



**Rafael das Neves Mota Rodrigues**

Licenciado em Ciências de Engenharia do Ambiente

**Avaliação de Diferentes Metodologias de  
Quantificação das Emissões de Gases com  
Efeito de Estufa do Transporte Rodoviário –  
Caso de estudo da SUMOL + COMPAL**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente

Orientador: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira,  
Professor associado da FCT-UNL

Coorientadora: Licenciada Ana Maria Fontes Neto Coelho,  
SUMOL+COMPAL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Pedro Manuel da Hora Santos Coelho

Arguente: Mestre Hugo dos Santos Guerra Tente

Vogal: Prof. Doutor Francisco Manuel Freire Cardoso Ferreira



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho 2020



**Avaliação de Diferentes Metodologias de Quantificação das Emissões de Gases com Efeito de Estufa do Transporte Rodoviário – Caso de estudo da SUMOL + COMPAL**

Copyright © Rafael das Neves Mota Rodrigues, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



# Agradecimentos

A realização do presente trabalho não teria sido possível se não tivesse existido o contributo de várias pessoas, às quais expresso os meus sinceros agradecimentos:

Em primeiro lugar agradeço ao Professor Doutor Francisco Ferreira pela orientação e revisão desta dissertação de mestrado.

Em segundo lugar agradeço à SUMOL+COMPAL, não só pela cedência dos dados imprescindíveis para a realização deste trabalho, mas também pela oportunidade de poder estagiar nesta grande empresa nacional. Ao Dr. Júlio Gomes, à Eng<sup>a</sup>. Ana Coelho, à Eng<sup>a</sup> Tânia Falcão, ao Eng.<sup>o</sup> Carlos Fernandes, ao Paulo Natário, a toda a área da Distribuição e Transportes e área de Comunicação e Sustentabilidade, o meu muito obrigado.

Expresso também o meu agradecimento à equipa do Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT), constituída pelas Eng<sup>as</sup>. Isabel Botelho e Margarida Roxo, entre outros, pela cedência das informações dos veículos, nucleares para a realização do estudo.

A todos os meus amigos agradeço toda a motivação e ânimo que me deram para a realização desta dissertação.

Quero agradecer também ao meu melhor amigo, o meu pai Jorge Rodrigues, pela sua paciência, sugestões e motivação, não só para a realização desta dissertação, mas também ao longo de toda a etapa académica. Sem ele nada disto teria sido possível.

Por fim quero agradecer à restante família, nomeadamente à minha Mãe Cristina Mota e à Ana Teles por sempre terem estado presentes para mim em todos momentos.



## Resumo

A presente dissertação tem como principais objetivos a realização de um inventário de emissões de gases com efeito de estufa (GEE), avaliando a pegada de carbono da frota de serviço e da frota de distribuição, própria e externa da SUMOL+COMPAL e a comparação de resultados obtidos por diferentes metodologias com vista à obtenção de resultados mais próximos da realidade.

O cálculo da pegada de carbono respeitante ao transporte rodoviário pela frota de serviço e de distribuição da SUMOL+COMPAL teve por base a comparação dos resultados obtidos através duas metodologias distintas, a metodologia *EMEP/EEA Guidebook* da Agência Europeia do Ambiente e a metodologia do *DEFRA (Department of Environment, Food and Rural Affairs)* do Reino Unido, seguindo o quadro metodológico do *GHG Protocol*.

No cálculo das emissões de GEE apenas foi considerado Portugal Continental como objeto de inventariação. Na distribuição de produtos e mercadorias apenas se consideraram as emissões associadas a prestadores de serviços de transporte e frota própria ou alugada. Foram excluídos os distribuidores e operadores logísticos. O cálculo das emissões de GEE teve apenas em consideração a utilização e operacionalidade dos veículos, tendo sido excluídas emissões associadas à extração, refinação e transporte de combustíveis, bem como ao fabrico dos veículos.

As emissões de GEE calculadas para a frota de serviço e frota de distribuição da SUMOL+COMPAL utilizando os fatores de emissão da metodologia do *EMEP/EEA Guidebook* são menores do que as emissões de GEE obtidas utilizando os fatores de emissão da metodologia do DEFRA, existindo uma diferença de 11,27 %. Apesar de serem os mais baixos, conclui-se que os resultados obtidos através da metodologia do *EMEP/EEA Guidebook* são mais próximos da realidade, por considerarem mais variáveis na contabilização das emissões de GEE por parte dos veículos.

No que respeita aos cálculos das emissões de GEE da frota de distribuição (externa) foram calculadas as emissões através das duas metodologias anteriormente referidas (*EMEP/EEA Guidebook* e DEFRA), não incluindo a totalidade dos movimentos, mas apenas uma amostra de rotas de entrega de produtos, tendo em consideração por exemplo, a variação do peso transportado pelos veículos ao longo do trajeto. Posteriormente, utilizando a metodologia *EMEP/EEA Guidebook*, os resultados obtidos foram comparados com um método de cálculo simplificado, excluindo nomeadamente as variações de carga ao longo do trajeto. Verifica-se um acréscimo global de 1,88 % no total das emissões de GEE quando se realiza o cálculo menos pormenorizado, sendo que se conclui que, para as empresas não é compensatório o cálculo das emissões GEE recorrendo à análise detalhada das rotas de entrega de produtos, dado o tempo

que é necessário despende para a sua realização e tal traduzir-se numa melhoria marginal dos resultados.

Os resultados calculados através da metodologia *EMEP/EEA Guidebook* sem simplificação associada às rotas de entrega de produtos, para o ano de 2018, foram os seguintes:

- As emissões de GEE totais foram 7 097 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente;
- As emissões de GEE da frota de serviço foram de 1 763 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente;
- As emissões de GEE da frota de distribuição foram de 5 334 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (473 toneladas de CO<sub>2</sub> associadas à frota de distribuição própria e 4 861 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente associadas à frota de distribuição externa)

**Palavras-chave:** alterações climáticas, emissões de gases com efeito de estufa, dióxido de carbono, transportes rodoviários, pegada de carbono, descarbonização.



## Abstract

The main objectives of this dissertation are to carry out an inventory of greenhouse gas (GHG) emissions, evaluating the carbon footprint of the service fleet and the distribution fleet, both own and external to SUMOL+COMPAL, and the comparison of results obtained by different methodologies in order to obtain results closer to reality.

The calculation of the carbon footprint of road transport by SUMOL+COMPAL's service and distribution fleet was based on the comparison of results obtained through two different methodologies, the EMEP/EEA Guidebook methodology of the European Environment Agency and the DEFRA (Department of Environment, Food and Rural Affairs) methodology of the United Kingdom, following the GHG Protocol methodological framework.

In the calculation of GHG emissions, only Portugal's mainland was considered as an inventory object. In the distribution of products and goods only the emissions associated with transport service providers and own or leased fleet were considered. Distributors and logistics operators were excluded. The calculation of GHG emissions only considered the use and operation of the vehicles, where the emissions associated with the extraction, refining and transport of fuels as well as the manufacture of the vehicles were excluded.

The GHG emissions calculated for the service fleet and distribution fleet of SUMOL+COMPAL using the emission factors of the EMEP/EEA Guidebook methodology are lower than the GHG emissions obtained using the emission factors of the DEFRA methodology, with a difference of 11,27 %. Despite being the lowest, it is concluded that the results obtained through the EMEP/EEA Guidebook methodology are closer to reality, since they consider more variables in the accounting of GHG emissions by vehicles.

Concerning the calculations of GHG emissions from the (external) distribution fleet, they were calculated using the two methodologies mentioned above (EMEP/EEA Guidebook and DEFRA), not including all movements, but only a sample of product delivery routes, taking into account, for example, the variation in weight carried by vehicles along the route. Subsequently, using the EMEP/EEA Guidebook methodology, the results obtained were compared with a simplified calculation method, excluding mainly, the variations in load along the route. There is an overall increase of 1,88 % in total GHG emissions when the less detailed calculation is carried out, and it's concluded that for companies it's not compensatory to calculate GHG emissions using the detailed analysis of product delivery routes, given the time it takes to carry them out and because there is only a marginal improvement in the results.

The results calculated using the EMEP/EEA Guidebook methodology without simplification associated with product delivery routes, for the year 2018, were the following:

- Total GHG emissions were 7 097 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent;
- GHG emissions from the service fleet were 1 763 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent;
- GHG emissions from the distribution fleet were 5 334 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent (473 tonnes of CO<sub>2</sub> associated to the own distribution fleet and 4 861 tonnes of CO<sub>2</sub> equivalent associated to the external distribution fleet)

**Keywords:** climate change, greenhouse gas emissions, carbon dioxide, road transport, carbon footprint, decarbonization.



# Índice

1.Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.1.1 O Setor dos Transportes.....	4
1.2 Objetivos e Âmbito.....	9
1.3 Estrutura da Dissertação .....	10
2. Revisão da Literatura.....	11
2.1 Conceito de Pegada Carbónica.....	11
2.2 Pegada Carbónica na Indústria e nas Empresas .....	12
2.3 Cálculo da Pegada Carbónica .....	14
2.3.1 Linhas orientadoras do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC em inglês) referentes a inventários nacionais de gases com efeito de estufa .....	15
2.3.2 Guia EMEP/EEA .....	17
2.3.3 <i>GHG Protocol</i> .....	18
2.3.4 Série ISO 1400 de normalização .....	22
2.3.5 Reino Unido (DEFRA).....	26
2.3.6 <i>Publicly Available Specifications – 2050 (PAS 2050)</i> .....	27
2.3.7 Norma EN 16258 .....	28
2.3.8 EcoTransIT.....	28
2.4 Transporte Rodoviário .....	33
2.5 Limitações dos Estudos de Pegada Carbónica .....	39
3. Contextualização do Caso de Estudo .....	41
3.1 Empresa.....	41
3.2 História.....	42
3.2.1 Compal, Companhia Produtora de Conservas Alimentares S.A. ....	42
3.2.2 Grupo Sumol .....	44
3.3 Estrutura Organizacional .....	46
3.4 Ambiente e Sustentabilidade .....	47
3.4.1 Sustentabilidade na SUMOL+COMPAL .....	47
3.4.2 Agenda de Sustentabilidade .....	47
3.4.3 Ações Efetuadas e Planeadas .....	48

3.4.4 Compromisso da SUMOL+COMPAL na diminuição da Pegada Carbónica .....	49
3.5 Transportes.....	49
3.5.1 Transporte de Colaboradores .....	49
3.5.2 Frota de Serviço (Própria e Alugada) .....	50
3.5.3 Distribuição de Produtos .....	53
3.5.3 Frota de Distribuição .....	55
4. Metodologia.....	59
4.1 Fronteiras Operacionais .....	59
4.2 Pressupostos Utilizados .....	62
4.3 Frota de Serviço (Própria e Alugada) .....	63
4.3.1 Método de Cálculo .....	63
4.3.3 Fatores de Emissão .....	64
4.3.3 Resumo dos Procedimentos Efetuados.....	67
4.4 Frota de Distribuição.....	69
4.4.1 Método de Cálculo .....	69
4.4.2 Fatores de Emissão .....	76
4.4.3 Amostragem .....	78
4.4.4 Resumo do Procedimento Efetuado .....	80
5. Análise e Discussão de Resultados .....	83
5.1 Frota de Serviço .....	84
5.2 Frota de Distribuição.....	87
5.2.1 Frota Própria .....	88
5.2.2 Frota Externa .....	89
5.2.3 Cálculo Pormenorizado versus Cálculo Simplificado .....	98
5.3 Validação de Resultados, Emissões por Âmbito e Indicadores .....	102
5.3.1 Emissões por Âmbito .....	102
5.3.2 Indicadores.....	103
6. Limitações do Estudo, Propostas de Melhoria e Caminhos Futuros .....	105
6.1 Limitações do Estudo .....	105
6.2 Propostas de melhorias .....	105
6.2.1 Melhorias para Futuros Inventários de Emissões.....	105

6.2.2 Outras Melhorias.....	108
6.2.3 Propostas para Diminuição da Pegada Carbónica do transporte rodoviário da SUMOL+COMPAL .....	112
6.3 Visão Futura da Mobilidade da SUMOL+COMPAL e Desenvolvimentos Futuros.....	113
7. Conclusões .....	117
Referências.....	121



