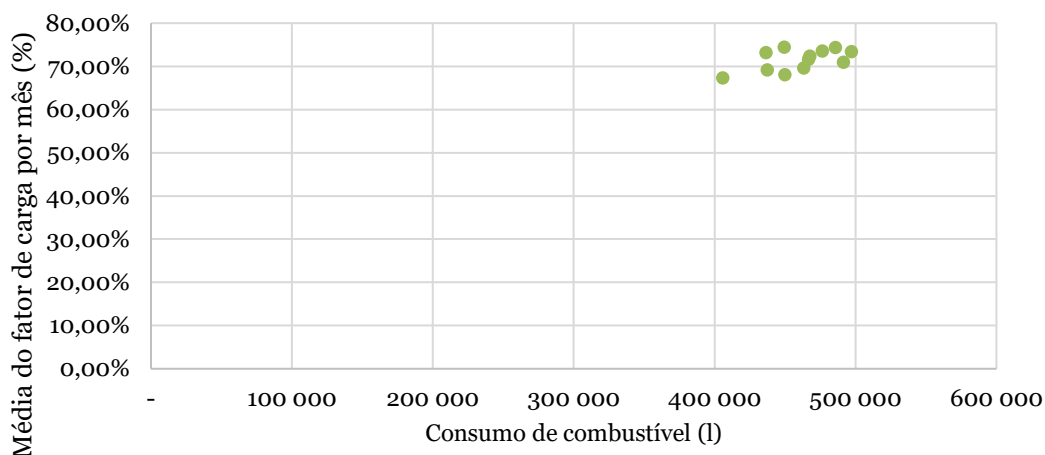


Figura 22. Diagrama de dispersão entre consumo de combustível e fator de carga (por mês)

O consumo de energia (MJ) e de emissões de GEE (kg CO<sub>2</sub>e) WTW e TTW em cada mês podem ser observados na Tabela 11 e 12, respectivamente. Os meses de março e julho foram os meses que registaram os valores mais elevados. Em março, estes valores são, 21.224.706,02 MJ e 1.610.492,92 kg de CO<sub>2</sub>e em WTW; na fase TTW estes valores são 17.844.659,16 MJ e 1.327.165,46 kg de CO<sub>2</sub>.

Os meses com menor impacto ambiental são fevereiro e dezembro, que apresentam as emissões de GEE mais baixas, respectivamente, 1.413.865,46 kg de CO<sub>2</sub>e e 1.314.602,87 kg de CO<sub>2</sub>e (em termos WTW).

Tabela 11. Consumo de energia por mês (WTW e TWT )

Mês	Consumo de energia WTW (MJ)	Consumo de energia TTW (MJ)
janeiro	19.190.678,47	16.134.551,69
fevereiro	18.633.350,31	15.665.978,36
março	21.224.706,02	17.844.659,16
abril	20.343.216,79	17.103.547,61
maio	20.741.006,48	17.437.989,05
junho	19.961.437,96	16.782.567,27
julho	20.979.363,81	17.638.387,84
agosto	19.777.030,95	16.627.527,20
setembro	19.922.318,06	16.749.677,24

outubro	19.204.285,42	16.145.991,73
novembro	18.675.934,36	15.701.780,88
dezembro	17.325.167,39	14.566.124,34

Tabela 12. Emissões de gases com efeito de estufa por mês (WTW e TTW)

<b>Mês</b>	<b>Emissões GEE WTW (kg CO<sub>2</sub>e)</b>	<b>Emissões GEE TTW (kg CO<sub>2</sub>e)</b>
janeiro	1.456.154,53	1.199.979,19
fevereiro	1.413.865,46	1.165.129,87
março	1.610.492,92	1.327.165,46
abril	1.543.607,08	1.272.046,58
maio	1.573.790,66	1.296.920,08
junho	1.514.638,38	1.248.174,22
julho	1.591.876,79	1.311.824,39
agosto	1.500.645,91	1.236.643,39
setembro	1.511.670,04	1.245.728,08
outubro	1.457.187,00	1.200.830,03
novembro	1.417.096,66	1.167.792,62
dezembro	1.314.602,87	1.083.330,14

No gráfico da Figura 23 pode visualizar-se a variação da pegada de carbono (emissões de GEE WTW) por mês (kg CO<sub>2</sub>e).

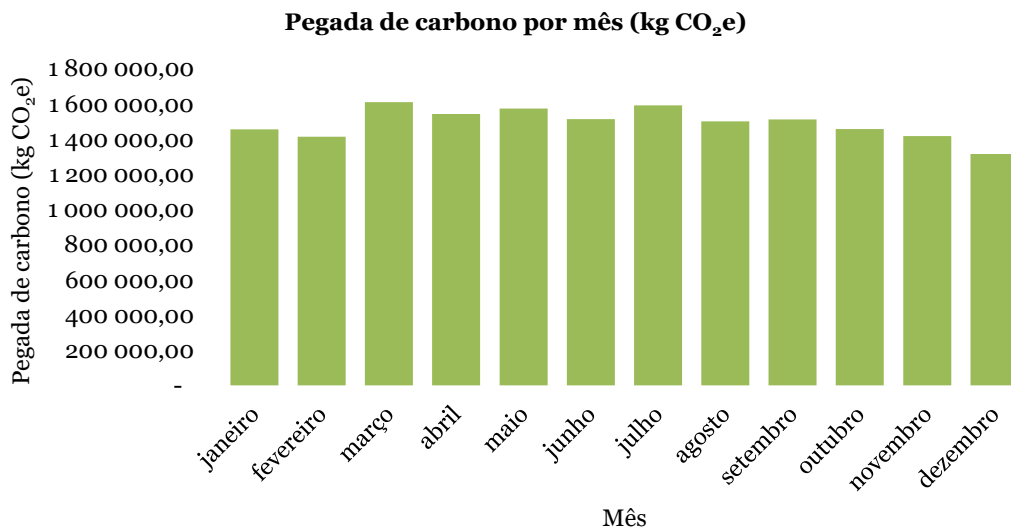


Figura 23. Pegada de carbono por mês (kg CO<sub>2</sub>e)

Calculando a pegada de carbono em kg CO<sub>2</sub>e/t por mês, os valores mostram que em dezembro foi registado o maior valor de 55,57 kg CO<sub>2</sub>e/t o que é expectável dado que o peso da carga transportada (23.658,74 t) e a distância percorrida foi inferior aos restantes meses, o que implicou um menor consumo de combustível.

Em segundo lugar, aparece o mês de julho com o valor de 54,77 kg CO<sub>2</sub>e/t. Em termos de toneladas transportadas, foram carregadas 29.064,59 t de bens. De seguida, está fevereiro, no qual foram emitidos 54,39 kg CO<sub>2</sub>e/t ao qual está associado o transporte de 25.903,51 t. Para efeitos comparativos mostra-se o gráfico da pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t) por mês na Figura 24. O valor do peso da mercadoria transportada por mês pode ser observadas na Figura 25.

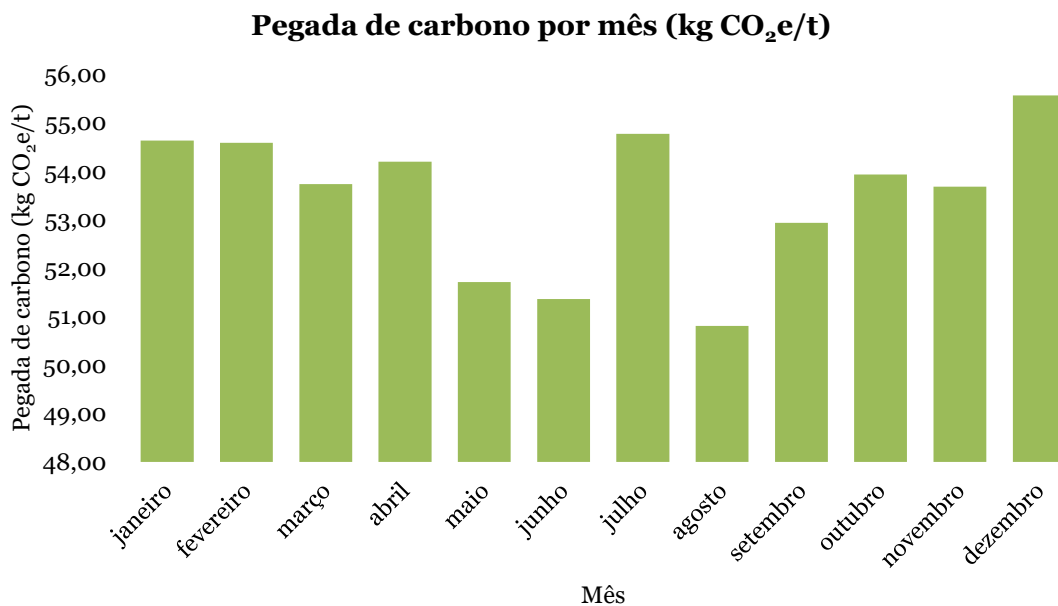


Figura 24. Pegada de carbono por mês (kg CO<sub>2</sub>e/t)

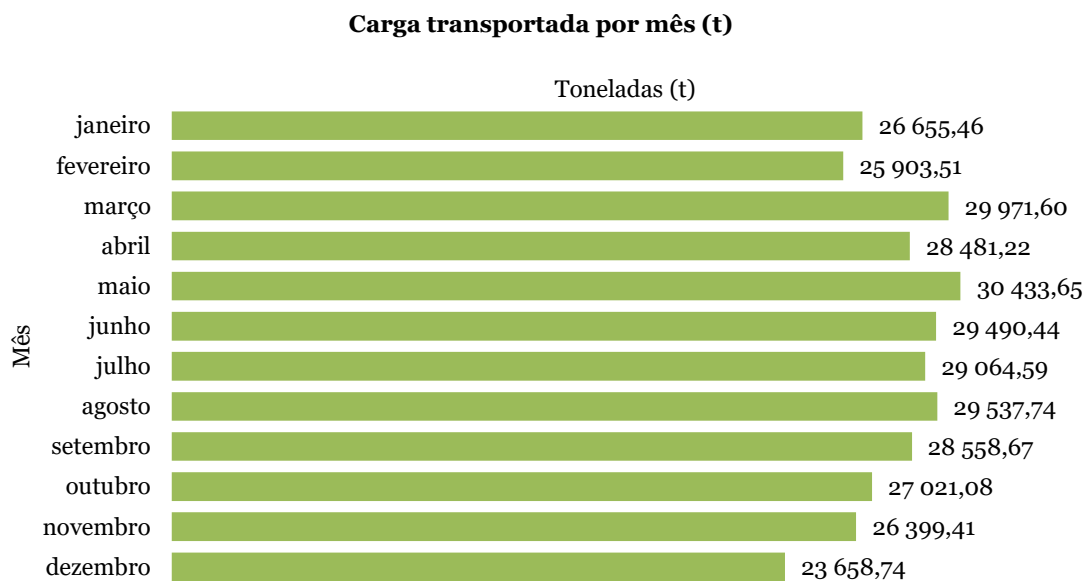


Figura 25. Carga transportada por mês (t)

Declarando os resultados da pegada de carbono em gr CO<sub>2</sub>e/t.km verifica-se que foi registado o valor mais elevado no mês de dezembro (0,0416 gr CO<sub>2</sub>e/t.km) e a mínima em maio (0,0330 gr CO<sub>2</sub>e/t.km). O resultado do mês de dezembro está dentro do que era expectável dado que em comparação com os restantes meses, em dezembro registou-se o valor de toneladas transportadas e de distância percorrida mais baixos. Maio, foi o mês em que o valor de toneladas transportadas foi o mais elevado e o número de quilómetros percorrido também foi dos mais elevados (1.568.551,00 km), sendo apenas superior em

março (1.605.427,00 km) e em julho (1.590.816,00 km). Para efeitos de comparação pode-se consultar o gráfico da Figura 26.

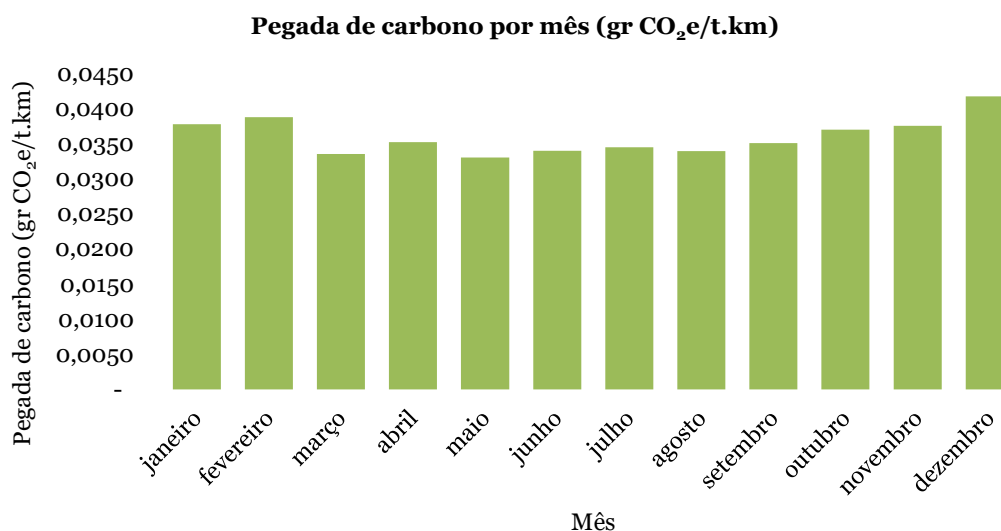


Figura 26. Pegada de carbono por mês (gr CO<sub>2</sub>e/t.km)

A média do fator de carga mais elevada e mais baixa foi registrada em janeiro e dezembro, respectivamente, obtendo-se os seguintes valores 74,42 % e 67,34%.

Em relação à percentagem de quilómetros percorridos em vazio, o maior valor registrado foi em novembro (16,11%) e o menor valor registrado foi em setembro (13,93%).

Os valores utilizados para efetuar os cálculos no Cenário 1 podem ser consultados no Anexo B.

#### → Cenário 2

Neste cenário foi avaliada a pegada de carbono associada a cada trator ao longo do ano 2022.

Em termos de consumo de combustível o veículo “08xn88” tem registrado o menor valor de consumo de combustível (42.653,57 l) e o veículo “56SP38” tem o maior consumo de combustível (72.839,31 l). Em termos de número de quilómetros percorridos o veículo “85RG20” tem registrado o valor mais baixo (127.110 km) e o veículo “AI02OM” tem o valor mais elevado (235.689,00 km). Isto implica que o consumo de combustível não está relacionado unicamente com a distância percorrida por cada veículo e podem ser

investigadas outras causas que influenciam o consumo de combustível nos tratores da Olano.

Através dos cálculos efetuados observa-se que os consumos de energia (MJ) e de emissões de GEE (kg CO<sub>2</sub>e) WTW e TTW variam significativamente. Na Tabela 13 pode verificar-se o veículo que obteve maior e menor consumo de energia e de emissões de gases com efeito de estufa.

Tabela 13. Consumo de energia e emissões de gases com efeito de estufa por trator

Veículo	WTW		TTW	
	Consumo de energia (MJ)	Emissões GEE (kg CO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia (MJ)	Emissões GEE (kg CO <sub>2</sub> e)
08XN88	1.821.307,42	138.197,57	1.531.263,15	113.885,03
56SP38	3.110.238,38	235.999,35	2.614.931,10	194.480,95

De seguida, foi calculada a pegada de carbono anual por trator em (kg CO<sub>2</sub>e/t). Os resultados obtidos evidenciam que o veículo mais eficiente tendo por base este indicador é o veículo com a matrícula “56SP38” e o menos eficiente é o “AA02UM”. Verifica-se que existe uma diferença substancial entre das emissões de GEE dos dois veículos, enquanto o veículo “56SP38” emite 18,44 kg CO<sub>2</sub>e/t, o veículo “AA02UM” emite 86,73 kg CO<sub>2</sub>e/t. A diferença em termos percentuais é de 76,96%. Contudo, não se deve basear esta avaliação considerando a carga transportada dado que este valor flutua consoante a procura dos clientes e a seleção do veículo para realizar cada viagem.

Por último, a fim de compreender quais são os veículos mais eficientes da frota considerando o combustível consumido por cada veículo, o fator de emissão do combustível utilizado, o peso da carga e a distância percorrida por cada trator, foi calculada a pegada de carbono com o indicador gr CO<sub>2</sub>e/t.km. Esta avaliação é fulcral pois avalia todos os parâmetros mencionados.

Os resultados obtidos evidenciam que o veículo mais eficiente é o veículo com a matrícula “56SP38” e o menos eficiente é o “64RN45”. Verifica-se que existe uma diferença substancial entre das emissões de GEE dos dois veículos, enquanto o veículo “56SP38” emite 0,0890 gr CO<sub>2</sub>e/t.km, o veículo “64RN45” emite 0,5770 gr CO<sub>2</sub>e/t.km. A diferença em termos percentuais é de 84,57%.

Para compreender a razão de obter dois veículos diferentes como sendo os menos eficientes com os indicadores kg CO<sub>2</sub>e/t e kg CO<sub>2</sub>e/t.km foram comparados os valores dos consumos de combustível (l), das toneladas transportadas (t) e o número de quilómetros percorrido dos veículos “AA02UM” e “64RN45”. Concluiu-se que o veículo “AA02UM” transportou um total de 2.134,54 toneladas de mercadoria enquanto o veículo “64RN45” transportou 2.175,54 t, o que não é uma diferença muito significativa. Contudo, a nível de consumo de combustível e de distância total percorrida, o veículo “64RN45” apresentou os valores 54.438,76 l de *Diesel* e 140.501,00 km percorridos e o veículo “AA02UM” os valores 57.135,75 l de *Diesel* e 167.682,00 km percorridos. Em termos percentuais estes valores têm uma diferença de 4,72% e 16,21%. Considera-se então que estes são os fatores que têm maior impacto na alocação de resultados com os diferentes indicadores.

Em termos de quilómetros percorridos em vazio o veículo “AL95GM” tem registado o menor valor de quilómetros percorridos em vazio (14.016,00 km) e o veículo “56SP38” tem o maior valor de quilómetros percorridos em vazio (46.586,00 km). Analisando o número de quilómetros percorridos carregado, o veículo “85RG20” tem registado o menor valor de quilómetros percorridos carregado (112.738,00 km) e o veículo “AI02OM” tem registado o maior valor de quilómetros percorridos carregado (212.668,00 km).

Em termos de fator de carga médio o veículo “64RN39” tem registado o menor valor (56,01%) e o veículo “30XV62” tem registado o maior valor médio de fator de carga (84,00%).

No Anexo C encontra-se uma amostra relativa ao desempenho de cada trator.

### ✓ Cenário 3

Verificou-se que para o fluxo Portugal -> Portugal houve o maior consumo de combustível (832.107,43 l). Este resultado era esperado pois a carga transportada, o número de viagens e a distância total percorrida apresentam os valores mais elevados em relação aos restantes fluxos. Estes valores são, 135.721,70 t, 9.963 viagens e 2.660.680,00 km. Naturalmente, os valores do consumo de energia (MJ) e da emissão de gases com efeito de estufa (kg CO<sub>2</sub>e) em WTW e TTW registados são os mais elevados. Assim, o valor da pegada de carbono do fluxo Portugal -> Portugal é 2.696.028,08 kg CO<sub>2</sub>e. Os resultados obtidos são válidos uma vez que a atividade de transporte é superior a nível nacional do que internacional.

De seguida, os fluxos mais poluentes são Portugal ->Itália e Portugal -> França para os quais o valor da pegada de carbono atribuído é 2.577.434,78 kg CO<sub>2</sub>e e 2.004.303,75 kg CO<sub>2</sub>e, respetivamente. Dada a tendência de expansão do negócio considera-se se deve manter a monitorização dos fluxos Portugal -> Itália, Itália -> França e França ->Itália. O fluxo que registou menor valor da pegada de carbono foi o fluxo Bélgica -> Holanda com o valor 92,17 kg CO<sub>2</sub>e.

Comparando o valor da pegada de carbono em kg CO<sub>2</sub>e/t conclui-se que o fluxo Holanda -> Alemanha apresentou o menor valor em termos de emissões 19,13 kg CO<sub>2</sub>e/t enquanto o fluxo França -> Dinamarca apresentou o maior valor 230,36 kg CO<sub>2</sub>/t. Os valores calculados são expectáveis considerando o valor do consumo de combustível (l), o peso da mercadoria transportada (t) e a distância percorrida (km) de cada um dos fluxos.

Analisando a pegada de carbono em gr CO<sub>2</sub>e/t.km, conclui-se que o fluxo Espanha -> Portugal, Portugal -> França e Portugal -> Portugal são os que têm valores mais baixos: 0,0278 gr CO<sub>2</sub>e/t.km, 0,0361 gr CO<sub>2</sub>e/t.km e 0,0075 gr CO<sub>2</sub>e/t.km. Os resultados são expectáveis uma vez que a quantidade de quilómetros percorridos e as toneladas transportadas apresentam os valores mais elevados para estes fluxos. Por outro lado, Espanha -> Dinamarca é o fluxo que apresenta o valor mais elevado 68,29 gr CO<sub>2</sub>e/t.km.

A nível de distância total percorrida o fluxo Bélgica -> Holanda tem registado o valor mais baixo de quilómetros (90,00 km). Os fluxos Bélgica -> Itália, Espanha -> Suíça e Portugal -> Luxemburgo têm registado o menor valor quilómetros percorridos em vazio (0 km).

Note-se ainda que o fluxo Bélgica -> Holanda tem registado o menor valor de quilómetros percorridos carregado (0 km) enquanto o fluxo Portugal -> Itália tem registado o maior valor de quilómetros percorridos carregado (2.529.486,00 km). Ressalva-se que a carga transportada no fluxo Bélgica -> Holanda tem registado o menor valor de toneladas transportadas (0 t).

Em termos de número de viagens, registou-se que os fluxos Bélgica -> Holanda, Bélgica -> Itália, Eslovénia -> Espanha, Espanha -> Dinamarca, Espanha -> Suíça, Itália -> Áustria, Polónia -> Portugal, Portugal -> Áustria, Portugal -> Dinamarca, Portugal -> Luxemburgo, Suíça -> Espanha têm associados o menor número de viagens realizadas (1 viagem).

Em termos de fator de carga fluxo Bélgica -> Holanda tem registado o menor valor de fator de carga (0,00%) pois foi realizada uma única viagem na qual na qual não foi transportado nenhum bem.

Já os fluxos Alemanha ->Itália, Áustria -> Portugal, Eslovénia -> Espanha, Eslovénia -> Portugal, Itália -> Áustria registaram o maior valor de fator de carga (100,00%) o que impacta diretamente os seus resultados na pegada de carbono sobretudo quando calculada com os indicadores kg CO<sub>2</sub>e/t e gr CO<sub>2</sub>e/t.km.

Os valores associados a cada fluxo podem ser observados no Anexo E.

#### ✓ Cenário 4

Considerou-se relevante realizar uma análise da pegada de carbono de cada cliente para obter o seu perfil a nível ambiental. É essencial realizar esta análise para a empresa para poder estabelecer estratégias com os clientes e fortalecer a sua cadeia de abastecimento. Assim, analisou-se o valor da pegada de carbono com recurso a três indicadores: kg CO<sub>2</sub>e, kg CO<sub>2</sub>e/t e kg CO<sub>2</sub>e/t.km.

Verifica-se que os clientes que apresentam maior emissão de gases com efeito de estufa são o cliente C3, C13 e C8. As emissões associadas a cada um dos clientes são, respetivamente, 7.451.061,66 kg CO<sub>2</sub>e, 812.189,05 kg CO<sub>2</sub>e, 1.289.892,30 kg CO<sub>2</sub>e. O cliente com menor pegada de carbono associada é o C337 que emitiu 5,33 kg CO<sub>2</sub>e. A diferença percentual em termos de emissões entre os clientes associados à maior e menor pegada de carbono é 99,99%, o que indica que existem perfis ambientais de clientes muito diferentes.

Na Figura 27 pode observar-se o gráfico que mostra o perfil das emissões em kg CO<sub>2</sub>e dos clientes mais poluentes.

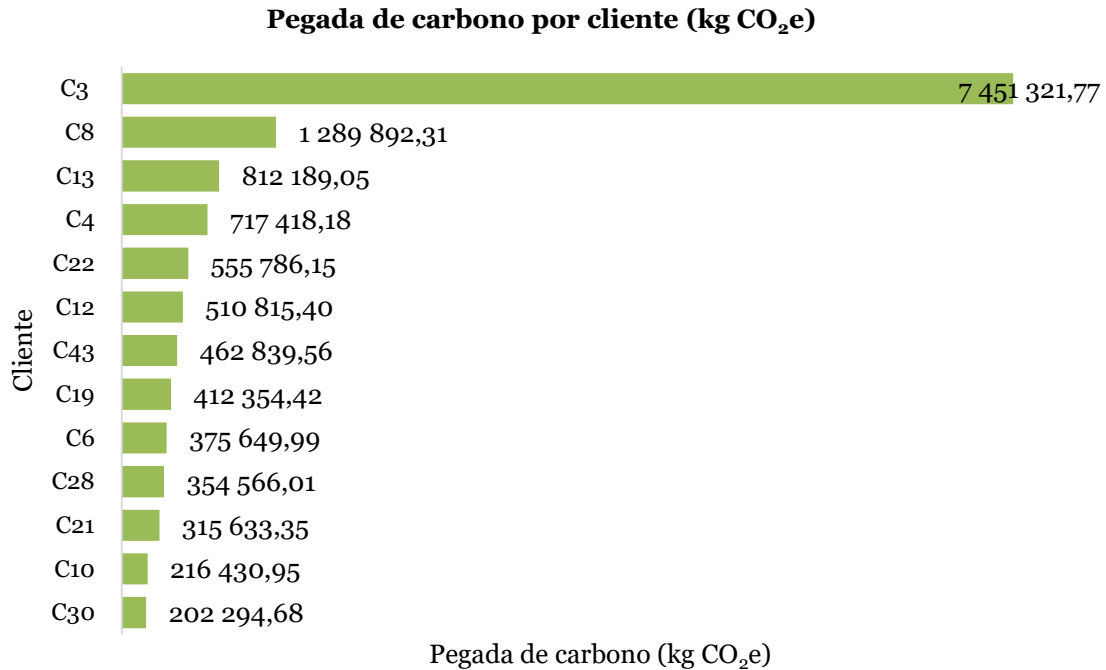


Figura 27. Pegada de carbono por cliente

Comparando o valor da pegada de carbono em kg CO<sub>2</sub>e/t conclui-se que o cliente C309 apresentou o maior valor de pegada de carbono de 343,88 kg CO<sub>2</sub>e/t enquanto o cliente C337 registou o menor valor (5,33 kg CO<sub>2</sub>e/t).