# Índice de Figuras

Figura 1.1 – Previsão da alteração da temperatura da superfície terrestre para o período de 2081-2100 segundo o cenário RCP2.6 e o RCP8.5 do IPCC (IPCC 2014) .....	1
Figura 1.2 – Energia final consumida por setor para os 28 estados membros em 2017 (Adaptado de Eurostat, 2019) .....	5
Figura 1.3 – Energia final consumida por modo de transporte para os 28 estados membros em 2017 (Eurostat, 2019).....	5
Figura 1.4 – Transição no setor da mobilidade e transportes (APA, 2019).....	7
Figura 2.1 – Níveis de cálculo da pegada carbónica .....	12
Figura 2.2 – Cadeia de valor de empresas do setor de bebidas/agroalimentar (BIER, 2019) ...	13
Figura 2.3 – Emissões por âmbitos definidos pelo <i>GHG Protocol</i> para as organizações (WBCSD e WRI, 2011).....	20
Figura 2.4 – Marca “ <i>Built on GHG protocol</i> ” atribuída a metodologias que seguem o <i>GHG Protocol</i> (WBCSD e WRI, 2020) .....	22
Figura 2.5 – Interação entre as normas ISO 14060 (ISO,2018) .....	26
Figura 2.6 - Interface da ferramenta <i>online EcoTransIT</i> . (ifeu, INFRAS e IVE, 2018).....	29
Figura 2.7 – Relação entre as metodologias ou guias para o cálculo da pegada carbónica das organizações .....	31
Figura 2.8 - Relação entre as metodologias ou guias para o cálculo da pegada carbónica de produtos ou serviços .....	32
Figura 2.9 - Emissões de poluentes por parte dos veículos de ICE (EEA,2016) .....	33
Figura 2.10 - Cálculo das emissões e fatores de emissão através de modelação.....	35
Figura 2.11 - Esquema WTW discriminado (UE,2016).....	39
Figura 3.1 – Logótipo da SUMOL+COMPAL .....	41
Figura 3.2 – Imagem das várias marcas .....	41
Figura 3.3 - Unidades Industriais de Produção.....	42
Figura 3.4 - Fábrica da Compal em Almeirim .....	43
Figura 3.5 - Primeira embalagens da Compal em Tetra Pak e latas em aço .....	44
Figura 3.6 - Primeira instalação da Sumol em Algés .....	45
Figura 3.7 - Garrafa de vidro Sumol.....	45
Figura 3.8 - Estrutura Organizacional da SUMOL+COMPAL .....	47
Figura 3.9 - Veículo pesado movido a GNL e veículo elétrico à direita .....	48
Figura 3.10 – Veículos ligeiros de mercadorias .....	51
Figura 3.11 – Veículos ligeiros de passageiros .....	51
Figura 3.12 – Veículo ligeiro misto .....	52
Figura 3.13 - Veículos industriais de mercadorias .....	52
Figura 3.14 – Veículo pesado de mercadorias .....	53
Figura 3.15 - Veículo pesado de mercadorias .....	56
Figura 3.16 - Veículo trator de mercadorias.....	56

Figura 3.17 - Veículos utilizados no canal Horeca ou Pré-Venda .....	57
Figura 3.18 - Veículos utilizados no canal longo curso.....	58
Figura 3.19 - Veículo utilizado no canal CNA .....	58
Figura 4.1 – Fronteiras Operacionais.....	60
Figura 4.2 - Fluxograma do procedimento para o cálculo das emissões de GEE da frota de serviço própria e alugada .....	68
Figura 4.3 - Fluxograma do procedimento para o cálculo das emissões de GEE da frota de distribuição externa .....	82
Figura 5.1 – Emissões de GEE por tipologia de veículo frota de serviço obtidas através metodologia NIR APA e metodologia DEFRA .....	85
Figura 5.2 – Emissões de GEE frota de serviço por categoria de veículo de acordo com a categorização de veículos do NIR APA .....	86
Figura 5.3 – Emissões de GEE frota serviço própria e alugada obtidas através da metodologia NIR APA e DEFRA .....	86
Figura 5.4 - Emissões de GEE por tipologia de veículo frota de distribuição obtidas através metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> e metodologia DEFRA.....	88
Figura 5.5 – Emissões de GEE frota distribuição própria obtidas através a metodologia NIR APA e DEFRA.....	89
Figura 5.6 – Emissões GEE por categoria de veículo canal Horeca ou Pré-Venda metodologia <i>EMPE/EEA Guidebook</i> e DEFRA.....	93
Figura 5.7 – Emissões GEE por meses do ano canal Horeca ou Pré-venda metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> e DEFRA .....	93
Figura 5.8 – Emissões GEE por meses do ano canal Longo Curso metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> e DEFRA .....	95
Figura 5.9 – Emissões GEE por categoria de veículo canal Longo Curso metodologia <i>EMPE/EEA Guidebook</i> e DEFRA .....	95
Figura 5.10 – Emissões GEE por categoria de veículo canal CNA metodologia <i>EMPE/EEA Guidebook</i> e DEFRA .....	97
Figura 5.11 – Emissões GEE por meses do ano canal CNA metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> e DEFRA .....	97
Figura 5.12 – Emissões de GEE frota de serviço e distribuição por âmbito.....	103
Figura 6.1 – Visão da evolução das emissões de GEE até 2050 para a frota de serviço e distribuição da SUMOL+COMPAL (Adaptado de APA, 2019).....	114



## Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Benefícios inerentes ao cálculo da pegada carbônica.....	14
Tabela 2.2 – Programas e metodologias que adotaram ou utilizam o <i>GHG Protocol</i> .....	21
Tabela 2.3 - Modelos ou programas informáticos para o cálculo das emissões de poluentes ..	36
Tabela 3.1 – Número de veículos por tipologia frota de serviço.....	50
Tabela 3.2 – Número total de veículos frota distribuição própria e externa .....	55
Tabela 4.1 - Atividades de transporte incluídas no inventário de emissões .....	61
Tabela 4.2 - Fatores de emissão do <i>DEFRA (fuel based)</i> .....	64
Tabela 4.3 - Fatores de emissão produzidos pela APA obtidos através do COPERT (NIR APA).....	66
Tabela 4.4 - Exemplo de Identificação dos veículos pelo IMT .....	70
Tabela 4.5 - Exemplo da análise de uma rota para um transporte do Canal Horeca ou Pré-Venda .....	72
Tabela 4.6 - Exemplo do cálculo de poluentes para um transporte recorrendo ao <i>EMEP/EEA Guidebook</i> .....	75
Tabela 4.7 – Exemplo do cálculo de poluentes para um transporte recorrendo aos fatores de emissão do DEFRA.....	76
Tabela 4.8 - Fatores de emissão disponibilizados com o <i>EMEP/EEA guidebook</i> .....	77
Tabela 4.9 - Compilação das várias rotas analisadas para o canal Horeca ou Pré-Venda .....	78
Tabela 4.10 - Compilação das várias rotas analisadas por categoria de veículos para o canal CNA .....	79
Tabela 4.11 - Fatores de emissão produzidos através da amostragem para o canal de Longo Curso .....	80
Tabela 5.1 – Emissões totais de GEE .....	83
Tabela 5.2 – Resultados totais por tipo de poluente.....	83
Tabela 5.3 – Emissões de GEE para a frota de serviço .....	84
Tabela 5.4 – Emissões totais de GEE frota de distribuição .....	87
Tabela 5.5 – Emissões de GEE frota de distribuição própria .....	88
Tabela 5.6 - Fatores de emissão obtidos canal Horeca ou Pré-Venda metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> .....	90
Tabela 5.7 - Fatores de emissão obtidos canal Horeca ou Pré-Venda metodologia DEFRA ....	90
Tabela 5.8 - Fatores de emissão obtidos canal Longo Curso metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> .....	90
Tabela 5.9 - Fatores de emissão obtidos canal Longo Curso metodologia DEFRA .....	90
Tabela 5.10 - Fatores de emissão utilizados no transporte refrigerado metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> .....	91
Tabela 5.11 - Fatores de emissão utilizados no transporte refrigerado metodologia DEFRA ...	91
Tabela 5.12 - Fatores de emissão obtidos canal CNA metodologia <i>EMEP/EEA Guidebook</i> .....	91
Tabela 5.13 - Fatores de emissão obtidos canal CNA metodologia DEFRA .....	91

Tabela 5.14 – Emissões de GEE totais frota de distribuição externa.....	92
Tabela 5.15 – Emissões GEE canal Horeca ou Pré-Venda .....	92
Tabela 5.16 – Emissões GEE canal Longo Curso.....	94
Tabela 5.17 – Emissões de GEE canal CNA.....	96
Tabela 5.18 – Emissões totais GEE através de cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado.....	100
Tabela 5.19 – Emissões GEE canal Horeca ou Pré-Venda através cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado .....	100
Tabela 5.20 - Emissões GEE canal Longo Curso através do cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado .....	101
Tabela 5.21 - Emissões GEE canal CNA através do cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado.....	101
Tabela 5.22 – Indicadores Calculados.....	103
Tabela 6.1 – Quadro resumo das melhorias gerais propostas para cálculo das emissões de GEE do transporte rodoviário.....	110
Tabela 6.2 – Quadro resumo das melhorias propostas para futuros inventários de emissões do transporte rodoviário da SUMOL+COMPAL.....	111
Tabela 6.3 - Quadro resumo das propostas para diminuição da pegada carbónica da atividade rodoviária da SUMOL+COMPAL.....	113



## Abreviaturas e Acrónimos

ACV – Análise de Ciclo de Vida

APA - Agência Portuguesa do Ambiente

ARTEMIS – *Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems*

BIER – *Beverage Industry Environmental Roundtable*

BSI – *British Standards Institution*

CELE – Comércio Europeu de Licenças de Emissão

CQNUAC – Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas

COPERT – *Computer Program to Calculate Emissions from Road Transport*

COVNM – Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos

DEFRA - *Department of Environment, Food and Rural Affairs*

EEA – *European Environmental Agency*

EMEP – *European Monitoring and Evaluation Programme*

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GNL – Gás Natural Liquefeito

HBEFA – *Handbook Emissions Factors for Road Transport*

ICE – *Internal Combustion Engine*

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO – *International Organization for Standardization*

NIR – *National Inventory Report*

ONU – Organização das Nações Unidas

PAG – Potencial de Aquecimento Global

PEMS – *Portable Emissions Measurement System*

PHEV – *Plug-in Hybrid Electric Vehicles*

PNEC – Programa Nacional de Energia e Clima

RNC 2050 – Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050

SAP – *System Analysis Program Development*

SCR – *Selective Catalytic Reduction*

TTW – *Tank-to-Wheels*

UE – União Europeia

UNECE – *United Nations Economic Comissions Europe Programme*

WBCSD – *World Business Council for Sustainable Development*

WLTP – *Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure*

WRI – *World Resources Institute*

WTT – *Well-to-Tank*

WTW – *Well-to-Wheels*



# 1. Introdução

## 1.1 Enquadramento

Atualmente e nas décadas vindouras, a sociedade humana enfrenta um desafio sem precedentes. É impossível negar a influência das atividades antropogénicas nas alterações climáticas. Estas mudanças no estado climático do planeta estão a acontecer com uma celeridade nunca testemunhada, criando impactes, na sua maioria negativos, nos diversos sistemas naturais e humanos, em todos os continentes e em toda a extensão oceânica (Vieira, 2011).

A crescente exploração de recursos naturais para fazer face às necessidades energéticas, tecnológicas e de bem-estar humano constituem a alavanca e o ponto de partida para se entender o porquê desta problemática e para a necessidade de promover a mitigação dos seus efeitos.

Os efeitos ou impactes das atividades humanas no clima são patentes e inequívocos onde, desde 1950, as mudanças são testemunhadas sem precedentes. A atmosfera e os oceanos têm aquecido, a quantidade de água em estado sólido tem diminuído e o nível médio dos oceanos tem aumentado. Nas últimas três décadas a temperatura do planeta aumentou de tal forma que os especialistas afirmam que provavelmente foi o período de 30 anos mais quente dos últimos 1400 anos no hemisfério norte (IPCC,2014). A Figura 1.1 apresenta a previsão da alteração da temperatura média segundo o cenário RCP2.6 e o cenário RCP8.5 do IPCC para o período de 2081-2100.

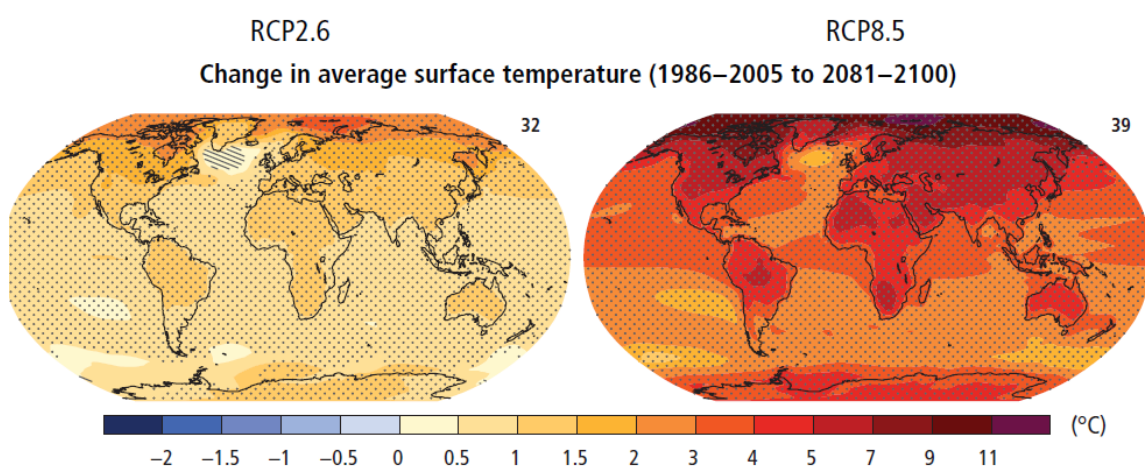


Figura 1.1 – Previsão da alteração da temperatura da superfície terrestre para o período de 2081-2100 segundo o cenário RCP2.6 e o RCP8.5 do IPCC (IPCC 2014)

Se não for efetuado um esforço conjunto a nível planetário na redução de emissões de gases com efeito de estufa (GEE), as próximas décadas irão ser marcadas por eventos extremos e mudanças significativas no estado natural, como vagas de calor, acontecimentos de precipitação extrema, seca extrema e acidificação dos oceanos. Estes trarão consequências nefastas para os ecossistemas naturais e para a vida humana (IPCC, 2014).

A preocupação por parte dos países acerca dos efeitos e consequências das emissões de GEE foi dinamizada à escala mundial a partir do ano de 1988 com a criação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC em Inglês), pela Organização Mundial de Meteorologia e pelo Programa das Nações Unidas para o Ambiente (PNUA), ambas estruturas da Organização das Nações Unidas (ONU), depois da comunidade científica e órgãos de comunicação social alertarem para os malefícios que as atividades humanas estariam a provocar no ambiente, como as emissões de GEE ou a emissão de compostos destruidores da camada de ozono estratosférico.

Dois anos após o primeiro relatório do IPCC teve lugar a conferência ECO/92 no Rio de Janeiro, Brasil, onde os países planearam e debateram objetivos de estabilização das emissões de GEE de modo a prevenir os efeitos antropogénicos no sistema climático, tendo sido criada a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (CQNUAC). Esta Convenção não impunha tetos ou limites de emissão de GEE, mas sim a necessidade de tratados e protocolos específicos no futuro com esse objetivo. Em 1997 foi então celebrado o denominado Protocolo de Quioto. O documento foi assinado pela grande maioria dos países em dezembro de 1997 na cidade de Quioto, Japão, onde as nações se comprometeram a reunir esforços para reduzir e monitorizar as emissões de GEE para a atmosfera. Os gases com efeito de estufa abordados no documento que devem ser monitorizados e reduzidos são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), os hidrofluorcarbonetos (HFCs), os perfluorados (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Os países desenvolvidos que assinaram o Protocolo de Quioto comprometeram-se a estabelecer e implementar medidas concretas para redução das emissões destes gases em 5,2 % relativamente aos valores base de 1990. Neste mesmo Protocolo estavam também previstos mecanismos que auxiliariam os países neste propósito como o comércio de licenças de emissões, desenvolvimento limpo e implementação conjunta entre as nações (Peres, 2012).

Na sequência da ratificação do Protocolo de Quioto, ratificado por Portugal em 2002, o país assumiu o objetivo presente no documento de não aumentar as emissões de GEE em mais de 27 % até ao período 2008-2012 relativamente aos valores de 1990, meta esta que foi cumprida, uma vez que em 2012 o aumento das emissões foi de apenas 13 %.

Para o cumprimento dos objetivos estabelecidos no Protocolo de Quioto foram criados em Portugal os seguintes instrumentos fundamentais:

- **Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC)**, que reunia várias políticas e medidas concretas para cumprimento do Protocolo de Quioto para os vários setores económicos.
- **Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão para os períodos 2005-2008 (PNALE) e 2008-2012 (PNALE II)**, que definiram as condições a que ficavam sujeitas as instalações abrangidas pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão de gases com efeito de estufa (CELE).
- **Fundo Português de Carbono**, instrumento financeiro do Estado baseado na aquisição de créditos de emissão de GEE e investimento em projetos que conduzissem a uma redução das emissões.

Entre 2012 e 2015, o país continuou a desenvolver e atualizar os instrumentos políticos que visam a mitigação das alterações climáticas:

- **Roteiro Nacional de Baixo Carbono (RNBC)**, que determina as políticas e metas a alcançar por Portugal no que concerne às emissões de GEE, baseadas em cenários futuros de emissão de GEE para 2050.
- **Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC 2020/2030)**, instrumento que atualiza a primeira versão, estabelecendo as políticas, ações e medidas com o objetivo de responder à limitação de emissões de GEE para os setores económicos não abrangidos pelo CELE, e prever responsabilidades setoriais, financiamento e formas de monitorização e controlo.
- **Sistema Nacional para Políticas e Medidas (SpeM)**, que visa a avaliação do progresso na implementação das políticas e medidas de redução das emissões de GEE nos vários setores, potenciando o envolvimento e reforçando a responsabilização dos vários setores de atividade.

Portugal passou a ter como obrigação o Pacote Energia-Clima da União Europeia (UE) que estabeleceu para o conjunto dos Estados-Membros uma redução até 2020 de pelo menos 20 % das emissões de GEE comparativamente a 1990. Foi ainda definido pela UE como objetivo nacional para 2020 a limitação do aumento das emissões de GEE dos setores não presentes no CELE em 1 % face a 2005. Para 2030, o Pacote Energia-Clima cuja atualização está prevista, tem por agora ainda como objetivo a redução de pelo menos 40 % das emissões de GEE na UE, em relação aos valores base de 1990. Com a assinatura do Acordo de Paris na 21ª sessão da Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (COP21), Portugal comprometeu-se em conjunto com outros países adotar medidas que visam limitar o aumento da temperatura média do planeta a 2 °C comparativamente à temperatura média registada na era pré-industrial, ambicionando mesmo limitar este aumento a 1,5 °C, para deste modo reduzir o impacto das alterações climáticas (Agência Portuguesa do Ambiente, 2020).

No final de 2019, a Comissão Europeia apresentou o Pacto Ecológico Europeu que visa transformar a UE numa sociedade mais justa e próspera, dotada de uma economia eficiente e responsável na utilização de recursos com o objetivo de ter, em 2050, zero emissões líquidas de gases que potenciem o aumento do efeito de estufa. A estratégia da UE para os próximos anos passa por integrar o desenvolvimento sustentável nas suas políticas em todos os setores da economia, incluindo o dos transportes. Da mesma forma prevê-se aumentar a ambição no que respeita à redução das emissões entre 1990 e 2030, atingindo-se 50 % a 55 % de redução. Portugal já havia definido em 2016, aquando da COP22, o objetivo nacional de atingir a neutralidade carbónica em 2050. O país apresentou um caminho a seguir para a descarbonização profunda da economia nacional, contribuindo assim para os objetivos mais ambiciosos do Acordo de Paris. Através da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), o governo elaborou um Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050), onde delinea trajetórias a seguir para Portugal atingir zero emissões líquidas de GEE em 2050. O RNC 2050 apresenta as diretrizes para a descarbonização dos vários setores económicos e também a quantificação do potencial de redução.

Por forma a acelerar a descarbonização da economia e pela presente década ser fulcral para o cumprimento dos objetivos de redução da emissão de GEE até 2050 foi elaborado o Plano Nacional Energia e Clima (PNEC), que em articulação com as estratégias e objetivos do RNC2050, define ações e metas mais concretas para a década 2020-2030, apresentando para os vários setores económicos uma trajetória exequível rumo a um futuro neutro em carbono.

O grande desafio do século é sem dúvida a conjugação do conceito de desenvolvimento sustentável cunhado no relatório “O nosso futuro comum” em 1987, (ONU, 1987) com o modelo económico seguido pela maior parte das nações. Os países terão de se adaptar de modo integrar a sustentabilidade ambiental na sua economia. A neutralidade carbónica terá de ser uma prioridade e terá de ser atingida o mais rápido possível antes que seja tarde demais.

### 1.1.1 O Setor dos Transportes

A mobilidade tem uma grande influência no quotidiano dos seres humanos, uma vez que determina como negócios, comunidades e países interagem. O setor dos transportes possui uma grande importância na economia da UE e na respetiva sociedade, sendo um setor que desempenha um papel crucial na descarbonização da economia.

Uma parte significativa do consumo de energia de todos os estados membros pertence ao setor dos transportes, sendo este também um dos principais responsáveis pela emissão de GEE para a atmosfera. A Figura 1.2 apresenta a energia final consumida nos 28 estados membros em 2017 nos vários setores económicos.

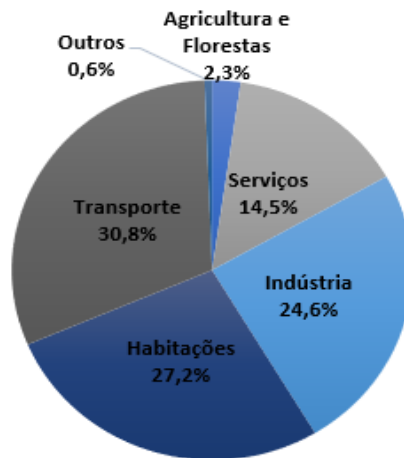


Figura 1.2 – Energia final consumida por setor para os 28 estados membros em 2017  
(Adaptado de Eurostat, 2019)

Em 2017, o setor representava cerca de 31% de todo o consumo final de energia na UE, sendo superior ao setor industrial e domiciliário. Nos últimos anos tem-se verificado um aumento do consumo energético nos transportes por via aérea e rodoviária conforme se pode observar na Figura 1.3. Este aumento alia-se ao crescimento económico que se tem assistido na UE, uma vez que existe uma maior movimentação das pessoas e um aumento de transporte de bens associado à existência de mais oportunidades, serviços e trocas comerciais quer internamente quer entre os estados membros.