Analisando a pegada de carbono por cliente em gr CO<sub>2</sub>e/t.km, conclui-se que os clientes com menor pegada de carbono associada são o C3 e o C8. A relação entre os valores do consumo de combustível (l), distância total percorrida (km) e o peso da carga transportada (t) é próxima registando-se que o valor da pegada de carbono associada é 0,000 gr CO<sub>2</sub>e/t.km. O cliente com piores resultados neste indicador é o C357 com 41,16 gr CO<sub>2</sub>e/t.km.

Os valores podem ser consultados no Anexo E.

No subcapítulo seguinte é realizada a análise e discussão da pegada de carbono dos reboques frigoríficos.

## **7.2. Análise da pegada de carbono dos reboques frigoríficos**

Devido aos dados disponíveis só foi possível analisar a pegada de carbono anual dos reboques frigoríficos. A Tabela 14 mostra os resultados obtidos do cálculo da pegada de carbono dos reboques frigoríficos. O consumo de energia WTW é 15,93% superior ao

consumo de energia na fase TTW. Em termos de emissões de CO<sub>2</sub>e, as emissões WTW são 17,59% superiores às calculadas na fase TTW. Os gráficos correspondentes podem ser observados na Figura 28 e 29. Conclui-se que o reboque com maior e menor consumo é o “TSRGD2225” ao qual está associada a pegada de carbono de 32 772,86 kg CO<sub>2</sub>e e o reboque “TSRGD2298” com pegada de carbono no valor de 443,80 kg CO<sub>2</sub>e, respetivamente.

Em relação ao consumo de combustível o reboque “TSRGD2298” registou o menor consumo (136,98 l de *Diesel*) e o reboque “TSRGD2225” o maior consumo de (10 115,08 l de *Diesel*).

Encontra-se disponível uma amostra dos dados no Anexo F.

Tabela 14. Quadro resumo dos valores calculados para os reboques

Parâmetro	Valor
Consumo de energia WTW (MJ)	24.939.130,60
Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	1.892.336,84
Consumo de energia TTW (MJ)	20.967.559,45
Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	1.559.425,73

**Consumo de energia WTW e TTW (MJ)**

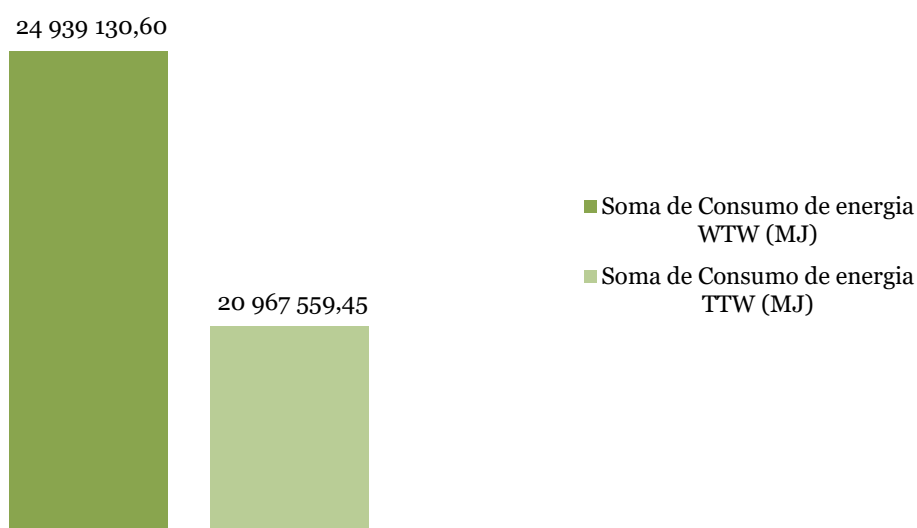


Figura 28. Consumo de energia WTW e TTW dos reboques frigoríficos

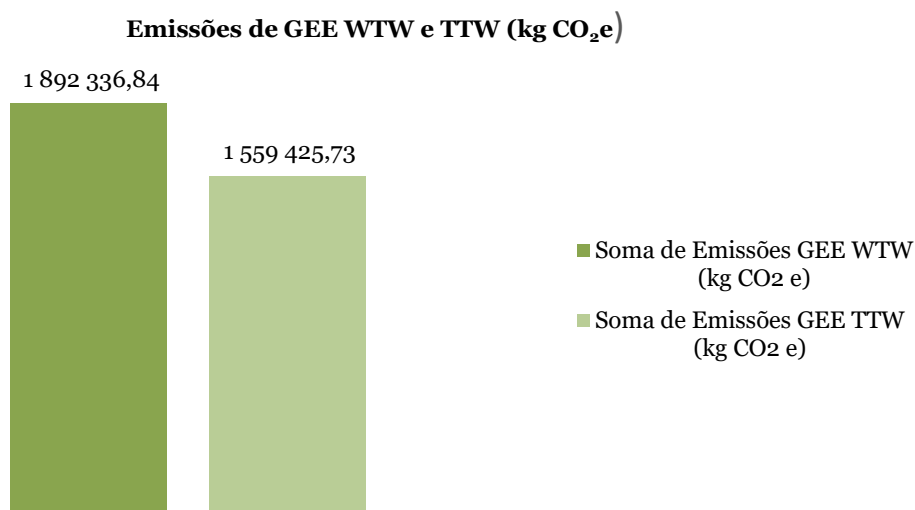


Figura 29. Emissões de GEE WTW e TTK dos reboques frigoríficos

### 7.3. Discussão de resultados

No total, no ano 2022, verificou-se que a pegada de carbono da frota própria da Olano foi 19.784.213,07 kg CO<sub>2</sub>e e foram consumidos 6.110.483,06 litros de *Diesel*. O número total de viagens analisadas é muito superior aos estudos de caso revistos, logo o valor da pegada de carbono e do consumo de combustível também são superiores.

Considera-se que os estudos de caso de Plessis *et al.* (2023) e Gialos *et al.* (2022) são os estudos mais relevantes dado que também eles calcularam a pegada de carbono de veículos rodoviários. À semelhança dos autores concluiu-se que a distância percorrida, o peso da carga transportada e o fator de carga afetam o consumo de combustível de cada veículo. No entanto, há outros fatores que influenciam a pegada de carbono da frota (declive, tipo de estrada, entre outros) e que não foram explorados na presente dissertação.

O principal objetivo deste projeto foi selecionar uma metodologia para calcular a pegada de carbono de todas as viagens realizadas pela 3PL. Considera-se que através do desenvolvimento do presente trabalho, a Olano tem um sistema para monitorizar e controlar a pegada de carbono dos seus transportes. Numa fase seguinte, seria importante elaborar um plano de ação que permita reduzir o consumo energético da frota.

Desta forma finda-se o capítulo dedicado à análise e discussão de resultados.

# Capítulo 8

## 8. Considerações finais

Neste capítulo são apresentadas as considerações finais, as limitações que se foram encontrando no trabalho e as propostas para trabalhos futuros.

### 8.1. Conclusões

Entre as principais causas das alterações climáticas associadas às atividades humanas encontram-se a queima de combustíveis fósseis, a desflorestação, os processos industriais, a agricultura, entre outras. As elevadas taxas de natalidade e o envelhecimento da população aumentam a procura de recursos como a terra, a água e os alimentos podendo levar à sua depleção acentuada. Todas as causas apresentadas trazem consequências que podem classificar-se como físicas (aquecimento global, eventos climáticos extremos, subida do nível do mar e alterações nos padrões de precipitação), ecológicas (perturbação nos ecossistemas) e socioeconómicas (implicações sociais, geopolíticas e económicas e impactes na saúde humana).

Os estudos demonstram que as emissões de gases com efeito de estufa são a maior causa das alterações climáticas e são maioritariamente atribuídas às atividades humanas. Globalmente, verifica-se que as emissões de GEE têm sofrido um abrandamento entre 1990 e 2021. Na União Europeia e em Portugal as emissões de GEE têm reduzido entre 1990 e 2020 e, 1990 e 2021, respetivamente. É necessário tomar medidas para continuar a reduzir as emissões de GEE e poder atingir a neutralidade climática.

Conclui-se que o setor dos transportes é um dos principais responsáveis pela emissão de gases com efeito de estufa. O aumento da atividade deste setor implica o aumento da emissão destes gases e consequentemente um aumento do impacte ambiental no que respeita às alterações climáticas. As empresas têm mostrado uma preocupação crescente na avaliação das suas emissões de gases que contribuem para o efeito de estufa tornando-se cada vez mais recorrente efetuarem a avaliação da pegada de carbono.

A literatura revela que existem diversos métodos que podem ser aplicados para calcular a pegada de carbono. Na presente dissertação recorreu-se à abordagem *Well-To-Wheel* para calcular as emissões de gases com efeito de estufa das viagens realizadas pelos veículos da PSL. Os resultados demonstram que a pegada de carbono dos tratores é 17.905.628,27 kg CO<sub>2</sub>e a pegada de carbono dos reboques frigoríficos é 1.878.584,80 kg

CO<sub>2</sub>e. Através da análise realizada concluiu-se que o veículo mais eficiente a nível energético é “56SP38” e o veículo menos amigo do ambiente é o “64RN45”. Analisando as emissões de GEE por fluxos conclui-se que o fluxo Portugal -> Portugal é o que apresenta o valor mais elevado. A nível de clientes, o cliente com maior perfil de emissões de GEE é o C3. Os meses de maio e março são os que apresentaram valores de emissão de GEE mais elevados comparando com os restantes meses do ano.

Considera-se que os objetivos principais e específicos desta dissertação foram cumpridos.

## **8.2. Limitações do trabalho realizado**

Neste subcapítulo são apresentadas todas as limitações que ocorreram no desenvolvimento deste trabalho.

A primeira limitação foi o tempo e os recursos humanos disponíveis para realizar a recolha e tratamento de dados na empresa devido ao elevado número de entradas a analisar. Foram necessários quatro meses para concluir esta parte do trabalho. Para facilitar este processo foram criadas as regras de validação de dados.

Outra dificuldade encontrada foi o facto de os dados terem sido mal inseridos no SGT e terem de ser retificados recorrendo aos documentos do serviço de transporte de uma viagem, que, muitas vezes eram ilegíveis tendo de se recorrer a outro documento disponível.

Por último, aponta-se que a falta de experiência no setor logístico pode ter limitado a realização deste trabalho.

Apesar das limitações mencionadas, considera-se que os objetivos propostos foram cumpridos.

## **8.3. Propostas de trabalhos futuros**

Neste subcapítulo são apresentadas algumas sugestões que podem ser exploradas em trabalhos futuros.

A primeira sugestão é calcular as emissões de GEE do processo de transporte de veículos próprios e subcontratados pela multinacional e criar mais regras para a validação de dados.

Elaborar procedimentos para melhorar a qualidade dos dados inseridos no SGT para aumentar a fiabilidade dos resultados obtidos e facilitar o processo de recolha e tratamento de dados.

Outra sugestão é por estudar metodologias para calcular a pegada de carbono de todas as atividades realizadas pela empresa.

Sugere-se também analisar as emissões dos clientes com maiores emissões de CO<sub>2</sub> estudando as rotas utilizadas para a entrega das mercadorias e averiguar como se pode otimizar o percurso para diminuir a pegada de carbono.

Deixa-se também a sugestão da criação de uma *ecolabel* tendo por base as emissões de GEE para os veículos e para os clientes. Pode ainda ser estudada a vantagem competitiva, modelos de negócio e o comportamento de consumidores perante a utilização de *ecolabels* e compreender de que forma as *ecolabels* podem ser integradas na otimização de processos.

Por último, sugere-se realizar uma análise custo-benefício de renovação da frota para veículos mais ecológicos e verificar em termos monetários as vantagens ou desvantagens que daí advieram.