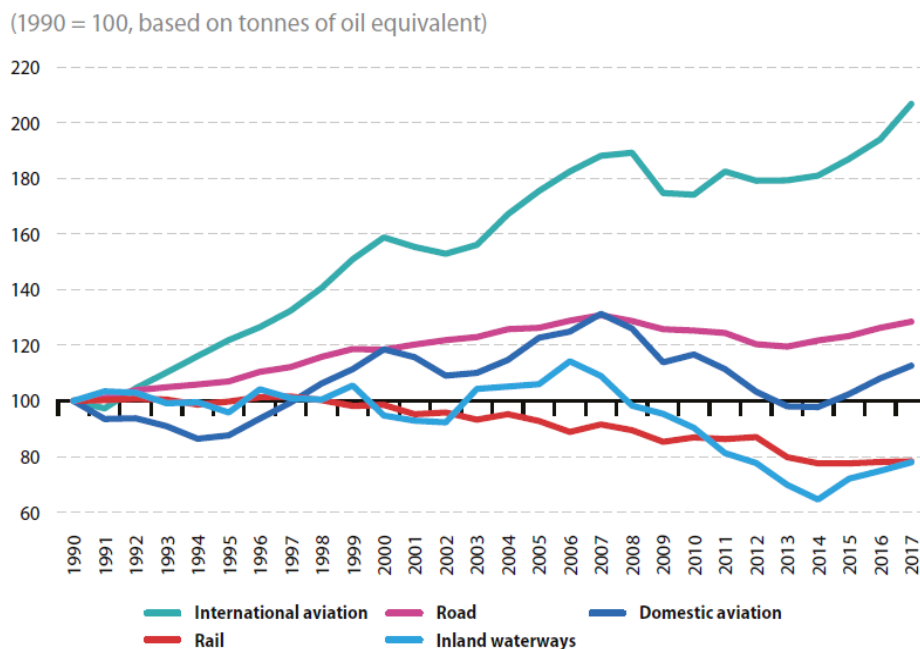


Figura 1.3 – Energia final consumida por modo de transporte para os 28 estados membros em 2017 (Eurostat, 2019)

O transporte aéreo é o modo de transporte que regista um maior aumento no consumo energético, existindo uma grande diferença face aos valores de base de 1990.

O consumo energético associado ao transporte rodoviário tem aumentado, sofrendo apenas uma ligeira diminuição nos anos após a crise económica que se iniciou em 2008, constituindo o modo de transporte mais importante e usado na UE (Eurostat, 2019).

Como consequência deste aumento, as emissões de GEE também têm vindo a aumentar, sendo o setor dos transportes responsável por um quarto das emissões de GEE da UE. O Pacto Ecológico Europeu apresenta como necessidade uma redução de 90 % das emissões dos transportes até 2050. Para tal a UE apresenta medidas estratégicas para o setor, de modo a acelerar a transição para a mobilidade sustentável e inteligente. O caminho passa pelo aumento de produção e utilização de fontes de energia alternativas como os veículos híbridos ou os veículos movidos a energia elétrica. A Comissão Europeia apoiará a implantação de pontos públicos de carregamento e de abastecimento para colmatar as lacunas existentes nomeadamente para as viagens de longo curso e zonas menos povoadas. O transporte rodoviário de mercadorias deverá ser reduzido, dando-se prioridade ao transporte ferroviário e por vias navegáveis interiores. O preço dos transportes deverá refletir o seu impacto no ambiente e saúde dos cidadãos.

Em Portugal o setor dos transportes também representa uma grande parte das emissões de poluentes para a atmosfera. Cerca de 25 % das emissões de GEE é da responsabilidade do setor, sendo este o que registou um maior aumento nas emissões nas últimas décadas. O transporte rodoviário é responsável por 96 % das emissões dos transportes, sendo os restantes 4 % da responsabilidade dos transportes ferroviários, aéreos e marítimos. O uso do automóvel constitui 60 % das emissões no que respeita ao total do transporte rodoviário (APA, 2019).

Terá ainda de se percorrer um longo caminho, estabelecendo-se uma mobilidade mais sustentável para ser atingida a neutralidade carbónica em 2050. O RNC 2050 aponta como principais forças motrizes da descarbonização para o setor dos transportes a existência de uma maior eficiência e reforço dos sistemas de transporte coletivo, uma mobilidade ativa e suave, maior eficiência associada à mobilidade partilhada e aos veículos autónomos, veículos elétricos (eletrificação) e uso de biocombustíveis e hidrogénio (APA, 2019). A Figura 1.4 representa a transição para uma mobilidade mais sustentável esperada até 2050

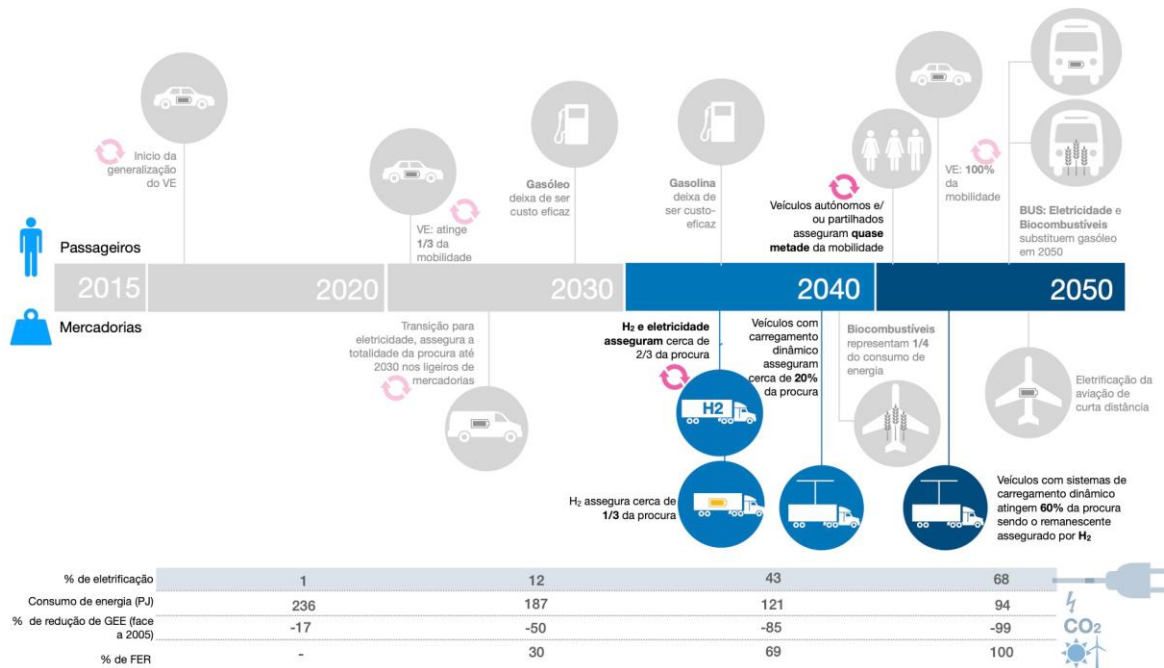


Figura 1.4 – Transição no setor da mobilidade e transportes (APA, 2019)

Na presente década, segundo o PNEC, espera-se um aumento dos veículos movidos a energia elétrica nas estradas onde, para tal, será promovido e apoiado este tipo de mobilidade. Está em curso um novo modelo para a mobilidade elétrica que permite uma melhor gestão dos postos de carregamento para veículos elétricos. Para continuar a tendência de aumento dos veículos elétricos em circulação irão ser mantidos e promovidos os incentivos fiscais e não fiscais para aquisição deste tipo de veículos. A existência de um maior número de veículos elétricos nas estradas levará a um aumento e reforço de postos de carregamento, estando previsto um investimento em todo o país (DGEG e APA, 2019). Em 2050 a eletricidade atingirá cerca de 70% do consumo energético total no setor dos transportes. A energia utilizada na locomoção deverá ser de origem renovável o mais possível, onde assim efetivamente se reduzem as emissões de GEE. Estima-se que no transporte ligeiro de passageiros o gasóleo deixará de ser custo-eficaz até 2030 e a gasolina até 2040, sendo os veículos substituídos por elétricos (APA, 2019).

Quanto ao transporte de mercadorias, prevê-se que seja efetuado recorrendo a veículos elétricos ainda que apenas no segmento de ligeiros de mercadorias. Muitos veículos pesados de mercadorias deverão utilizar ainda o gasóleo como combustível após 2030, mas espera-se que o gasóleo seja substituído por outras fontes de energia, como a eletricidade, biocombustíveis avançados e o hidrogénio, sendo que será incentivada a sua produção e consumo na década de 2020-2030. Para além da progressiva diminuição da utilização do gasóleo nos pesados de mercadorias também será promovido transporte de mercadorias por via ferroviária onde se prevê uma expansão e modernização da rede ferroviária e uma maior utilização de locomotivas 100% eletrificadas e a hidrogénio (DGEG e APA, 2019).

No transporte aéreo de âmbito nacional prevê uma eletrificação bastante generalizada em 2050, onde se aponta que para distâncias até 1 500 km o avião elétrico seja uma solução custo-eficaz. Para distâncias superiores perspectiva-se a utilização de aeronaves híbridas, as quais poderão utilizar bio querosene nas descolagens e aterragens.

Relativamente ao transporte marítimo as principais soluções para descarbonização passam pelas medidas de eficiência energética, assim como o uso de Gás Natural Liquefeito (GNL) como fonte de energia e também de biocombustíveis, na média e longa distância, sendo uma estratégia do país ser um *hub* de GNL para transportes para as regiões autónomas e internacionais. O transporte fluvial de curta distância deverá ser efetuado por embarcações elétricas e híbridas onde postos de carregamento estarão implementados e inseridos nos cais de embarque (APA, 2019).

## 1.2 Objetivos e Âmbito

A presente dissertação tem como principal objetivo a realização, através de metodologias diferenciadas, de um inventário de emissões de GEE para o ano de 2018 referente ao transporte rodoviário da empresa SUMOL+COMPAL, mais concretamente a quantificação das emissões da frota própria e alugada pela empresa e da frota utilizada na distribuição de produtos e mercadorias da empresa, maioritariamente externa, a jusante da produção de produtos.

Um dos aspetos inovadores que se procurou introduzir no presente trabalho foi a comparação de duas metodologias de inventário de emissões que implicam também a aplicação de diferentes fatores de emissão, uma habitualmente utilizada à escala nacional pelas entidades competentes de reporte internacional e outra mais associada ao âmbito empresarial, no sentido de avaliar vantagens, desvantagens e diferenças de resultados, na busca dos valores das emissões de GEE mais próximos da realidade. Por um lado recorre-se à metodologia da Agência Europeia do Ambiente, *EMEP/EEA Air Pollutant Emissions Inventory Guidebook 1.A.3.b.i-iv Exhaust Emissions (EMEP/EEA Guidebook)* de 2018 e por outro à metodologia do DEFRA (*Department for Environment Food and Rural Affairs*) *2018 GOVERNMENT GHG CONVERSION FACTORS FOR COMPANY REPORTING Methodology paper for emission factors: final report* do Reino Unido, seguindo em ambos os casos o quadro metodológico de referência para as empresas, o *GHG Protocol*.

Para além da comparação dos resultados obtidos através de ambas as metodologias, também se pretende alocar as emissões de GEE por âmbitos, de acordo com o *GHG Protocol*, e averiguar se o cálculo das emissões para a frota de distribuição externa incorporando um conjunto de detalhes relativo às rotas de entrega de produtos é compensatório face a um cálculo simplificado e mais rápido.

É igualmente definido como objetivo desta dissertação, apresentar medidas para a mitigação das emissões de GEE resultantes das atividades de transporte mencionadas, na procura da redução do impacte ambiental provocado pela utilização dos veículos.

Este trabalho foi realizado no âmbito de um estágio curricular realizado no departamento de Comunicação e Sustentabilidade da empresa durante um período de seis meses. O estágio permitiu adquirir conhecimentos sobre a quantificação e avaliação das emissões de GEE, aspeto cada vez mais presente no quotidiano das pessoas e organizações. Para além do conhecimento mais técnico, a realização deste trabalho também permitiu adquirir competências que só são desenvolvidas em âmbito profissional uma vez que durante o período referido foram contactadas várias áreas e colaboradores da empresa.

A realização deste estudo para a SUMOL+COMPAL foi muito relevante, tendo os resultados obtidos sido divulgados internamente através da revista bimensal da empresa (anexo 1), permitindo dar a conhecer a todos os colaboradores o impacte ambiental do transporte rodoviário no seu funcionamento e o compromisso da empresa em endereçar as consequências menos positivas da sua atividade (SUMOL+COMPAL, 2020).

### 1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está dividida em sete capítulos. Após o capítulo introdutório, o capítulo dois compreende a revisão da literatura, onde serão apresentadas as metodologias existentes para quantificar e realizar um inventário de emissões de GEE em pormenor.

No capítulo três é feita a descrição da empresa que constitui o caso de estudo, efetuando-se uma abordagem geral, a apresentação da sua história, da sua estrutura organizacional e em particular da área da mesma em que se insere o presente trabalho.

No capítulo quatro são apresentados os passos desenvolvidos para a realização do inventário de emissões da frota própria e alugada e frota de distribuição própria e externa, com a explicação em detalhe de todos os aspetos considerados no cálculo.

No capítulo cinco são analisados, discutidos e comparados os resultados obtidos, através das duas metodologias consideradas e também a comparação do cálculo das emissões entre um cálculo mais pormenorizado e um cálculo simplificado.

No capítulo seis são apresentadas as principais limitações do estudo, propostas de melhoria de quantificação e de redução da pegada carbónica e também a visão futura das emissões de GEE para o transporte rodoviário da SUMOL+COMPAL e sugestões de trabalhos futuros a realizar.

Por último, no capítulo sete são apresentadas as conclusões deste trabalho.

## 2.Revisão da Literatura

### 2.1 Conceito de Pegada Carbónica

A preocupação acerca das emissões de GEE e consequentes alterações climáticas está cada vez mais patente nas empresas e organizações, sendo materializada pela realização de estudos de avaliação das emissões emitidas para a atmosfera, para ser conhecida a magnitude do seu impacto, de modo a mitigá-lo e assim contribuir, se possível, para um desenvolvimento mais sustentável.

A avaliação da pegada carbónica é dos trabalhos mais pertinentes realizados atualmente. O conceito de pegada carbónica não é perfeitamente claro, existindo definições distintas no que respeita às fronteiras de medição e unidades utilizadas (Wiedmann e Minx, 2007). A ideia base surgiu em 1992 por William Rees, um ecologista e professor canadiano e pelo seu orientando de doutoramento Mathis Wackernagel que apresentaram o conceito de pegada ecológica. A pegada ecológica é a área total de terra (espaço) e água necessária para produzir algum bem ou serviço utilizado pelos humanos (Mancini *et al.*, 2016). Mede o impacto que as atividades antropogénicas exercem no ecossistema terrestre e também a dependência que existe do capital natural. É um método de quantificação holístico das pressões ambientais induzidas pelas atividades humanas, estando associado a uma análise total de ciclo de vida de um bem, produto ou setor, estando cada vez mais presente em avaliações e relatórios de sustentabilidade das organizações. É expressa em hectares (ha) ou hectares globais (gha). De entre as várias definições existentes, a pegada carbónica poder ser definida como uma das componentes da pegada ecológica associada à medição ou quantificação das emissões de carbono que são geradas direta ou indiretamente por uma determinada atividade ou no decorrer da cadeia de valor de um produto (Teixeira, 2011). No entanto, esta definição é muitas vezes apenas alusiva às emissões de dióxido de carbono e não às emissões de todos os gases com efeito de estufa. A definição apresentada pelo *Carbon Trust*, considera que a pegada de carbono corresponde à quantificação que os impactes das atividades humanas têm no ambiente com base na quantidade dos principais GEE produzidos medida em toneladas de dióxido de carbono equivalente (Wiedmann e Minx, 2007). A pegada de carbono inclui as emissões de GEE resultantes das atividades como a mobilidade, a produção de energia elétrica ou a queima de combustíveis de outras fontes e é parte constituinte da avaliação da pegada ecológica ou de análises de ciclo de vida (ACV), metodologias estas mais abrangentes que avaliam a totalidade dos impactes ambientais e não apenas as emissões de GEE. A pegada carbónica pode ser calculada a vários níveis conforme se apresenta na Figura 2.1.

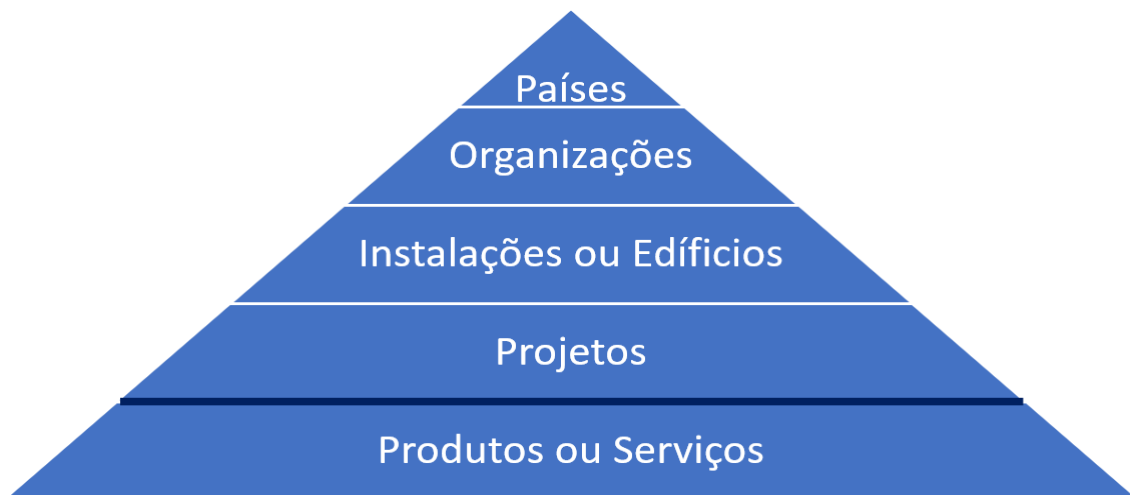


Figura 2.1 – Níveis de cálculo da pegada carbónica

As emissões de GEE podem ser inventariadas à escala nacional, ao nível corporativo, em instalações ou edifícios, em projetos, ou em produtos ou serviços. O cálculo da pegada de carbono de um produto ou serviço é habitualmente mais exigente e complexo que o cálculo para uma instalação ou mesmo de um país, sendo que está na generalidade das situações incorporado numa ACV, que abrange a totalidade da sua cadeia de valor, envolvendo múltiplos níveis da Figura acima.

## 2.2 Pegada Carbónica na Indústria e nas Empresas

A indústria em geral e a indústria agroalimentar em particular são setores impactantes no que concerne às emissões de GEE para a atmosfera. A cadeia de valor das empresas é bastante extensa envolvendo um elevado número de terceiros e múltiplas partes interessadas o que torna a quantificação e inventariação das emissões por vezes complicada. Todavia, grande parte das empresas estão cada vez mais a trabalhar e a unir esforços para conhecer o seu contributo para as alterações climáticas.

No âmbito empresarial, a pegada de carbono pode ser definida como o total de emissões de carbono ou de GEE relacionadas com uma atividade ou produto de uma determinada empresa. De acordo com a abrangência de fronteiras definida, o cálculo total da pegada carbónica de uma empresa deve incluir a avaliação de todos os recursos, agentes envolvidos e processos em todo o ecossistema da empresa e cadeia de valor, desde a extração das matérias-primas, transporte, produção, distribuição, uso, reutilização, reciclagem e destino final (Harangozo e Szigeti, 2017). A Figura 2.2 representa a cadeia de valor simplificada das empresas pertencentes ao setor das bebidas/agroalimentar



Figura 2.2 – Cadeia de valor de empresas do setor de bebidas/agroalimentar (BIER, 2019)

Para o cálculo total da pegada de carbono terão de ser considerados todos os aspetos da cadeia de valor. Algumas empresas optam por uma análise mais macroscópica das emissões de GEE que geram, calculando-as de um modo menos detalhado conforme a disponibilidade e recursos existentes. Embora exista menos detalhe no cálculo das emissões esta análise mais abrangente fornece às empresas uma fotografia geral das suas emissões de GEE. As empresas que inventariam as suas emissões ao longo da sua cadeia de valor de uma forma mais detalhada obtêm valores mais próximos da realidade. No entanto, quanto maior o detalhe, mais exigente e demorado é o cálculo. Assim sendo as empresas optam por vezes pela solução mais prática e calculam as emissões de GEE com menor detalhe.

Paralelamente à questão ambiental que motiva a realização da contabilização da pegada de carbono estão também as exigências do consumidor final. Cada vez mais existe no consumidor a consciência de que existem impactes gerados pelos produtos, sendo que a sua escolha começa a recair nos produtos que tenham menores impactes ambientais. Por outro lado, também é crescente a preocupação das empresas na escolha de parceiros de suporte à sua cadeia de valor que tenham boas práticas ambientais e certificações de sustentabilidade.

Muitas empresas já privilegiaram a realização de estudos com a elaboração do seu inventário de emissões e da análise de ciclo de vida dos seus produtos. Os relatórios de sustentabilidade ou comunicações para o exterior de medidas tomadas para ultrapassar os problemas ambientais e endereçar as alterações climáticas são normalmente as formas que as empresas utilizam para comunicar aos seus consumidores e restantes partes interessadas o que fazem para mitigar os seus impactes. A Tabela 2.1 apresenta aspetos positivos que resultam do cálculo da pegada de carbono para as empresas.

Tabela 2.1 – Benefícios inerentes ao cálculo da pegada carbónica  
(adaptado de Harangozo e Szigeti, 2017 e WBCSD 2004)

Benefícios para empresas que calculam a sua pegada carbónica
Como resultado do cálculo da pegada de carbono as empresas podem identificar quais as áreas funcionais que podem ser intervencionadas de modo a reduzir custos.
Promover sinergias com várias áreas da empresa.
Fornecer dados utilizados para auxiliar o cálculo das emissões de GEE de outros parceiros da sua cadeia de valor.
Fornecer uma imagem para os seus colaboradores de consciencialização sobre a problemática das alterações climáticas.
Melhorar a sua imagem junto das partes interessadas e consumidores.
Participar em programas de reporte de emissões de GEE
Identificar oportunidades para realçar vantagens competitivas

## 2.3 Cálculo da Pegada Carbónica

Uma análise de ciclo de vida aborda a totalidade dos impactes ambientais de um setor, bem ou produto, ao longo da cadeia de valor de uma organização, entidade ou empresa, numa perspetiva do “berço à cova” (*cradle to grave*), ou seja, desde o início até ao fim.

A pegada carbónica está incluída na análise de ciclo de vida (ACV), podendo ser calculada como parte integrante ou como parte não integrante desta metodologia (Karjalainen, 2013). Quando uma empresa, entidade ou organização pretende apenas conhecer as emissões de gases que contribuem para as alterações climáticas realiza um estudo de pegada carbónica. Em seguida apresentam-se as metodologias, guias e ferramentas mais conhecidas e utilizadas para o cálculo das emissões de GEE.

### 2.3.1 Linhas orientadoras do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC em inglês) referentes a inventários nacionais de gases com efeito de estufa

O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) foi a primeira entidade a fornecer diretrizes para a realização de um inventário de emissões de GEE, criando em 1991, o Programa Nacional de Inventários de Gases com Efeito de Estufa (*National Greenhouse Gas Inventories Programme*) (*IPCC-NGGIP*). Este programa foi elaborado conjuntamente com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD) e com a Agência Internacional de Energia (IEA em inglês). Em 1996 e após alguns documentos antecedentes, o IPCC apresentou o documento “Linhas orientadoras do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas referentes a inventários nacionais de gases com efeito de estufa” (*Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories*) que fornece a metodologia base para o cálculo das emissões de GEE à escala nacional. Na Conferência das Partes em Quioto em 1997 ficou estipulado que esta metodologia seria a que deveria ser utilizada pelas várias nações para estimar as emissões de GEE de origem antropogénica. Mais tarde, em 1998, na 14ª sessão do IPCC foi estabelecida a equipa de missão para os inventários nacionais de gases com efeito de estufa (*Task Force on National Greenhouse Gas Inventories* (TFI) com os objetivos de desenvolver e refinar a metodologia e o software para o cálculo e reporte das emissões de GEE dos países e encorajar o uso da metodologia apresentada em 1996 por parte das nações participantes nas sessões do IPCC e signatários da CQNUAC (IPCC, 2020)

A metodologia de cálculo presente nas linhas orientadoras de 1996 contém três volumes, os quais fornecem instruções para calcular as emissões de GEE:

- As **Instruções de Reporte** - o primeiro volume, apresenta passo-a-passo as instruções para a realização, documentação e obtenção de dados consistentes de um inventário nacional de emissões, de modo a poder existir consistência e comparabilidade nos inventários realizados.
- O **Manual de Trabalho** – constitui o segundo volume e contém sugestões acerca do planeamento e iniciação à realização de um inventário nacional de emissões para países que ainda não tenham realizado nenhum inventário ou que não possuem qualquer experiência na realização de um. Em adição também apresenta instruções para o cálculo do CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, e outros gases poluentes, agrupando as emissões de GEE existentes em seis grandes categorias: Energia, Processos Industriais, Solventes e outro Uso de Produtos, Agricultura, Florestas e Uso do solo e Resíduos.
- O **Manual de Referência** – constitui o terceiro volume e fornece uma miscelânea de informação sobre métodos para estimar as emissões de GEE para outros gases com efeito de estufa e uma lista completa sobre a fonte de cada um deles. Apresenta ainda a base científica para a realização de inventários de emissões.