## Bibliografia

Agência Portuguesa do Ambiente. (2023). National Inventory Report 2023 Portugal. Disponível em: [https://apambiente.pt/sites/default/files/\\_Clima/Inventarios/20230404/NIR202315%20April.pdf](https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20230404/NIR202315%20April.pdf) [Acedido em: 8 de maio de 2023]

Ali, S., Darsan, J., Singh, A., & Wilson, M. (2018). Sustainable coastal ecosystem management – An evolving paradigm and its application to Caribbean SIDS. *Ocean and Coastal Management*, 163, 173–184. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.06.004>

Andersen, S. O., Gao, S., Carvalho, S., Ferris, T., Gonzalez, Sherman, N.J., Wei, Y., & Zaelke, D. (2021). Narrowing feedstock exemptions under the Montreal Protocol has multiple environmental benefits. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118 (49). <https://doi.org/10.1073/pnas.2022668118>

Apata, O., Adebayo, A. V., & Ainah, P. K. (2021). Renewable energy systems and the fourth industrial revolution. *IEEE PES/IAS PowerAfrica*, Nairobi, Kenya, 2021. <https://doi.org/10.1109/PowerAfrica52236.2021.9543307>

Arocena, P., Orcos, R., & Zouaghi, F. (2023). The scope of implementation of ISO 14001 by multinational enterprises: The role of liabilities of origin. *Journal of Environmental Management*, 327, 116844. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116844>

ASQExcellence. (2019). What is Benchmarking? Disponível em: <https://asq.org/quality-resources/benchmarking> [Acedido em: 21 de setembro de 2023]

Avtar, R., Sahu, N., Aggarwal, A. K., Chakraborty, S., Kharrazi, A., Yunus, A. P., Dou, J., & Kurniawan, T. A. (2019). Exploring Renewable Energy Resources Using Remote Sensing and GIS – A Review. *Resources*, 8 (3), 149. <https://doi.org/10.3390/resources8030149>

Balogh, J. M., & Mizik, T. (2023). Global Impacts of Climate Policy and Trade Agreements on Greenhouse Gas Emissions. *Agriculture*, 13 (2), 424. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020424>

Ban, J., Shi, W., Cui, L., Liu, X., Jiang, C., Han, L., Wang, R., & Li, T. (2019). Health-risk perception and its mediating effect on protective behavioral adaptation to heat waves. *Environmental Research*, 172, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.006>

Banco de Portugal. (2022). Análise das empresas no setor dos transportes. Disponível em: <https://bpstat.bportugal.pt/conteudos/publicacoes/1343> [Acedido em: 8 de março de 2023]

Barbosa, A. S., Bueno da Silva, L., Morioka, S. N., Silva, J. M. N., & de Souza, V. F. (2023). Integrated management systems and organizational performance: a multidimensional perspective. *Total Quality Management & Business Excellence*, *34* (11-12), 1469–1507. <https://doi.org/10.1080/14783363.2023.2181153>

Bermeo, J. F., Rodríguez, V. M., & Alvarez, M. J. (2018). Carbon footprint in corporate logistics operations in the food sector. *Environmental Quality Management*, *27*, 135–146. <https://doi.org/10.1002/tqem.21535>

Bhattacharjee, A. (2012). Social Science Research: Principles, Methods, and Practices. Scholar Commons - University of South Florida. Disponível em: [https://digitalcommons.usf.edu/oa\\_textbooks/3](https://digitalcommons.usf.edu/oa_textbooks/3). [Acedido em: 1 de maio de 2023]

Birkenberg, A., & Birner, R. (2018). The world's first carbon neutral coffee: Lessons on certification and innovation from a pioneer case in Costa Rica. *Journal of Cleaner Production*, *189*, 485–501. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.226>

BRCGS. (2023). Storage and Distribution Certification. Disponível em: <https://www.brcgs.com/our-standards/storage-and-distribution/benefits/> [Acedido em: 20 de abril de 2023]

Cafaro, P., Hansson, P., & Götmark, F. (2022). Overpopulation is a major cause of biodiversity loss and smaller human populations are necessary to preserve what is left. *Biological Conservation*, *272*, 109646. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109646>

Calzadilla, P. V. (2021). The Sustainable Development Goals, climate crisis and sustained injustices. *Oñati Socio-Legal Series*, *11* (1), 285–314. <https://doi.org/10.35295/OSLS.IISL/0000-0000-0000-1158>

Caporali, E., Lompi, M., Pacetti, T., Chiarello, V., & Fatichi, S. (2021). A review of studies on observed precipitation trends in Italy. *International Journal of Climatology*, *41* (S1), E1–E25. <https://doi.org/10.1002/joc.6741>

Centobelli, P., Cerchione, R., & Esposito, E. (2020). Pursuing supply chain sustainable development goals through the adoption of green practices and enabling technologies: A

cross-country analysis of LSPs. *Technological Forecasting & Social Change*, 153, 119920. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119920>

Centro de Informação Europeia Jacques Delors. (2023). Mercado Único Europeu. Disponível em: <https://eurocid.mne.gov.pt/mercado-unico-europeu-30-anos> [Acedido em: 15 de março de 2023]

Chalupová, M., Rojík, S., Kotoučková, H., & Kauerová, L. (2021). Food Labels (Quality, Origin, and Sustainability): The Experience of Czech Producers. *Sustainability*, 13 (1), 318. <https://doi.org/10.3390/su13010318>

Chen, J., Li, X., Martel, J., Brissette, F. P., Zhang, X. J., & Frei, A. (2021). Relative Importance of Internal Climate Variability versus Anthropogenic Climate Change in Global Climate Change. *Journal of Climate*, 34 (2), 465–478. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-20-0424.1>

Cherrafi, A., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Mishra, N., Ghobadian, A., & Elfezazi, S. (2018). Lean, green practices and process innovation: A model for green supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 206, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.09.031>

Chocholac, J., Hruska, R., Machalik, S., Sommerauerova, D., & Sohajek, P. (2021). Framework for greenhouse gas emissions calculations in the context of road freight transport for the automotive industry. *Sustainability*, 13 (7), 4068, 1–28. <https://doi.org/10.3390/su13074068>

Comissão Europeia. (2023). Legislation for the organics sector. Disponível em: [https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/legislation\\_en](https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/legislation_en) [Acedido em: 8 de março de 2023]

Crane-Kramer, G., & Buckberry, J. (2023). Changes in health with the rise of industry. *International Journal of Paleopathology*, 40, 99–102. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2022.12.005>

Cui, D., Liang, S., & Wang, D. (2021). Observed and projected changes in global climate zones based on Köppen climate classification. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 12 (3), 1–28. <https://doi.org/10.1002/wcc.701>

Czódöröová, R., & Gnap, J. (2023). Investigation of the Effectiveness of the Introduction of the Quality Management System According to the ISO 9001 Standard in Transport

Companies: Slovakia Case Study. *Sustainability*, 15 (3), 2401.  
<https://doi.org/10.3390/su15032401>

Dannevig, H., Korsbrekke, M. H., & Hovelsrud, G. K. (2022). Advancements of sustainable development goals in co-production. *Climate Risk Management*, 36, 100438. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100438>

Dehdari, P., Wlcek, H., & Furmans, K. (2023). An updated literature review of CO<sub>2</sub>e calculation in road freight transportation. *Multimodal Transportation*, 2 (2), 100068. <https://doi.org/10.1016/j.multra.2022.100068>

Direção-Geral das Atividades Económicas. (2022). Dashboard de monitorização das empresas nacionais não financeiras. Disponível em: <https://www.dgae.gov.pt/estatisticas/dashboard-de-monitorizacao-das-empresas-nacionais-nao-financeiras.aspx> [Acedido em: 20 de julho de 2023]

Durand, G., Broeke, M. R. Van Den, Cozannet, G. L., Edwards, T. L., Holland, P. R., Jourdain, N. C., Marzeion, B., Mottram, R., Nicholls, R. J., Pattyn, F., Paul, F., Slangen, A. B. A., & Leo, F. (2022). Sea-Level Rise: From Global Perspectives to Local Services. *Frontiers in Marine Science*, 8, 709595. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.709595>

Ecocert. (2023). Organic agriculture Europe. Disponível em: <https://www.ecocert.com/en/certification-detail/organic-farming-europe-eu-n-848-2018> [Acedido em: 1 de abril de 2023]

Erdogan, A., Dincer, I., & Nitefor, M. (2023). A new renewable energy system integrated with compressed air energy storage and multistage desalination. *Energy*, 268, 126723. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.126723>

European Environment Agency. (2022). Trends and projections in Europe 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2800/16646> [Acedido em: 25 de março de 2023]

Eurostat. (2023). Glossary: Carbon dioxide equivalent. Disponível em: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon\\_dioxide\\_equivalent](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent) [Acedido em: 22 de fevereiro de 2023]

Fenner, A. E., Kibert, C. J., Woo, J., Morque, S., Razkenari, M., Hakim, H., & Lu, X. (2018). The carbon footprint of buildings: A review of methodologies and applications.

*Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 1142–1152.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.012>

Gialos, A., Zeimpekis, V., Madas, M., & Papageorgiou, K. (2022). Calculation and Assessment of CO<sub>2</sub>e Emissions in Road Freight Transportation: A Greek Case Study. *Sustainability*, 14 (17), 10724. <https://doi.org/10.3390/su141710724>

Giovanni, P., & Cariola, A. (2021). Process innovation through industry 4.0 technologies, lean practices and green supply chains. *Research in Transportation Economics*, 90, 100869. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100869>

Gkanatsas, E., & Krikke, H. (2020). Towards a Pro-Silience Framework : A Literature Review on Quantitative Modelling of Resilient 3PL Supply Chain Network Designs. *Sustainability*, 12 (10), 4323. <https://doi.org/10.3390/su12104323>

Groupe Olano. (2023a). Our Brochures. Disponível em: <https://www.groupe-olano.com/en/our-brochures/> [Acedido em: 5 de abril de 2023]

Groupe Olano. (2023b). Olano Logistique Verte. Disponível em: <https://www.groupe-olano.com/en/> [Acedido em: 28 de dezembro de 2022]

Gumbo, S., Twinomurinzi, H., Bwalya, K., & Wamba, S. F. (2023). Skills provisioning for the Fourth Industrial Revolution: A Bibliometric Analysis. *Procedia Computer Science*, 219, 924–932. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.368>

Hao, H., Geng, Y., Li, W., & Guo, B. (2015). Energy consumption and GHG emissions from China's freight transport sector: Scenarios through 2050. *Energy Policy*, 85, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.05.016>

He, B., Liu, Y., Zeng, L., Wang, S., Zhang, D., & Yu, Q. (2019). Product carbon footprint across sustainable supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118320. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118320>

Hendrixson, A., & Hartmann, B. (2019). Threats and burdens: Challenging scarcity-driven narratives of “overpopulation”. *Geoforum*, 101, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.08.009>

Hlatká, M., & Bartuška, L. (2018). Comparing the Calculations of Energy Consumption and Greenhouse Gases Emissions of Passenger Transport Service. *International Journal of Maritime Science & Technology*, 65 (4), 224–229. <https://doi.org/10.17818/NM/2018/4SI.11>

Hofbauer, F., & Putz, L. M. (2020). External costs in inland waterway transport: An analysis of external cost categories and calculation methods. *Sustainability*, 12 (14), 5874. <https://doi.org/10.3390/su12145874>

Hörandner, L., Egger, L.P., Beil, D. (2023). Calculating Emissions Along Multimodal Transport Chains - Standards, Difficulties and Problems. Em Li, Y., Hu, Y., Rigo, P., Lefler, F.E., & Zhao, G. (Eds.), *Proceedings of PIANC Smart Rivers 2022. PIANC 2022. Lecture Notes in Civil Engineering*, 264, 1338–1341. Singapura: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-6138-0\\_117](https://doi.org/10.1007/978-981-19-6138-0_117)

Huang, H., Cui, H., & Ge, Q. (2021). Assessment of potential risks induced by increasing extreme precipitation under climate change. *Natural Hazards*, 108, 2059–2079. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04768-9>

Huang, X., Tie, Y., Jiang, J., Deng, L., & Che, D. (2023). Water washing of biomass and biochar. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 56, 103066. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2023.103066>

Huckelba, A. L., & Lange, P. A. M. Van. (2020). The Silent Killer: Consequences of Climate Change and How to Survive Past the Year 2050. *Sustainability*, 12 (9), 3757. <https://doi.org/10.3390/su12093757>

Hwa Baek, C. (2021). A study on the change in service quality in the era of the 4th industrial revolution compared to the existing service quality evaluation. *2021 21st ACIS International Semi-Virtual Winter Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing, (SNPD-Winter)*, Ho Chi Minh City, Vietnam, 2021, 156–158. <https://doi.org/10.1109/SNPDWinter52325.2021.00041>

Instituto Nacional de Estatística. (2007). Classificação Portuguesa das Actividades Económicas Rev.3.Disponível em: [https://www.ine.pt/ine\\_novidades/semin/cae/CAE\\_REV\\_3.pdf](https://www.ine.pt/ine_novidades/semin/cae/CAE_REV_3.pdf) [Acedido em: 25 de março de 2023]

Instituto Nacional de Estatística. (2015a). Produto Interno Bruto. Disponível em: <https://smi.ine.pt/Conceito/Detalhes/8283#Gloss%C3%A1rio> [Acedido em: 21 de setembro de 2023]

Instituto Nacional de Estatística. (2015b). Valor Acrescentado Bruto. Disponível em: <https://smi.ine.pt/Conceito/Detalhes/8288?modal=1> [Acedido em: 21 de setembro de 2023]

Instituto Nacional de Estatística. (2015c). Formação Bruta de Capital Fixo. Disponível em: <https://smi.ine.pt/Conceito/Detalhes/8281?modal=1> [Acedido em: 21 de setembro de 2023]