Em 2006, IPCC apresentou uma versão atualizada do documento de 1996, que teve em consideração o trabalho realizado e acordado pelos países na conferência de Quioto. Este novo documento segue as mesmas diretrizes do anterior uma vez que uma mudança metodológica colocaria dificuldades aos países que já tinham efetuado inventários de emissões, pois teria de existir e obrigaria a uma adaptação à nova metodologia.

O documento das linhas orientadoras de 2006 sofreu algumas alterações em relação ao documento de 1996, como por exemplo a existência de mais dois volumes a serem disponibilizados, perfazendo um total de cinco volumes:

- O primeiro volume, **Guia Geral e de Reporte** apresenta as instruções necessárias para a realização do inventário de emissões para países que ainda não realizaram o seu. Apresenta também diretrizes para recolha de dados para novas atividades não adereçadas no documento anterior.
- O volume número dois (**Energia**) atualiza o setor da energia relativamente ao documento de 1996 e inclui a captura, transporte e sequestro de CO<sub>2</sub> por fontes naturais, que devem ser tidas em consideração na realização do inventário de emissões. Também apresenta um método de cálculo para as emissões de CH<sub>4</sub> geradas a partir de minas de carvão desativadas.
- O terceiro volume denomina-se **Processos Industriais e Uso de Produtos**, onde são consideradas novas categorias geradoras de emissões e também se consideram novos GEE como o trifluoreto de azoto (NF<sub>3</sub>) ou o pentafluoreto de trifluorometil sulfato (SF<sub>5</sub>CF<sub>3</sub>), assim como outros éteres halogenados. Também são abordadas as emissões geradas pelo uso de combustíveis não utilizados como fonte de energia, que neste documento atualizado passam a ser reportadas em âmbito dos Processos Industriais e Uso de Produtos. O método de cálculo das emissões de GEE associadas aos gases fluorados foi reformulado para obtenção de resultados mais realistas.
- O volume **Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo** integra as emissões de GEE geradas pelas atividades agrícolas, fazendo a ponte para a utilização existente do uso do solo e para as mudanças na cobertura florestal decorrente das atividades antropogénicas. Também apresenta métodos de cálculo das emissões para outras atividades não contempladas no documento anterior.
- O quinto e último volume é dedicado às emissões de GEE geradas pela **produção de resíduos**. Comparativamente a 1996, foi refinada a metodologia para cálculo das emissões de CH<sub>4</sub> geradas em aterros sanitários e a acumulação de carbono nestes locais. Foram também apresentadas diretrizes para o cálculo das emissões de GEE associadas ao tratamento biológico e queima de resíduos, com uma explicação mais pormenorizada de como estimar as emissões.

Na 44ª sessão do IPCC realizada em Banguecoque, Tailândia, em 2016 ficou acordado por todas as partes interessadas a realização de uma atualização ao documento de linhas orientadoras de 2006, tendo sido oficialmente adotado e divulgado durante a 49ª sessão do IPCC realizada em Quioto no Japão em 2019.

O documento apresentado em 2019 é apenas uma atualização ligeira do documento de 2006, uma vez que segue a estrutura deste, com a existência de cinco volumes, com as mesmas denominações. Foram apenas atualizados os dados científicos, como por exemplo, os fatores de emissão, metodologias suplementares para fontes de emissão onde havia poucas diretrizes e para novas atividades não existentes (IPCC, 2020).

### 2.3.2 Guia EMEP/EEA

O *EMEP/EEA air pollutant inventory guidebook* mais conhecido como *EMEP/EEA Guidebook* é um guia metodológico bastante conhecido e divulgado no continente europeu. É direcionado para os vários países europeus da UE, fornecendo de um modo conciso as orientações para produzir e compilar um inventário de emissões de poluentes atmosféricos onde se incluem os GEE para os vários setores de atividade.

O primeiro documento foi publicado em 1992, e desde então tem sido desenvolvido, mantido e atualizado de forma a ser um guia fidedigno para a realização de um inventário de emissões atmosféricas. Foi desenvolvido pelo *United Nations Economic Commission for Europe Program* (UNECE) em simultâneo com o *Cooperative Programme for Monitoring and Evaluations of the Long-range Transmissions of Air Pollutants in Europe* sobre a alçada da *Convention on Long Range Transboundary Air Pollution* (convenção LRTAP) e publicado pela Agência Europeia do Ambiente (EEA em inglês). O documento segue as orientações principais do IPCC (*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*) para as nações avaliarem e quantificarem as emissões de GEE (aplicadas também a outros poluentes), sendo a metodologia recomendada para preparar e organizar o inventário de emissões dos estados membros da UE e países da UNECE. Segue o exemplo do IPCC e apresenta diagramas de escolha (*decision trees*) de modo a facilitar a realização dos cálculos dos poluentes uma vez que apresenta várias maneiras de os realizar, dependendo dos dados disponíveis.

O *EMEP/EEA Guidebook* não fornece diretrizes específicas para o cálculo e comunicação das emissões de GEE na perspetiva das alterações climáticas. Pode, no entanto, ser utilizado para preparar inventários de emissões de substâncias emitidas para a atmosfera como resultado das atividades humanas, estando implicadas em:

- Acidificação, eutrofização e poluição fotoquímica;
- Degradação da qualidade do ar;
- Danos no solo, edifícios e outras estruturas;
- Exposição humana e dos ecossistemas a substâncias perigosas.

Os inventários preparados de acordo com o *EMEP/EEA Guidebook* são adequados para:

- Providenciar informação para *policymakers* dos países UNECE, estados membros da UE, EEA, à convenção LRTAP e restantes partes interessadas;
- Definir prioridades ambientais e identificar as atividades responsáveis pelos problemas
- Definir objetivos específicos e restrições;
- Averiguar os impactes ambientais e implicações de diferentes estratégias e planos;
- Avaliar os custos das políticas ambientais e benefícios;
- Monitorizar o estado das emissões por forma a ter conhecimento se os *targets* de redução são cumpridos;
- Monitorizar a ação política para assegurar que está a ter o efeito desejado;
- Ajudar a garantir que os responsáveis pela implementação de medidas as implementam.

O *EMEP/EEA Guidebook* está dividido em duas partes, sendo a primeira parte alusiva às diretrizes e orientações gerais para a realização do inventário de emissões de poluentes, e a segunda aos guias e metodologias mais detalhados, para os vários setores, como os setores da energia, processos industriais e uso de produtos, agricultura, resíduos, transportes, entre outros.

### 2.3.3 GHG Protocol

O *Greenhouse Gas Protocol – Corporate Accounting and Reporting Standard* do *World Resources Institute (WRI) / World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, mais comumente conhecido por *GHG Protocol*, é atualmente a metodologia mais utilizada pelas empresas, para avaliação, quantificação e comunicação das emissões de GEE geradas pelas suas atividades. O *GHG Protocol* foi criado por duas organizações não governamentais, a WRI e a WBCSD, com participação e parceria de numerosas organizações e entidades, como empresas dos vários setores de atividade, outras organizações não governamentais e agências governativas. O *GHG Protocol* apresentou contributos originais para a análise das emissões de GEE, mas também se baseou em alguns elementos de metodologias de quantificação existentes a nível não corporativo, como é o caso do *Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories* de 1996 do IPCC.

Primeiramente publicado em 2001, o *GHG Protocol* foi das primeiras iniciativas a definir as orientações e diretrizes para as empresas realizarem e comunicarem o seu inventário de emissões de GEE (Green, 2010). Este protocolo foi criado devido à necessidade de as empresas começarem a realizar estudos de pegada carbónica, dado que a problemática das alterações climáticas começou a ser mais divulgada e conhecida fora da comunidade científica. Com a existência de uma metodologia concreta, credível e difundida, as empresas começaram a ser desafiadas para avaliarem o seu contributo para as alterações climáticas.

Desde a primeira publicação que o *GHG Protocol* tem sido atualizado, uma vez que novos dados e pressupostos foram surgindo ao longo dos anos. O WRI e o WBCSD têm publicado novos documentos orientadores, que vão para além das empresas. Abaixo apresentam-se as normas/diretrizes mais relevantes que o *GHG Protocol* possui para serem analisadas e quantificadas as emissões de GEE (WBCSD e WRI, 2020).

- O ***GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard***, foi o primeiro documento publicado. Apresenta uma metodologia padrão para as empresas quantificarem e reportarem as suas emissões de GEE.
- O ***GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Standard*** permite às empresas analisarem e quantificarem as emissões de GEE em toda a sua cadeia de valor, e não apenas de fontes emissoras próprias.
- O ***GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard ou Product Standard*** pode ser utilizado para analisar as emissões de GEE no decorrer do ciclo de vida de um produto, desde o seu nascimento até ao fim da sua vida. Também fornece orientações para identificar oportunidades de redução das emissões de GEE para um determinado produto.
- O ***GHG Protocol for Project Accounting*** fornece as orientações para a quantificação das reduções das medidas de mitigação de GEE em projetos. Também é conhecido como *Project Protocol*.
- O ***GHG Protocol Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting*** é o guia para inventariar e reportar reduções na biomassa provocadas pelas atividades/projetos. A capacidade de a biomassa sequestrar dióxido de carbono é explicitada neste documento.
- O ***GHG Protocol for Cities, An Accounting and Reporting Standard for Cities*** fornece as orientações e diretrizes para a quantificação e comunicação das emissões de GEE nas cidades e comunidades.
- O ***GHG Protocol Mitigation Goal Standard*** fornece as orientações para os países contemplarem estratégias de redução das suas emissões de GEE, numa ótica de formulação de objetivos concretos. Esta normalização auxilia as várias nações a por exemplo comunicarem as suas emissões de GEE obrigatórias como é o caso do reporte à CQNUAC e também que as suas estratégias de redução estão a ter os resultados pretendidos.

Como mencionado, o *GHG Protocol* apresentou alguns contributos originais para a quantificação e avaliação das emissões de GEE, dos quais se destaca a alocação das emissões das organizações por âmbito. A alocação das emissões de GEE por âmbito diferencia as mesmas no que respeita a estas serem de fontes diretas ou indiretas. As emissões de GEE das organizações são consideradas diretas quando são de fontes que são controladas pelas organizações ao passo que as emissões indiretas são provenientes de fontes não controladas

especificamente pelas organizações. As emissões de GEE de âmbito um são emissões diretas de fontes próprias ou controladas pelas organizações. As emissões de âmbito dois são emissões indiretas, associadas ao consumo de eletricidade, vapor, aquecimento ou arrefecimento nas instalações/edifícios das organizações. As emissões de âmbito três são emissões de fontes terceiras, não controladas pelas organizações, mas que são relevantes para as suas atividades. A Figura 2.3 explicita como são alocadas as emissões de GEE por âmbitos pelo *GHG Protocol*, no que respeita às organizações.