International Feature Standards. (2023). Disponível em: <https://www.ifs-certification.com/en/logistics-standard> [Acedido em: 25 de março de 2023]

International Resource Panel. (2016). Food Systems and Natural Resources. Disponível em: <https://www.resourcepanel.org/reports/food-systems-and-natural-resources> [Acedido em: 6 de maio de 2023]

IPCC. (2022a). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Disponível em: [https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg2/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf) [Acedido em: 14 de maio de 2023]

IPCC. (2022b). 6th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Transport. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGIII\\_Chapter10.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_Chapter10.pdf) [Acedido em: 15 de maio de 2023]

IPCC. (2023a). Annex I Glossary IPCC AR6 SYR. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_Annex-I.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_Annex-I.pdf) [Acedido em: 16 de maio de 2023]

IPCC. (2023b). Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6). Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf) [Acedido em: 16 de maio de 2023]

Jakučionytė-Skodienė, M., Krikštolaitis, R., & Liobikienė, G. (2022). The contribution of changes in climate-friendly behaviour, climate change concern and personal responsibility to household greenhouse gas emissions: Heating/cooling and transport activities in the European Union. *Energy*, 246, 123387. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123387>

Jamali, M. B., & Rasti-Barzoki, M. (2019). A game theoretic approach to investigate the effects of third-party logistics in a sustainable supply chain by reducing delivery time and carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, 235, 636–652. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.348>

Ji, Y., Fu, J., Lu, Y., & Liu, B. (2023). Three-dimensional-based global drought projection under global warming tendency. *Atmospheric Research*, 291, 106812. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2023.106812>

Jones, D. B., Harrison, S., Anderson, K., & Whalley, W. B. (2019). Rock glaciers and mountain hydrology: A review. *Earth-Science Reviews*, 193, 66–90. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.04.001>

Jornal o Interior. (2019). Olano é líder da logística de frio a partir da Guarda. Disponível em: <https://ointerior.pt/sociedade/olano-e-lider-da-logistica-de-frio-a-partir-da-guarda/> [Acedido em: 1 de abril de 2023]

Khlebnikova, E. I., Shkolnik, I. M., & Rudakova, Y. L. (2022). Projected Changes in Rare Precipitation Extremes: Results of Regional Climate Modeling for the Territory of Russia. *Russian Meteorology and Hidrology*, 47, 355–362. <https://doi.org/10.3103/S1068373922050041>

King, L. C., & Bergh, J. C. J. M. Van Den. (2021). Potential carbon leakage under the Paris Agreement. *Climatic Change*, 165, 52. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03082-4>

Kirschstein, T., Heinold, A., Behnke, M., Meisel, F., & Bierwirth, C. (2022). Eco-labeling of freight transport services: Design, evaluation, and research directions. *Journal of Industrial Ecology*, 26 (3), 801-814. <https://doi.org/10.1111/jiec.13259>

Kumar, T., & Eswari J, S. (2023). Review and Perspectives of Emerging Green Technology for the Sequestration of Carbon Dioxide into Value-Added Products: An Intensifying Development. *Energy Fuels*, 37 (5), 3570–3589. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.2c04122>

Kumaran, K. M., Chinnadurai, M., Manikandan, S., Murugan, S. P., & Elakiya, E. (2021). An IoT based green home architecture for green score calculation towards smart sustainable cities. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 15, 7, 2377–2398. <https://doi.org/10.3837/tiis.2021.07.005>

- Latouche, K., & Chevassus-Lozza, E. (2015). Retailer Supply Chain and Market Access: Evidence From French Agri-food Firms Certified with Private Standards. *The World Economy*, 38 (8), 1312–1334. <https://doi.org/10.1111/twec.12191>
- Lei, J. (2020). Reforming the natural resource auditing system from the ecological civilization perspective. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 18 (2), 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2019.01.001>
- Liu, E., Lu, X., & Wang, D. (2023a). A Systematic Review of Carbon Capture, Utilization and Storage: Status, Progress and Challenges. *Energies*, 16 (6), 2865. <https://doi.org/10.3390/en16062865>
- Liu, F., Dirks, K. N., Chang-Richards, A., & Wang, K. I. (2023b). Effects of climate change on health and wellbeing: A systematic review. *Sustainable Development*, 31 (4), 2067–2090. <https://doi.org/10.1002/sd.2513>
- Liu, Y., Chen, J., Pan, T., Liu, Y., Zhang, Y., Ge, Q, Ciaisi, P., & Penuelas, J. (2020). Global Socioeconomic Risk of Precipitation Extremes Under Climate Change. *Earth's Future*, 8 (9). <https://doi.org/10.1029/2019EF001331>
- McGarry, H., Martin, B., & Winslow, P. (2022). Delivering Low Carbon Concrete for Network Rail on the Routemap to Net Zero. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01343. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01343>
- Minunno, R., Andersson, N., & Morrison, G. M. (2023). A systematic literature review considering the implementation of planetary geoengineering techniques for the mitigation of sea-level rise. *Earth-Science Reviews*, 241, 104431. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104431>
- Mogos, R. I., Petrescu, I., Chiotan, R. A., Cretu, R. C., Troacă, V. A., & Mogos, P. L. (2023). Greenhouse gas emissions and Green Deal in the European Union. *Frontiers in Environmental Science*, (11). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1141473>
- Murteira, B., Ribeiro, C. S., Silva, J. A., Pimenta, C., & Pimenta, F. (2015). *Introdução à estatística*. Lisboa: Escolar Editora.
- NASA. (2023a). How Do We Know Climate Change Is Real? Disponível em: <https://climate.nasa.gov/evidence> [Acedido em: 15 de junho de 2023]
- NASA. (2023b). Scientific consensus: Earth's climate is warming. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/scientific-consensus> [Acedido em: 16 de junho de 2023]

NASA. (2023c). World of Change: Global Temperatures. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/global-temperatures> [Acedido em: 16 de junho de 2023]

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2022). Climate Change: Global Sea Level. Global Sea Level. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level> [Acedido em: 22 de maio de 2023]

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023a). Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide> [Acedido em: 1 de junho de 2023]

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2023b). Global atmospheric carbon dioxide compared to annual emissions. Disponível em: <https://www.climate.gov/media/14596> [Acedido em: 2 de junho de 2023]

Nda, M., Adnan, M. S., Ahmad, K. A., Usman, N., Razi, M. A. M., & Daud, Z. (2018). A Review on the Causes, Effects and Mitigation of Climate Changes on the Environmental Aspects. *International Journal of Integrated Engineering*, 10 (4), 169–175. <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.04.027>

Nowakowska-Grunt, J., & Strzelczyk, M. (2019). The current situation and the directions of changes in road freight transport in the European Union. *Transportation Research Procedia*, 39, 350–359. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.037>

Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023a). Manual de Gestão do Sistema Integrado.

Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023b). Manual de Gestão Estratégica.

Olano Portugal Logística e Distribuição, Lda. (2023c). Manual da Segurança Alimentar.

Olatunji, O. O., Ayo, O. O., Akinlabi, S., Ishola, F., Madushele, N., & Adedeji, P. A. (2019). Competitive advantage of carbon efficient supply chain in manufacturing industry. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117937. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117937>

Pabbajah, M., Abdullah, I., Widyanti, R. N., Jubba, H., & Alim, N. (2020). Student demoralization in education: The industrialization of university curriculum in 4.0. Era

Indonesia. *Cogent Education*, 7 (1), 1779506.  
<https://doi.org/10.1080/2331186X.2020.1779506>

Parlamento Europeu. (2023). Política comum dos transportes: panorâmica. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/123/politica-comum-dos-transportes-panoramica> [Acedido em: 15 de maio de 2023]

Patel, S. K., Mathew, B., Nanda, A., Pati, S., & Nayak, H. (2019). A review on extreme weather events and livelihood in Odisha, India. *MAUSAM*, 70 (3), 551–560.  
<https://doi.org/10.54302/mausam.v70i3.258>

Pishdar, M., Shakib, M. D., Antucheviciene, J., Vilkonis, A. (2021). Interval Type-2 Fuzzy Super SBM Network DEA for Assessing Sustainability Performance of Third-Party Logistics Service Providers Considering Circular Economy Strategies in the Era 4.0. *Sustainability*, 13, 6497. <https://doi.org/10.3390/su13116497>

Plessis, M., van Eeden, J., & Goedhals-Gerber, L. (2022). Carbon mapping frameworks for the distribution of fresh fruit: A systematic review. *Global Food Security*, 32, 100607.  
<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100607>

Plessis, M. J., van Eeden, J., Goedhals-Gerber, L., & Else, J. (2023). Calculating Fuel Usage and Emissions for Refrigerated Road Transport Using Real-World Data. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 117, 103623.  
<https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103623>

Qureshi, M. R. N. M. (2022). A Bibliometric Analysis of Third-Party Logistics Services Providers ( 3PLSP ) Selection for Supply Chain Strategic Advantage. *Sustainability*, 14, 11836. <https://doi.org/10.3390/su141911836>

Radonjič, G., & Tompa, S. (2018). Carbon footprint calculation in telecommunications companies – The importance and relevance of scope 3 greenhouse gases emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 98, 361–375.  
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.018>

Rentschler, J., Elbert, R., & Weber, F. (2022). Promoting Sustainability through Synchromodal Transportation: A Systematic Literature Review and Future Fields of Research. *Sustainability*, 14, 13269. <https://doi.org/10.3390/su142013269>

- Ronalter, L. M., & Bernardo, M. (2023). Integrated management systems and sustainability—a review on their relationships. *Total Quality Management and Business Excellence*, 34 (11-12), 1438–1468. <https://doi.org/10.1080/14783363.2023.2178407>
- Rybicka, I., Stopka, O., Lupták, V., Chovancová, M., & Droździel, P. (2018). Application of the methodology related to the emission standard to specific railway line in comparison with parallel road transport: a case study. *Matec Web of Conferences*, 244, 03002. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824403002>
- Semai, H., & Bouhdjar, A. (2023). Water storage tank used as additional thermal energy for solar air heater. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 52692–52701. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26077-3>
- Semenov, S. M. (2022). Greenhouse Effect and Modern Climate. *Russian Meteorology and Hydrology*, 47, 725–734. <https://doi.org/10.3103/S1068373922100016>
- Steponaviciene, A., Vasiliauskiene, N., Steponavicius, D., & Kurtkuvieni, E. (2017). Quality and food safety management systems applied to the Lithuanian food sector. *Foodbalt 2017: 11th Baltic Conference on Food Science and Technology. “Food Science and Technology in a Changing World”, Jelgava. Conference proceedings/Latvia University of Agriculture. Jelgava: Latvia University of Agriculture.* <https://doi.org/10.22616/foodbalt.2017.042>
- Szabó, R. Z., Szedmák, B., Tajti, A., & Bera, P. (2023). Environmental Sustainability, Digitalisation, and the Entrepreneurial Perception of Distances as Drivers of SMEs’ Internationalisation. *Sustainability*, 15 (3), 2487. <https://doi.org/10.3390/su15032487>
- Tran, T. M. (2022). International Environmental Agreement and Trade in Environmental Goods: The Case of Kyoto Protocol. *Environmental and Resource Economics*, 83, 341-379. <https://doi.org/10.1007/s10640-021-00625-2>
- Tsakalidis, A., Krause, J., Julea, A., Peduzzi, E., Pisoni, E., & Thiel, C. (2020). Electric light commercial vehicles: Are they the sleeping giant of electromobility?. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 86, 102421. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102421>
- UNFCCC. (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> [Acedido em: 12 de maio de 2023]

UNFCCC. (2023). What is the United Nations Framework Convention on Climate Change? Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change> [Acedido em: 23 de maio de 2023]

União Europeia. (2019). Directiva 96/53/CE do Conselho de 25 de Julho de 1996 que fixa as dimensões máximas autorizadas no tráfego nacional e internacional e os pesos máximos autorizados no tráfego internacional para certos veículos rodoviários em circulação na Comunidade. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A31996L0053> [Acedido em: 21 de setembro de 2023]

United Nations Environment Programme. (2022). Emissions GAP Report 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022> [Acedido em: 15 de junho de 2023]

United Nations, DESA, Economic Analysis. (2023). UN DESA Policy Brief No. 140: A World of 8 Billion. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/dpad/publication/un-desa-policy-brief-no-140-a-world-of-8-billion/> [Acedido em: 10 de maio de 2023]

United Nations, DESA, Population Division. (2022). World Population Prospects 2022. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/900> [Acedido em: 2 de maio de 2023]

United Nations, DESA, Sustainable Development. (2023). Goals: 13 Take urgent action to combat climate change and its impacts. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals/goal13> [Acedido em: 7 de junho de 2023]

United Nations. (2023). Sustainability. Disponível em: <https://www.un.org/en/academic-impact/sustainability> [Acedido em: 21 de setembro de 2023]

United States Environmental Protection Agency. (2023). Overview of Greenhouse Gases. Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases> [Acedido em: 17 de março de 2023]

Veettil, B. K., & Kamp, U. (2019). Global Disappearance of Tropical Mountain Glaciers: Observations, Causes, and Challenges. *Geosciences*, 9 (5), 196. <https://doi.org/10.3390/geosciences9050196>

- Waltho, C., Elhedhli, S., & Gzara, F. (2019). Green supply chain network design: A review focused on policy adoption and emission quantification. *International Journal of Production Economics*, 208, 305–318. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.003>
- Weinger, B. K. (2023). Thirty years on: Planetary climate planning and the Intergovernmental Negotiating Committee. *Global Environmental Change*, 80, 102669. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102669>
- Wen, J., Zhao, X., Fu, Q., & Chang, C. (2023). The impact of extreme weather events on green innovation: Which ones bring to the most harm?. *Technological Forecasting & Social Change*, 188, 122322. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122322>
- Winkelhaus, S., Zhang, M., Grosse, E. H., & Glock, C. H. (2022). Hybrid order picking: A simulation model of a joint manual and autonomous order picking system. *Computers and Industrial Engineering*, 167, 107981. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107981>
- Yang, J., Tang, L., Mi, Z., Liu, S., Li, L., & Zheng, J. (2019). Carbon emissions performance in logistics at the city level. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1258–1266. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.330>
- Zhang, Z., Jin, G., Hu, Y., He, N., & Niu, J. (2022). Performance Management of Natural Resources: A Systematic Review and Conceptual Framework for China. *Water*, 14, 3338. <https://doi.org/10.3390/w14203338>
- Zhong, W., & Haigh, J. D. (2013). The greenhouse effect and carbon dioxide. *Weather*, 68 (4), 100–105. <https://doi.org/10.1002/wea.2072>
- Zou, X., Peng, X., Zhao, X., & Chang, C. (2022). The impact of extreme weather events on water quality: international evidence. *Natural Hazards*, 115, 1–21. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05548-9>

# Anexo A

Veículo	Data	Viagens	Consumo de combustível (l)	Cientes	País de origem	Cidade de partida	País de destino	Cidade de chegada	Toneladas
AI99OL	03/01/2022	4 720 682	672,87	C1	Espanha	NAVIA	Alemanha	HERFORD	20,00
AI99OL	06/01/2022	4 727 309	370,78	C2	Alemanha	SATERLAND	França	CAVAILLON	22,00
AI99OL	10/01/2022	4 735 888	285,05	C3	França	ST MARTIN DE CRAU	Itália	CENTOBUCHI DI MONTEPRANDONE	21,28
AI99OL	13/01/2022	4 742 879	761,85	C4	Itália	CESENA FC	Portugal	AZAMBUJA	20,00
AI99OL	20/01/2022	4 756 060	91,41	C3	Portugal	GUARDA	Portugal	GUARDA	4,45
AI99OL	20/01/2022	4 756 070	22,99	C3	Portugal	GUARDA	Portugal	GUARDA	1,71
AI99OL	20/01/2022	4 756 090	34,08	C3	Portugal	GUARDA	Portugal	GUARDA	0,77
AI99OL	22/01/2022	4 758 748	817,83	C3	Portugal	GUARDA	Itália	BAGNARA CALABRA	16,82
AI99OL	30/01/2022	4 763 945	855,69	C5	Itália	BELLIZZI	Portugal	TORRES VEDRAS	15,00
AI99OL	02/02/2022	4 779 195	15,42	C6	Portugal	POVOA DE SANTA IRIA	Portugal	SAO JULIAO DO TOJAL	10,53
AI99OL	03/02/2022	4 778 130	17,31	C3	Portugal	POVOA DE SANTA IRIA	Portugal	CARREGADO	3,81
AI99OL	03/02/2022	4 778 018	77,89	C3	Portugal	TORTOSENDO	Portugal	GUARDA	15,69
AI99OL	04/02/2022	4 783 969	561,72	C3	Portugal	GUARDA	Itália	COLLESALVETTI	21,77
AI99OL	11/02/2022	4 793 209	406,75	C3	Itália	BORGO A MOZZANO	Espanha	BARCELONA-	10,00
AI99OL	15/02/2022	4 799 386	314,26	C6	Espanha	ALZIRA	Portugal	GUARDA	18,00
AI99OL	17/02/2022	4 805 117	44,08	C7	Portugal	GUARDA	Portugal	GAFANHA DA NAZARE	20,00
AI99OL	18/02/2022	4 805 167	44,08	C7	Portugal	GAFANHA DA NAZARE	Portugal	GUARDA	20,00
AI99OL	18/02/2022	4 809 751	27,59	C8	Portugal	TORTOSENDO	Portugal	GUARDA	21,18
AI99OL	21/02/2022	4 809 526	575,51	C3	Portugal	GUARDA	Itália	MORCIANO DI ROMAGNA	20,49
AI99OL	25/02/2022	4 817 640	596,33	C3	Itália	CASTELVETRO DI MODENA	Portugal	GUARDA	14,60
AI99OL	28/02/2022	4 819 885	108,99	C3	Portugal	GUARDA	Portugal	AZAMBUJA	18,53
AI99OL	28/02/2022	4 823 847	179,04	C3	Portugal	GUARDA	Portugal	TOCHA	19,67
AI99OL	03/03/2022	4 822 361	64,91	C9	Portugal	OLIVEIRA DE AZEMEIS	Portugal	GUARDA	11,50
AI99OL	04/03/2022	4 831 596	751,03	C10	Espanha	PORRIÑO	Itália	CENTOBUCHI	22,00
AI99OL	08/03/2022	4 839 690	340,22	C11	Itália	SANTA PALOMBA (oo)	França	AMBERIEUX EN DOMBES	20,00
AI99OL	11/03/2022	4 844 293	212,84	C12	França	SAINT QUENTIN FALLAVIER	França	LABENNE	2,92
AI99OL	14/03/2022	4 846 695	310,20	C13	França	CANEJAN	Portugal	OLIVEIRA DO BAIRRO	22,00
AI99OL	15/03/2022	4 848 294	56,52	C9	Portugal	OLIVEIRA DE AZEMEIS	Portugal	GUARDA	9,70
AI99OL	16/03/2022	4 851 354	109,80	C3	Portugal	GUARDA	Portugal	PENICHE	17,65
AI99OL	17/03/2022	4 854 535	77,89	C14	Portugal	LEIRIA	Portugal	MAIA	15,00

Quilómetros carregado	Quilómetros em vazio	Total Quilómetros	Fator de carga (%)	Distância percorrida em vazio (%)	Distância percorrida carregado (%)	Consumo de energia WTW (MJ)	Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia TTW (MJ)	Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)
1 938	550	2 488	90,91%	22,11%	77,89%	28 731,50	2 180,10	24 155,99	1 796,56
1 219	152	1 371	100,00%	11,09%	88,91%	15 832,35	1 201,33	13 311,04	989,99
1 018	36	1 054	96,71%	3,42%	96,58%	12 171,62	923,56	10 233,29	761,08
2 323	494	2 817	90,91%	17,54%	82,46%	32 530,80	2 468,38	27 350,25	2 034,13
338	0	338	20,22%	0,00%	100,00%	3 903,23	296,17	3 281,64	244,07
85	0	85	7,75%	0,00%	100,00%	981,58	74,48	825,27	61,38
126	0	126	3,48%	0,00%	100,00%	1 455,05	110,41	1 223,33	90,98
3 024	0	3 024	76,46%	0,00%	100,00%	34 921,25	2 649,76	29 360,02	2 183,60
2 772	392	3 164	68,18%	12,39%	87,61%	36 537,97	2 772,44	30 719,28	2 284,69
8	49	57	47,85%	85,96%	14,04%	658,24	49,95	553,41	41,16
56	8	64	17,34%	12,50%	87,50%	739,07	56,08	621,38	46,21
51	237	288	71,33%	82,29%	17,71%	3 325,83	252,36	2 796,19	207,96
2 077	0	2 077	98,97%	0,00%	100,00%	23 985,26	1 819,96	20 165,59	1 499,78
1 448	56	1 504	45,45%	3,72%	96,28%	17 368,24	1 317,87	14 602,34	1 086,02
772	390	1 162	81,82%	33,56%	66,44%	13 418,81	1 018,20	11 281,86	839,07
163	0	163	90,91%	0,00%	100,00%	1 882,33	142,83	1 582,57	117,70
163	0	163	90,91%	0,00%	100,00%	1 882,33	142,83	1 582,57	117,70
51	51	102	96,28%	50,00%	50,00%	1 177,90	89,38	990,32	73,65
2 128	0	2 128	93,15%	0,00%	100,00%	24 574,21	1 864,65	20 660,75	1 536,61
2 022	183	2 205	66,36%	8,30%	91,70%	25 463,41	1 932,12	21 408,35	1 592,21
403	0	403	84,23%	0,00%	100,00%	4 653,86	353,13	3 912,73	291,00
392	270	662	89,42%	40,79%	59,21%	7 644,80	580,07	6 427,36	478,02
163	77	240	52,27%	32,08%	67,92%	2 771,53	210,30	2 330,16	173,30
2 449	328	2 777	100,00%	11,81%	88,19%	32 068,88	2 433,33	26 961,89	2 005,24
1 025	233	1 258	90,91%	18,52%	81,48%	14 527,42	1 102,32	12 213,92	908,39
729	58	787	13,27%	7,37%	92,63%	9 088,30	689,60	7 640,98	568,28
983	164	1 147	100,00%	14,30%	85,70%	13 245,59	1 005,05	11 136,22	828,24
163	46	209	44,09%	22,01%	77,99%	2 413,54	183,14	2 029,18	150,92
406	0	406	80,22%	0,00%	100,00%	4 688,50	355,76	3 941,85	293,17
199	89	288	68,18%	30,90%	69,10%	3 325,83	252,36	2 796,19	207,96

## Anexo B

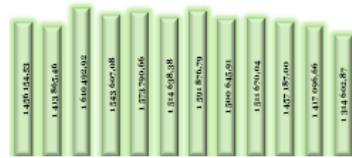
Meses	Consumo de combustível (l)	Toneladas (t)	Quilómetros carregado (km)	Quilómetros em vazio (km)	Total Quilómetros (km)	Número de viagens	Média de Fator de carga (%)
janeiro	449430,41	26655,46	1268756,00	179759,00	1448515,00	1628	74,42%
fevereiro	436378,23	25903,51	1246417,00	163993,00	1410410,00	1609	73,18%
março	497065,71	29971,60	1419919,00	185508,00	1605427,00	1856	73,40%
abril	476421,94	28481,22	1368130,00	173059,00	1541189,00	1761	73,52%
maio	485737,86	30433,65	1384298,00	184253,00	1568551,00	1860	74,37%
junho	467480,98	29490,44	1328150,00	186320,00	1514470,00	1852	72,38%
julho	491320,00	29064,59	1400210,00	190606,00	1590816,00	1862	70,95%
agosto	463162,32	29537,74	1314301,00	184943,00	1499244,00	1929	69,60%
setembro	466564,83	28558,67	1361387,00	150073,00	1511463,00	1813	71,60%
outubro	449749,07	27021,08	1292336,00	167583,00	1459919,00	1805	68,05%
novembro	437375,51	26399,41	1259078,00	174502,00	1433580,00	1735	69,16%
dezembro	405741,63	23658,74	1169748,00	164514,00	1334262,00	1597	67,34%

Distância percorrida em vazio (%)	Distância percorrida carregado (%)	Consumo de energia WTW (MJ)	Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia TTW (MJ)	Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Pegada de carbono (kg CO <sub>2</sub> e/t)	Pegada de carbono (gr CO <sub>2</sub> e/t.km)
15,43%	84,57%	19190678,47	1456154,53	16134551,69	1199979,19	54,63	0,0377
15,12%	84,88%	18633350,31	1413865,46	15665978,36	1165129,87	54,58	0,0387
15,11%	84,89%	21224706,02	1610492,92	17844659,16	1327165,46	53,73	0,0335
14,21%	85,79%	20343216,79	1543607,08	17103547,61	1272046,58	54,20	0,0352
14,99%	85,01%	20741006,48	1573790,66	17437989,05	1296920,08	51,71	0,0330
15,82%	84,18%	19961437,96	1514638,38	16782567,27	1248174,22	51,36	0,0339
15,44%	84,56%	20979363,81	1591876,79	17638387,84	1311824,39	54,77	0,0344
16,00%	84,00%	19777030,95	1500645,91	16627527,20	1236643,39	50,80	0,0339
13,93%	86,06%	19922318,06	1511670,04	16749677,24	1245728,08	52,93	0,0350
15,76%	84,24%	19204285,42	1457187,00	16145991,73	1200830,03	53,93	0,0369
16,11%	83,89%	18675934,36	1417096,66	15701780,88	1167792,62	53,68	0,0374
15,60%	84,40%	17325167,39	1314602,87	14566124,34	1083330,14	55,57	0,0416

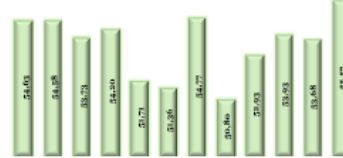


# Cenário 1: Pegada de Carbono (mensal)

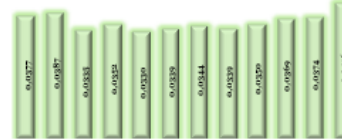
Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub> e)



Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t)



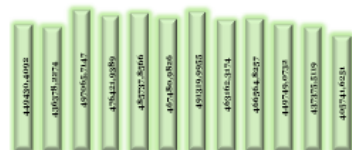
Pegada de carbono (gr CO<sub>2</sub>e / t.km)