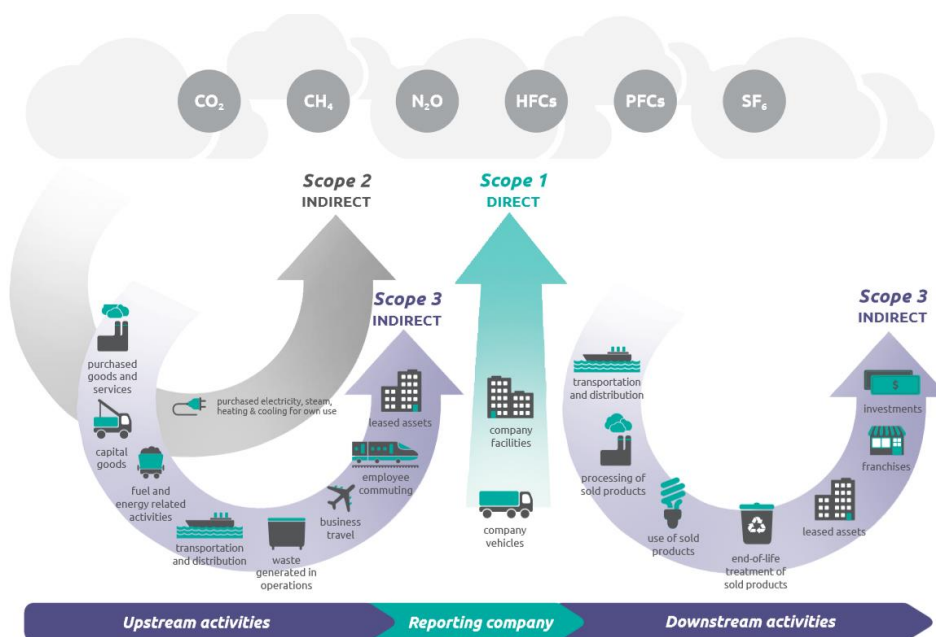


Figura 2.3 – Emissões por âmbitos definidos pelo *GHG Protocol* para as organizações (WBCSD e WRI, 2011)

Os gases com efeito de estufa que o *GHG Protocol* considera são o CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PCF e SF<sub>6</sub>. Estes gases foram os considerados pelas nações no Protocolo de Quioto como objeto de inventariação, comunicação e monitorização.

O *GHG Protocol* ao ser pioneiro nas diretrizes e orientações para a realização de um inventário de emissões para as organizações, estabeleceu os alicerces para outras entidades elaborarem as suas próprias metodologias de avaliação e quantificação das emissões de GEE. Muitas delas têm como base o *GHG Protocol*, como é o caso da Organização Internacional de Normalização (ISO em inglês). A norma ISO 14064 parte 1 incorpora e utiliza a metodologia criada pelo *GHG Protocol*. Também o *Carbon Disclosure Project* (Projeto de divulgação de Carbono) adotou o *GHG Protocol*, não criando a sua própria metodologia baseada no *GHG Protocol* mas encorajando os seus participantes a utilizarem-no para a quantificação e comunicação das suas emissões de GEE. Estas duas entidades são as mais conhecidas a se basearem ou adotarem o *GHG Protocol*, mas existem muitas mais, conforme se pode constatar na Tabela 2.2.

Normalmente as metodologias que têm como base o *GHG Protocol* tem de ser aprovadas pelo WRI E WBCSD e se tal acontecer a metodologia é certificada pelos mesmos (Figura 2.4).

Tabela 2.2 – Programas e metodologias que adotaram ou utilizam o *GHG Protocol*.

(Adaptado de Green, 2010)

Programas Governamentais Voluntários	Associações Industriais e Iniciativas Industriais Nacionais	Programas Não-Governamentais	Outros
Programa Líderes Climáticos da Agência Proteção Ambiental Norte Americana	Instituto Internacional do Alumínio	Programa <i>Climate Savers</i> do WWF	ISO 14064 - Parte 1
Registo de Ação Climática da Califórnia	Conselho Internacional para a Associação do Papel e Florestas	Projeto de Divulgação de Carbono	Calculadora de GEE das Nações Unidas
Registo Climático	Fórum Mundial Económico para o Registo de GEE	Iniciativa dos Líderes Empresariais para as Alterações Climáticas	
Programa GEE Mexicano	Associações Industriais e Iniciativas Industriais Nacionais	Rede da Neutralidade Climática	
Programa de Gestão de GEE e Conservação de Energia Empresarial da China	Conselho de Gestão para o Desenvolvimento Sustentável da Nova Zelândia		
Programa <i>GHG Protocol</i> do Brasil	Conselho de Gestão para o Desenvolvimento Sustentável de Taiwan		
Programa de Inventariação de GEE da Índia	Associação Empresarial para a redução dos GEE		
Programa de Inventariação e Reporte de GEE das Filipinas			
Guia de Reporte Nacional de Energia e GEE Australiano			
Registo GEE do Canadá			
Reporte Obrigatório das Emissões de GEE do Estado do Novo México			



Figura 2.4 – Marca “*Built on GHG protocol*” atribuída a metodologias que seguem o *GHG Protocol* (WBCSD e WRI, 2020)

#### 2.3.4 Série ISO 1400 de normalização

A Organização Internacional de Normalização (ISO) é uma organização não-governamental, sediada em Genebra, na Suíça, que cria documentos que fornecem diretrizes, especificações, requisitos ou características para assegurar que os materiais, produtos, processos e serviços sejam efetuados e implementados do mesmo modo nos diferentes países (ISO, 2020). Foi criada em 1947, com o objetivo de padronizar mundialmente as atividades dos vários setores económicos, numa perspetiva de facilitar a troca de bens e conhecimento entre as nações. Atualmente conta com mais de 160 membros, sendo Portugal um deles. A ISO elabora as normas e encaminha-as para as entidades parceiras de normalização de cada país, cabendo a estas a transcrição e adaptação à sua realidade. Em Portugal, o Instituto Português da Qualidade (IPQ) é a entidade que representa o país em matérias de normalização internacionais.

O impacto ambiental inerente às atividades humanas levou a ISO a criar normas para promover uma eficaz gestão destes impactos nas organizações, apontando as melhores práticas disponíveis, numa perspetiva de custo-eficácia. A série de normas que endereçam os impactos ambientais denomina-se de 14000, sendo a norma 14001 a mais conhecida e aplicada. As normas são de cariz voluntário, não existindo qualquer obrigação legal para a utilização/implementação.

#### **Norma ISO 14001**

A norma ISO 14001 é a norma mais conhecida dentro da família da série de normas ISO 14000. Especifica os requisitos necessários para as entidades ou organizações implementarem um sistema de gestão ambiental onde, de um modo holístico, são avaliados os impactos ambientais. É utilizada pelas organizações que pretendem otimizar a sua utilização de recursos, como a água ou a produção de resíduos, reduzindo custos sempre que possível. São as organizações que definem medidas ou objetivos de cariz ambiental, sendo estes muitas vezes também requisitos de conformidade legal. A norma orienta-as fornecendo as diretrizes para cumprimento dessas mesmas medidas ou objetivos, numa perspetiva de melhoria contínua.

A primeira edição da norma remonta a 1996, sendo este o ano da criação da família de normas ISO 14000. Desde então foi sendo revista e atualizada para corresponder às necessidades do

mercado e também às novas tecnologias, tendências e novos dados científicos em matérias ambientais (ISO, 2020) A última revisão efetuada data de 2015, sendo esta a versão que atualmente vigora.

### **Normas ISO 14040 e 14044**

A norma ISO 14040 é referente aos princípios e estrutura gerais de uma ACV a um produto, processo ou serviço. Foca-se nos aspetos ambientais e potenciais impactes ambientais que as organizações provocam, ao longo da existência do produto, processo ou serviço, desde a extração da matéria-prima, passando pela produção, transporte, consumo, até ao seu destino final (*cradle-to-grave*). Todos os impactes ambientais no decorrer da cadeia de valor são avaliados, incluindo emissões de GEE para a atmosfera. O nível de detalhe que uma ACV inclui depende de cada organização e do seu objetivo. Uma ACV pode ser proveitosa para:

- Identificar oportunidades de melhoria do desempenho ambiental dos produtos nos vários pontos do seu ciclo de vida.
- Informar os decisores na indústria, governo ou organizações não-governamentais sobre melhores impactes ou ações que possam ser melhoradas.
- Selecionar um conjunto de indicadores relevantes sobre *performance* ambiental.
- Efeitos de publicidade e *marketing* como por exemplo a publicação do cumprimento de metas ambientais previamente estabelecidas ou a elaboração de uma declaração ambiental de um produto.

Segundo a norma ISO 14040 existem quatro fases num estudo ACV, onde a primeira é a definição do âmbito e objetivo do estudo, a segunda é a análise do inventário, a terceira é uma avaliação de impacte, e por fim a fase da interpretação dos resultados do estudo.

A norma ISO 14040 foi publicada pela primeira vez em 1997, tendo sido revista em 2006. A norma publicada em 2006 é a que atualmente se encontra disponível para realização de um estudo de ACV.

Conjuntamente com a norma 14040 foi publicada a norma 14044 que auxilia a realização da análise de ciclo de vida. Esta fornece informação apresentando diretrizes e requisitos específicos para a realização dos estudos.

## Conjunto de Normas ISO 14060

No que respeita às emissões de GEE, a ISO produziu um conjunto de normas que podem ser utilizadas pelas organizações para quantificar, monitorizar, reportar e validar as emissões de GEE que estas induzem para a atmosfera. A utilização/implementação das normas 14060 pode trazer benefícios para as organizações, onde se destacam os seguintes:

- Melhorar a integridade ambiental decorrente da quantificação das emissões de GEE.
- Aumentar a credibilidade, consistência, e transparência da quantificação das emissões de GEE nas organizações e também a monitorização, o reporte, e a validação e verificação.
- Melhorar o desenvolvimento e implementação de estratégias e planos para as emissões de GEE.
- Melhorar o desenvolvimento e implementação de medidas mitigadoras para as emissões de GEE.
- Permitir às organizações o acompanhamento do progresso e *performance* de redução das emissões de GEE e/ou o seu aumento.

As aplicações da família de normas ISO 14060 incluem:

- Decisões empresariais como a identificação de oportunidades de redução das emissões de GEE, e aumento do lucro resultante da redução do consumo de energia.
- Gestão do risco provocado pelas emissões de GEE pela sua identificação, e das oportunidades existentes.
- Iniciativas de cariz voluntário como a participação em programas de redução de GEE ou comunicação de resultados ou iniciativas ligadas à sustentabilidade.
- Eventual presença no mercado de emissões de GEE, através da compra ou venda de títulos ou créditos.
- Eventuais regulamentos/programas governamentais como incentivos fiscais e económicos para partilha de dados e participação no reporte à escala local e nacional.

A norma ISO 14064-1 (parte 1) apresenta os princípios e requisitos para realizar, desenvolver, gerir e reportar as emissões de GEE numa escala corporativa. Inclui as condições necessárias para as organizações determinarem as suas emissões de GEE e identificarem ações ou atividades específicas para melhorarem o seu desempenho. A norma +inclui os requisitos e procedimentos necessários para as organizações efetuarem uma boa gestão do inventário de emissões, reportarem as emissões de GEE de um modo correto e ainda auxiliar as organizações para a realização de auditorias e ações de verificação quer internas, quer externas.

A norma ISO 14064-2 (parte 2) precisa os princípios e requisitos para determinação e quantificação da emissão de GEE para projetos. Foca-se nas emissões de GEE induzidas na atmosfera através da existência ou realização de projetos.

A norma ISO 14064-3 (parte 3) especifica os requisitos para verificação da comunicação de valores obtidos resultantes da realização do inventário de emissões de GEE das organizações, projetos ou produtos. A norma descreve os processos a ter para validação ou verificação da quantificação das emissões de GEE.

A norma ISO 14065 fornece os requisitos para as organizações validarem e verificarem os resultados do cálculo das suas emissões de GEE. Apresenta os aspetos que as entidades auditoras têm de considerar, como a imparcialidade, competência, comunicação, entre outras, podendo ser utilizada como base para a acreditação dos resultados obtidos.

A Norma ISO 14066 especifica as competências necessárias que a equipa de profissionais necessita de possuir para verificar e validar um inventário de emissões de GEE. Inclui os princípios e requisitos, baseados nas tarefas, que os profissionais de validação e verificação terão de executar.

A Norma ISO 14067 define os princípios, diretrizes e requisitos para a quantificação da pegada de carbono de produtos. O objetivo desta norma é a quantificação as emissões de GEE associada com o ciclo de vida de um produto, numa perspetiva do berço-à-cova (*cradle-to-grave*). Por último, a norma ISO/TR 14069 assiste os utilizadores na aplicação da norma ISO 14064-1 fornecendo as orientações e exemplos para a existência de transparência na quantificação das emissões de GEE e na sua comunicação (ISO, 2018). A Figura 2.5 ilustra a relação das normas da família ISO 14060.