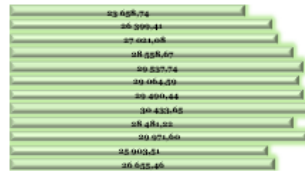
- janeiro  
 fevereiro  
 março  
 abril  
 maio  
 junho  
 julho  
 agosto  
 setembro  
 outubro  
 novembro  
 dezembro

janeiro  
 fevereiro  
 março  
 abril  
 maio  
 junho  
 julho  
 agosto  
 setembro  
 outubro  
 novembro  
 dezembro

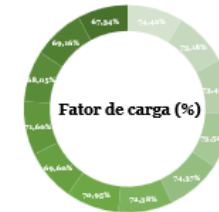
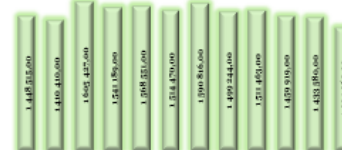
Consumo de combustível (l)



Toneladas (t)



Distância percorrida (km)



- janeiro  
 fevereiro  
 março  
 abril  
 maio  
 junho  
 julho  
 agosto  
 setembro  
 outubro  
 novembro  
 dezembro



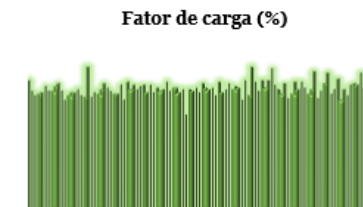
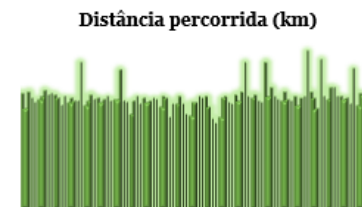
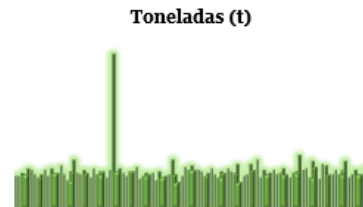
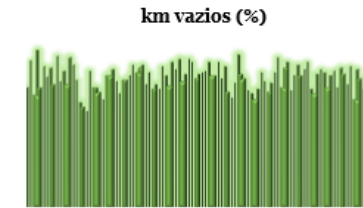
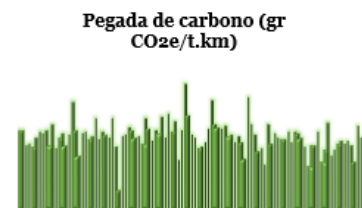
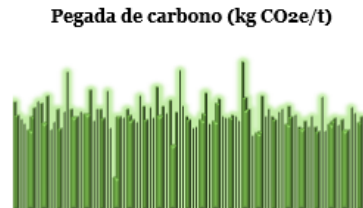
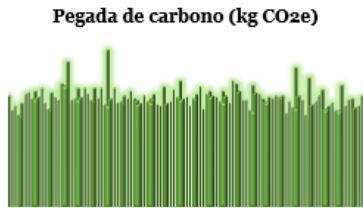
## Anexo C

Veículo	Consumo de combustível (l)	Toneladas (t)	Quilómetros carregado (km)	Quilómetros em vazio (km)	Total Quilómetros (km)	Número de viagens	Média de Fator de carga (%)
08XN85	51793,19	2668,57	154578,00	17624,00	172202,00	159	76,29%
08XN86	44554,33	2629,49	130595,00	19963,00	150558,00	171	69,90%
08XN87	46929,97	2915,42	156322,00	17638,00	173960,00	197	67,27%
08XN88	42653,57	2753,60	144475,00	19882,00	164357,00	184	68,02%
08XN89	48365,81	3358,44	141892,00	17454,00	159346,00	222	68,76%
10XL10	52465,51	3126,61	140308,00	22440,00	162748,00	195	72,88%
10XL12	52860,76	2865,77	146643,00	20545,00	167188,00	187	69,66%
10XL13	50264,21	2603,26	151939,00	24036,00	175975,00	168	70,43%
10XL14	53598,10	2790,91	152772,00	16732,00	169504,00	174	72,91%
10XL15	50667,83	3203,06	147777,00	23232,00	171009,00	195	74,66%
28VG43	54773,10	2684,46	153089,00	15771,00	168860,00	174	70,13%
28VG46	48212,73	3335,19	144552,00	21078,00	165630,00	233	65,06%
28VG49	45835,19	2929,73	133998,00	19912,00	153910,00	197	67,60%
28VG56	53137,56	2923,19	145518,00	22673,00	168191,00	193	68,85%
30XV58	51027,14	3512,31	136969,00	22302,00	159271,00	230	69,41%
30XV59	49906,37	2835,99	145002,00	20233,00	165235,00	181	71,22%
30XV60	57342,82	2314,39	145430,00	15732,00	161162,00	155	67,87%
30XV61	56142,03	3085,50	147429,00	14159,00	161588,00	211	66,47%
30XV62	67266,12	4028,84	195417,00	23023,00	218440,00	218	84,00%
30XV63	49392,64	2960,59	136795,00	17394,00	154189,00	202	66,62%
30XV64	50011,24	2837,48	142474,00	17702,00	160176,00	187	68,97%
51TU13	54902,23	3198,11	150045,00	19257,00	169302,00	212	68,57%
51TU14	51100,85	2975,63	145146,00	18111,00	163257,00	191	70,81%
51TU15	54978,37	2559,38	150327,00	14894,00	165221,00	157	74,10%
56SP32	52037,11	3253,90	139596,00	19138,00	158734,00	205	72,15%
56SP33	49702,65	2763,96	145506,00	17802,00	163308,00	179	70,19%
56SP34	55383,02	3078,36	148488,00	19893,00	168381,00	206	67,92%
56SP35	50171,81	3032,37	142877,00	18029,00	160906,00	202	68,24%
56SP36	54932,16	2579,08	146421,00	17546,00	163967,00	159	73,73%

Distância percorrida em vazio (%)	Distância percorrida carregado (%)	Consumo de energia WTW (MJ)	Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia TTW (MJ)	Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Pegada de carbono (kg CO <sub>2</sub> e/t)	Pegada de carbono (gr CO <sub>2</sub> e/t.km)
14,08%	85,92%	2211569,24	167809,94	1859375,54	138287,82	62,88	0,3652
17,30%	82,70%	1902469,99	144356,04	1599500,53	118960,07	54,90	0,3646
13,37%	86,63%	2003909,57	152053,09	1684785,80	125303,01	52,15	0,2998
18,56%	81,44%	1821307,42	138197,57	1531263,15	113885,03	50,19	0,3054
14,24%	85,76%	2065220,12	156705,23	1736332,60	129136,71	46,66	0,2928
16,70%	83,30%	2240277,11	169988,24	1883511,67	140082,90	54,37	0,3341
15,36%	84,64%	2257154,29	171268,85	1897701,15	141138,22	59,76	0,3575
16,50%	83,50%	2146281,78	162856,04	1804485,15	134205,44	62,56	0,3555
14,48%	85,52%	2288638,99	173657,85	1924171,89	143106,93	62,22	0,3671
17,86%	82,14%	2163516,43	164163,78	1818975,17	135283,11	51,25	0,2997
14,86%	85,14%	2338811,51	177464,85	1966354,41	146244,19	66,11	0,3915
16,17%	83,83%	2058683,41	156209,23	1730836,87	128727,98	46,84	0,2828
14,52%	85,48%	1957162,81	148506,03	1645483,49	122379,97	50,69	0,3293
17,72%	82,28%	2268973,75	172165,69	1907638,35	141877,28	58,90	0,3502
16,81%	83,19%	2178858,71	165327,92	1831874,19	136242,45	47,07	0,2955
15,05%	84,95%	2131001,99	161696,64	1791638,68	133250,01	57,02	0,3451
12,40%	87,60%	2448538,48	185790,74	2058607,29	153105,33	80,28	0,4981
11,95%	88,05%	2397264,82	181900,19	2015498,99	149899,23	58,95	0,3648
11,28%	88,72%	2872263,35	217942,23	2414853,73	179600,54	54,10	0,2476
16,08%	83,92%	2109065,67	160032,15	1773195,73	131878,35	54,05	0,3506
14,16%	85,84%	2135479,96	162036,42	1795403,52	133530,01	57,11	0,3565
14,09%	85,91%	2344325,13	177883,22	1970989,98	146588,95	55,62	0,3285
13,65%	86,35%	2182006,35	165566,76	1834520,56	136439,27	55,64	0,3408
12,80%	87,20%	2347576,43	178129,92	1973723,51	146792,25	69,60	0,4212
15,56%	84,44%	2221984,59	168600,24	1868132,24	138939,08	51,81	0,3264
15,51%	84,49%	2122303,19	161036,59	1784325,17	132706,08	58,26	0,3568
16,27%	83,73%	2364855,01	179440,99	1988250,47	147872,67	58,29	0,3462
14,83%	85,17%	2142336,13	162556,65	1801167,85	133958,72	53,61	0,3332
13,47%	86,53%	2345603,17	177980,19	1972064,49	146668,86	69,01	0,4209
14,99%	85,01%	2026203,83	153744,74	1703529,69	126697,05	47,53	0,2927



## Cenário 2: Pegada de Carbono (trator)



Veículo
050N88
050N89
100L10
100L12
100L13
100L14
100L15
20VG43
20VG46
20VG49
20VG56
300V50
300V59
300V60
300V61
300V62
300V63
300V64
51TU13
51TU14
51TU15
56SF32
56SF33
56SF34
56SF35
56SF36
56SF37



## Anexo D

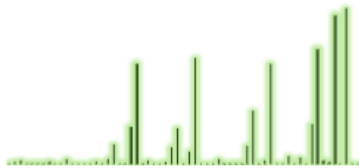
Fluxo	Consumo de combustível (l)	Toneladas (t)	Quilómetros carregado (km)	Quilómetros em vazio (km)	Total Quilómetros (km)	Número de viagens	Média de Fator de carga (%)
Alemanha -> Espanha	4066,27	129,00	11435,00	1419,00	12854,00	7	83,77%
Alemanha -> França	22060,02	1324,75	58548,00	13327,00	71875,00	71	84,81%
Alemanha -> Itália	561,53	44,00	1753,00	67,00	1820,00	2	100,00%
Alemanha -> Portugal	15150,53	315,32	44034,00	4760,00	48794,00	18	79,63%
Austria -> França	875,92	43,00	2110,00	526,00	2636,00	2	97,73%
Austria -> Portugal	1809,32	44,00	5536,00	563,00	6099,00	2	100,00%
Bélgica -> Espanha	2668,26	126,48	7764,00	1144,00	8908,00	6	95,82%
Bélgica -> França	12427,49	1007,29	30889,00	9192,00	40081,00	52	88,05%
Bélgica -> Holanda	28,45	0,00	0,00	90,00	90,00	1	0,00%
Bélgica -> Itália	992,75	21,00	2685,00	0,00	2685,00	1	95,45%
Bélgica -> Portugal	28842,34	784,90	82609,00	9713,00	92322,00	43	82,97%
Dinamarca -> França	783,22	18,00	2571,00	90,00	2661,00	2	40,91%
Eslovénia -> Espanha	679,98	22,00	1866,00	470,00	2336,00	1	100,00%
Eslovénia -> Portugal	6771,44	176,00	19169,00	3744,00	22913,00	8	100,00%
Espanha -> Alemanha	6621,15	182,73	18936,00	2820,00	21756,00	10	83,06%
Espanha -> Bélgica	9143,32	305,00	23385,00	5307,00	28692,00	15	92,42%

Distância percorrida em vazio (%)	Distância percorrida carregado (%)	Consumo de energia WTW (MJ)	Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia TTW (MJ)	Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Pegada de carbono (kg CO <sub>2</sub> e/t)	Pegada de carbono (gr CO <sub>2</sub> e/t.km)
11,01%	88,99%	173629,69	13174,71	145979,06	10856,94	102,13	7,9454
18,14%	81,86%	941962,77	71474,46	791954,65	58900,25	53,95	0,7507
3,06%	96,94%	23977,31	1819,36	20158,91	1499,28	41,35	22,7192
9,27%	90,73%	646927,65	49087,72	543904,04	40451,92	155,68	3,1905
19,72%	80,28%	37401,61	2837,97	31445,38	2338,70	66,00	25,0377
9,24%	90,76%	77257,76	5862,18	64954,42	4830,87	133,23	21,8448
12,53%	87,47%	113934,89	8645,18	95790,70	7124,27	68,35	7,6731
28,07%	71,93%	530653,94	40265,08	446146,99	33181,41	39,97	0,9973
100,00%	0,00%	1214,76	92,17	1021,30	75,96	92173,47	1024149,7029
0,00%	100,00%	42390,56	3216,52	35639,84	2650,65	153,17	57,0457
10,74%	89,26%	1231568,11	93449,20	1035440,16	77009,06	119,06	1,2896
3,59%	96,41%	33443,53	2537,64	28117,63	2091,20	140,98	52,9800
20,12%	79,88%	29035,11	2203,13	24411,25	1815,54	100,14	42,8692
16,12%	83,88%	289140,54	21939,47	243094,74	18079,75	124,66	5,4404
12,17%	87,83%	282723,19	21452,53	237699,36	17678,48	117,40	5,3963
17,70%	82,30%	390419,91	29624,37	328245,31	24412,67	97,13	3,3852
10,31%	89,69%	44238,98	3356,78	37193,90	2766,23	223,79	68,2896
41,72%	58,28%	1282315,92	97299,85	1078106,36	80182,28	46,34	0,4730
18,66%	81,34%	4500984,82	341526,72	3784200,35	281443,31	66,65	0,1939
21,65%	78,35%	184708,61	14015,36	155293,66	11549,70	128,23	9,3734
11,78%	88,22%	61626,67	4676,12	51812,58	3853,47	116,90	25,6930
10,18%	89,82%	8486341,03	643928,45	7134886,25	530644,74	119,98	0,1832
21,87%	78,13%	23134850,11	1755431,25	19450611,69	1446605,38	48,55	0,0278
0,00%	100,00%	19963,35	1514,78	16784,17	1248,29	75,74	47,0138
7,66%	92,34%	731126,02	55476,54	614693,78	45716,78	69,73	1,2271



### Cenário 3: Pegada de Carbono (fluxo)

Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e)



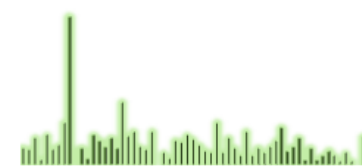
Pegada de carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t)



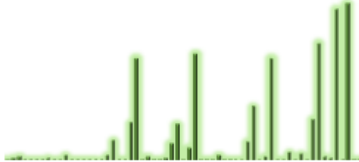
Pegada de carbono (gr CO<sub>2</sub>e/t.km)



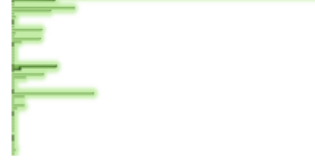
km vazio (%)



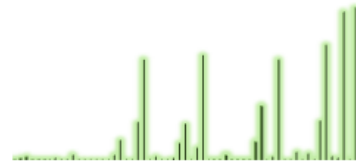
Consumo de combustível (l)



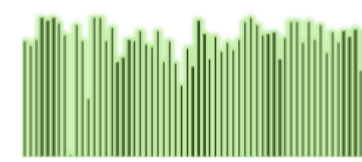
Toneladas (t)



Distância percorrida (km)



Fator de carga (%)



- Fluxo
- Alemanha -> Esp...
  - Alemanha -> Part...
  - Alemanha -> França
  - Alemanha -> Itália
  - Áustria -> França
  - Áustria -> Portugal
  - Bélgica -> Espanha
  - Bélgica -> França
  - Bélgica -> Holanda
  - Bélgica -> Itália
  - Bélgica -> Portugal
  - Dinamarca -> Fran...
  - Eslôvenia -> Espanha
  - Eslôvenia -> Partu...
  - Espanha -> Aloma...
  - Espanha -> Bélgica
  - Espanha -> Dinam...
  - Espanha -> Espanha
  - Espanha -> França
  - Espanha -> Holanda
  - Espanha -> Hungria
  - Espanha -> Itália
  - Espanha -> Portugal
  - Espanha -> Suíça
  - França -> Alemanha
  - França -> Áustria
  - França -> Bélgica
  - França -> Dinamar...
  - França -> Espanha
  - França -> França



## Anexo E

Clientes	Consumo de combustível (l)	Toneladas (t)	Quilómetros carregado (km)	Quilómetros em vazio (km)	Total Quilómetros (km)	Número de viagens	Média de Fator de carga (%)
C1	1725,84	60,00	5487,00	550,00	6037,00	3	90,91%
C10	66799,68	1732,98	200333,00	16773,00	217106,00	96	82,05%
C100	242,97	10,00	784,00	39,00	823,00	1	45,45%
C101	31035,01	1041,50	92306,00	7732,00	100038,00	51	92,83%
C102	76,82	4,00	198,00	54,00	252,00	2	9,09%
C103	3526,94	236,60	10707,00	666,00	11373,00	14	76,82%
C104	1998,78	399,66	4706,00	1652,00	6358,00	32	56,77%
C105	9207,87	549,66	24636,00	4937,00	29573,00	26	96,10%
C106	7508,54	293,97	21197,00	2998,00	24195,00	19	70,33%
C107	9248,91	373,14	26152,00	4068,00	30220,00	23	73,74%
C108	2617,39	120,00	6836,00	1673,00	8509,00	6	90,91%
C109	4479,92	237,24	12389,00	1981,00	14370,00	21	51,35%
C11	3342,80	226,50	9538,00	1239,00	10777,00	11	93,60%
C110	1885,75	141,50	5311,00	782,00	6093,00	7	91,88%
C111	10173,66	428,00	28905,00	4256,00	33161,00	25	77,82%
C112	4689,51	493,40	13636,00	1482,00	15118,00	35	64,08%
C113	2013,24	314,00	4625,00	1529,00	6154,00	19	75,12%
C114	547,88	95,20	1201,00	612,00	1813,00	6	72,12%
C115	7561,14	354,00	22786,00	1337,00	24123,00	17	94,65%
C116	1173,06	244,00	3072,00	749,00	3821,00	12	92,42%
C117	1302,60	364,00	2271,00	2039,00	4310,00	19	87,08%

Distância percorrida em vazio (%)	Distância percorrida carregado (%)	Consumo de energia WTW (MJ)	Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia TTW (MJ)	Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Pegada de carbono (kg CO <sub>2</sub> e/t)	Pegada de carbono (gr CO <sub>2</sub> e/t.km)
7,37%	92,63%	73693,37	5591,72	61957,66	4607,99	93,20	0,0154
8,97%	91,03%	2852346,20	216430,95	2398108,40	178355,14	124,89	0,0006
4,74%	95,26%	10374,66	787,21	8722,49	648,72	78,72	0,0957
7,68%	92,32%	1325195,14	100553,45	1114157,03	82863,49	96,55	0,0010
21,43%	78,57%	3280,07	248,89	2757,72	205,10	62,22	0,2469
6,37%	93,63%	150600,47	11427,30	126617,26	9416,94	48,30	0,0042
21,07%	78,93%	85347,95	6476,05	71756,24	5336,75	16,20	0,0025
16,20%	83,80%	393176,14	29833,51	330562,61	24585,02	54,28	0,0018
16,76%	83,24%	320614,67	24327,67	269556,60	20047,80	82,76	0,0034
12,42%	87,58%	394928,51	29966,47	332035,91	24694,59	80,31	0,0027
19,83%	80,17%	111762,40	8480,33	93964,17	6988,42	70,67	0,0083
12,74%	87,26%	191292,37	14514,92	160828,95	11961,37	61,18	0,0043
10,28%	89,72%	142737,56	10830,67	120006,52	8925,28	47,82	0,0044
12,70%	87,30%	80521,38	6109,82	67698,30	5034,94	43,18	0,0071
11,48%	88,52%	434415,44	32962,67	365234,52	27163,68	77,02	0,0023
11,27%	88,73%	200242,18	15194,02	168353,49	12521,00	30,79	0,0020
21,27%	78,73%	85965,15	6522,88	72275,15	5375,34	20,77	0,0034
20,14%	79,86%	23394,66	1775,15	19669,05	1462,85	18,65	0,0103
4,90%	95,10%	322860,70	24498,10	271444,94	20188,25	69,20	0,0029
14,03%	85,97%	50089,79	3800,72	42112,96	3132,08	15,58	0,0041
41,45%	58,55%	55620,87	4220,41	46763,21	3477,93	11,59	0,0027

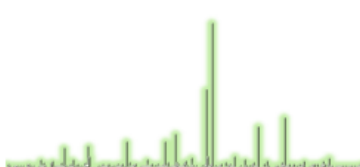


## Cenário 4: Pegada de Carbono (cliente)

Pegada de Carbono (kg CO<sub>2</sub>e)



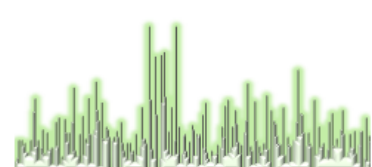
Pegada de Carbono (kg CO<sub>2</sub>e/t)



Pegada de Carbono (gr CO<sub>2</sub>e/t.km)



km vazios (%)



Consumo de combustível (l)



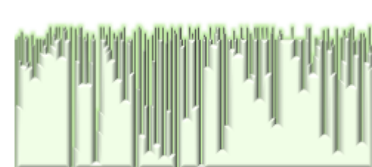
Toneladas (t)



Distância percorrida (km)



Fator de carga (%)



Cliente
C1
C10
C100
C101
C102
C104
C105
C106
C107
C108
C109
C11
C110
C111
C112
C113
C114
C115
C116
C117
C118
C119
C12
C120
C121
C122
C123
C124
C125
C126



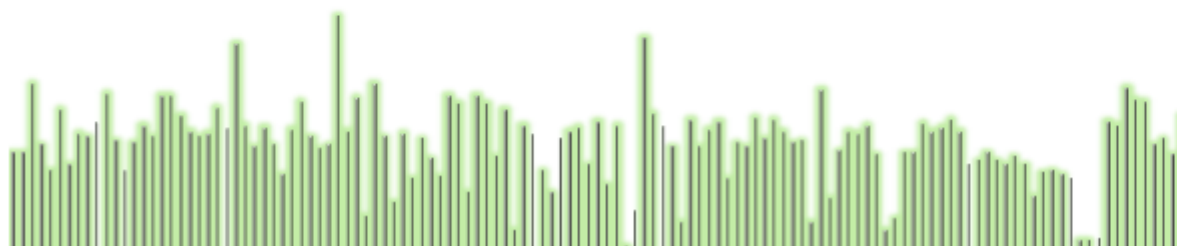
## Anexo F

Reboque	Consumo de combustível (l)	Consumo de energia WTW (MJ)	Emissões GEE WTW (kg CO <sub>2</sub> e)	Consumo de energia TTW (MJ)	Emissões GEE TTW (kg CO <sub>2</sub> e)
TSRGD111 8	4244,46	181238,27	13752,04	152375,97	11332,70
TSRGD111 9	4234,30	180804,44	13719,12	152011,23	11305,57
TSRGD112 1	7134,03	304623,17	23114,26	256111,75	19047,87
TSRGD115 2	4574,88	195347,38	14822,61	164238,19	12214,93
TSRGD12 49	3436,54	146740,09	11134,38	123371,64	9175,55
TSRGD12 50	6071,08	259235,12	19670,30	217951,77	16209,78
TSRGD12 51	3672,79	156828,22	11899,85	131853,23	9806,35
TSRGD12 52	5023,50	214503,62	16276,15	180343,79	13412,76
TSRGD12 53	4947,17	211244,07	16028,82	177603,33	13208,94
TSRGD12 54	5510,00	235277,00	17852,40	197809,00	14711,70
TSRGD12 55	6769,44	289055,09	21932,99	243022,90	18074,40
TSRGD12 56	4760,34	203266,69	15423,51	170896,35	12710,12
TSRGD15 39	3438,62	146829,24	11141,14	123446,60	9181,13
TSRGD15 40	4625,65	197515,17	14987,10	166060,76	12350,48
TSRGD21 93	5327,28	227474,86	17260,39	191249,35	14223,84
TSRGD21 94	4955,91	211617,44	16057,15	177917,24	13232,29

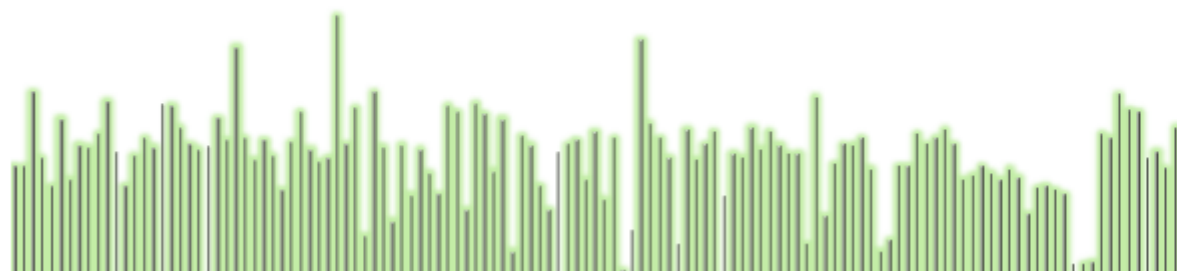


# Pegada de Carbono dos reboques

Consumo de combustível (l)



Pegada de Carbono (kg CO<sub>2</sub>e)



Reboque
TSRGD1152
TSRGD1249
TSRGD1250
TSRGD1251
TSRGD1252
TSRGD1253
TSRGD1254
TSRGD1255
TSRGD1256
TSRGD1539
TSRGD1540
TSRGD2193
TSRGD2194
TSRGD2195
TSRGD2199
TSRGD2200
TSRGD2201
TSRGD2202
TSRGD2203
TSRGD2205
TSRGD2208
TSRGD2209
TSRGD2215
TSRGD2216
TSRGD2217
TSRGD2218
TSRGD2219
TSRGD2220
TSRGD2221
TSRGD2222