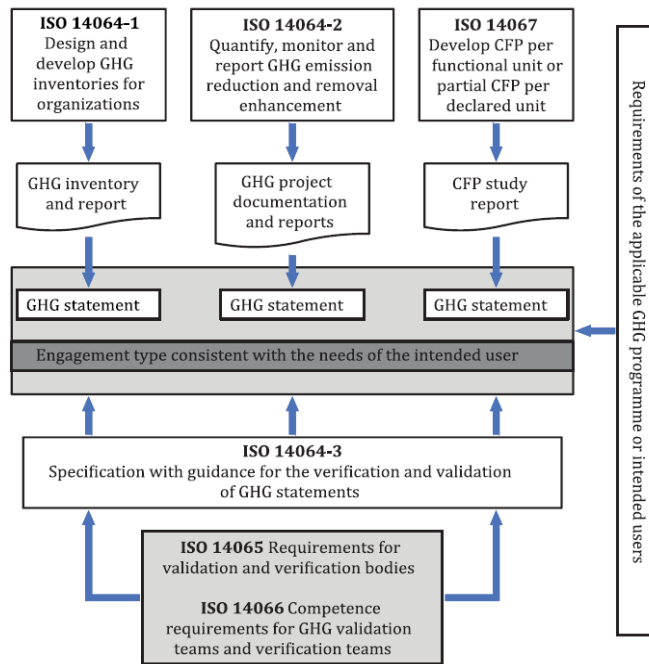


Figura 2.5 – Interação entre as normas ISO 14060 (ISO,2018)

### 2.3.5 Reino Unido (DEFRA)

Alguns países têm vindo a desenvolver as suas próprias orientações de cálculo das emissões de GEE como é o caso do Reino Unido através do *Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)* do Reino Unido (Pandey *et al.*, 2011). O DEFRA é uma entidade governativa do Reino Unido responsável por várias áreas, entre as quais, a área ambiental onde se incluem a avaliação e quantificação das emissões de GEE. No que respeita a esta temática, o DEFRA é responsável por comunicar as emissões à CQNUAC.

Embora existissem várias metodologias de referência para o cálculo e comunicação das emissões de GEE, o DEFRA decidiu criar a sua própria metodologia, onde apresenta, para além das orientações, diferentes estratégias de alocação e fatores de emissão específicos (Auvinen *et al.*, 2013).

Esta metodologia, sendo nacional, trouxe mais compromisso e esclarecimento para as empresas do Reino Unido, levando a que mais organizações realizassem estudos de pegada carbónica e assim poderem reduzir o seu contributo para as alterações climáticas (Tauringana e Chithambo, 2015).

Sendo uma entidade do Reino Unido as suas diretrizes para o cálculo das emissões de GEE e respetivos fatores de emissão dizem respeito ao Reino Unido. No entanto, dada a existência de fatores de emissão bastante pormenorizados e sua respetiva atualização ano após ano, esta metodologia tem sido largamente utilizada por entidades ou organizações que realizam um

estudo de pegada carbónica fora do Reino Unido. A metodologia de quantificação das emissões de GEE do DEFRA é baseada no *GHG Protocol*, sendo apresentada em base de dados do mesmo como fonte de fatores de emissão passíveis de serem utilizados.

### 2.3.6 *Publicly Available Specifications – 2050 (PAS 2050)*

O Instituto Britânico de Normalização (BSI em inglês) conjuntamente com o *Carbon Trust* e com o DEFRA publicaram uma norma denominada de *Publicly Available Specification (PAS)* onde especificaram os requisitos para avaliar e quantificar as emissões de GEE de bens ou serviços. Publicada em 2008 e revista em 2011, esta norma tem como objetivo auxiliar as organizações a calcularem as emissões de GEE associadas a produtos (Sinden, 2009). É baseada na serie ISO 14040, ou seja, numa metodologia de ACV. Deste modo é uma norma que avalia as emissões de GEE de um produto ao longo da cadeia de valor de uma organização, numa perspetiva de ACV, ou seja, desde o “nascimento até à morte” (*cradle-to-grave*).

O PAS 2050 foi a primeira norma a clarificar a realização de estudo de pegada carbónica de produtos em todos os seus aspetos fulcrais, estabelecendo os alicerces para a existência de outras normas de quantificação de emissões de GEE no que respeita a produtos.

A norma justifica o interesse em avaliar e calcular as emissões de GEE de produtos e qual as vantagens da sua utilização, conforme se apresenta de seguida (Sinden, 2009):

- Permite, com o cálculo da pegada carbónica de produtos, a avaliação interna do ciclo de vida dos produtos, uma vez que ainda que apenas sejam endereçadas as emissões de GEE existe um escrutino do ciclo de vida dos produtos e inerentes impactes ambientais.
- Facilita a avaliação de alternativas à configuração dos produtos, origens e processos produtivos dos mesmos, escolhas de matérias-primas e fornecedores, com base nas emissões de GEE.
- Fornece *benchmark* a outros métodos ou programas de avaliação e quantificação das emissões de GEE de produtos.
- Permite a comparação de produtos uma vez que utiliza uma metodologia comum, reconhecida e normalizada na quantificação das emissões de GEE.
- Fornece oportunidades para o consumidor entender a importância das emissões de GEE e assim tomar decisões mais acertadas do ponto de vista ambiental.

O PAS 2050 é uma norma de referência, bastante importante no que respeita às emissões de GEE dos produtos e serviços presentes no quotidiano de todos.

### 2.3.7 Norma EN 16258

Com o objetivo de normalizar a quantificação das emissões de GEE associadas ao transporte de passageiros e mercadorias o Comité Europeu para a Normalização (CEN) desenvolveu a norma EN 16258 (*Methodology for Calculation and Declaration of Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions of Transport Services*). Foi a primeira metodologia harmonizada para o cálculo da pegada de carbono dos serviços de transporte.

À semelhança do PAS 2050 para a avaliação e quantificação das emissões nos produtos, também a norma EN 16258 alicerça todas as outras metodologias de cálculo de emissões para o transporte de passageiros e mercadorias. Fornece orientações para o cálculo das emissões, incluindo as fronteiras operacionais, alocações a realizar, e também as fontes de informação necessárias. Abaixo encontram-se as principais abordagens desta metodologia para o cálculo das emissões de GEE (Schmied e Knörr, 2012):

- A norma fornece as orientações para um cálculo sistemático do consumo energético e emissões de GEE para o transporte de passageiros e mercadorias. Também informa os utilizadores quais os procedimentos a ter quando organizações terceiras estão envolvidas.
- Apenas fornece as diretrizes para os serviços de transporte propriamente ditos, ou seja, não menciona quaisquer fontes de emissão estacionárias como o armazenamento ou *handling*.
- A norma estipula que o cálculo do consumo energético e emissões de GEE tem de ser feito separadamente, ou seja, por percurso, dentro de um mesmo transporte. Assim menciona que deve ser dividido o transporte em percursos, onde deste modo, os cálculos correspondem melhor à realidade, uma vez que vários elementos são considerados, como por exemplo as viagens sem mercadorias (*empty trips*).
- As organizações que utilizam a norma não necessitam de auditoria externa ou verificação dos resultados obtidos.

Esta norma apesar de ser europeia e, portanto, construída a pensar nesta realidade, foi o primeiro passo para um melhor entendimento e perceção de como calcular pormenorizadamente as emissões de GEE associadas a serviços de transporte, servindo de base para outras entidades auxiliarem as organizações a estimarem as suas emissões para os transportes.

### 2.3.8 EcoTransIT

A Iniciativa *EcoTransIT (EWI)* é uma plataforma independente direcionada ao transporte de mercadorias para cálculo da pegada de carbono, publicada em 2003 para a Europa e estendida em 2010 para todo o mundo. Foi desenvolvida em cooperação pelo Instituto Alemão para o Ambiente e Energia e duas empresas, uma de otimização de rotas e outra de *software*, a *Hacon* e a *IVE mbH*. Através de uma ferramenta *online* grátis (Figura 2.6), os utilizadores podem por

percurso de um determinado transporte estimar as emissões de GEE associadas. Esta ferramenta é baseada numa metodologia própria, que segue as orientações da norma europeia EN 16258 (na versão atual), estando também em conformidade com o *GHG Protocol*. Esta iniciativa apenas inclui o transporte de mercadorias, não considerando o transporte de passageiros (ifeu, INFRAS e IVE, 2018).

A ferramenta *EcoTransIT* permite às organizações e partes interessadas:

- Estimar as emissões de GEE dos seus transportes de modo a ser reduzido o impacto ambiental dos mesmos.
- Fazer face à procura dos consumidores e responder em termos de obrigações legais no que diz respeito às emissões de poluentes. Também tem um propósito de auxiliar as organizações a otimizarem as suas cadeias de valor numa perspetiva ambiental.
- Ajudar os decisores políticos, consumidores e Organizações não Governamentais (ONG's) que estejam interessados em comparar as suas cadeias de valor e conceitos logísticos em todos os modos de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo e aéreo).
- Calcular também as emissões de poluentes não contribuidores para o aumento do efeito de estufa como os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) ou a matéria particulada (PM).
- À semelhança da norma EN 16258 permite rastrear as emissões desde a origem até ao destino final dos transportes, considerando também as viagens sem mercadoria (*empty trips*).

The image shows the EcoTransIT online tool interface. At the top, there is a logo for EcoTransIT World and the tagline 'a sustainable move'. Below the logo is a navigation menu with buttons for HOME, CALCULATION (highlighted), TARGET GROUP, FIRST STEPS, BUSINESS, and CONTACT. The main content area is titled 'CALCULATION PARAMETERS' and contains several input fields: 'Input mode' with a dropdown menu set to 'Standard'; 'Freight' with an 'Amount' field containing '100' and a 'Unit' dropdown menu set to 'Bulk and Unit Load (Tonnes)'; 'Origin' with a dropdown menu set to 'City district' and a confirmation prompt 'Please press ENTER to confirm.'; 'Destination' with a dropdown menu set to 'City district' and a confirmation prompt 'Please press ENTER to confirm.'; and 'Choose transport modes' with five icons representing different modes: Truck, Train, Airplane, Sea ship, and Barge. At the bottom right of the form, there are two buttons: 'CALCULATE' and 'RESET'. At the very bottom, there is a small text link: 'For more information please refer our methodology report: short version | detailed version'.

Figura 2.6 - Interface da ferramenta *online EcoTransIT*. (ifeu, INFRAS e IVE, 2018)

O EcoTransIT tem sido utilizado maioritariamente por operadores logísticos e empresas transportadoras. Possui parcerias com a *DHL*, *Dascher*, *Hamburg Süd*, Caminhos de Ferro Franceses (SNFC), entre outras.

Para inventariar as emissões de GEE e realizar um estudo de pegada carbónica podem ser utilizadas as metodologias, guias ou ferramentas apresentadas anteriormente. No entanto, é necessário perceber como é que podem ser utilizadas.

Existem as metodologias ou guias que fornecem as orientações e diretrizes de como avaliar e quantificar as emissões de GEE nos vários níveis existentes (nacional, corporativo, em instalações ou edifícios, em projetos, ou numa perspetiva de ACV em produtos ou serviços). Mencionam como devem calcular as emissões de poluentes consoante os dados disponíveis, estratégias e sugestões de como obter os dados para realizar os cálculos ou na definição das fronteiras a aplicar, na alocação das emissões.

Existem também as ferramentas ou programas informáticos (*softwares*) que normalmente são criados pelas entidades que desenvolvem as metodologias ou guias de forma a facilitar a tarefa de quem está a realizar um estudo de pegada carbónica. Tal permite a escolha de diferentes parâmetros nos dados de entrada, calculando as emissões de GEE de uma forma imediata. Também são disponibilizadas folhas de cálculo automáticas, como faz o *GHG Protocol (Corporate Standard)*, ou *sites* na internet como é o caso por exemplo do *EcoTransIT*.

Também é possível recorrer diretamente ao uso de fatores de emissão que podem ser utilizados pelas organizações mediante os dados que possuam. Estes fatores de emissão são normalmente disponibilizados pelas metodologias ou guias para serem utilizados. Algumas entidades, como é o caso do *GHG Protocol*, indicam onde as organizações podem consultar bases de dados com fatores de emissão específicos.

No que respeita às metodologias ou guias é também importante conhecer a relação entre eles, uma vez que muitos se baseiam noutros ou seguem alguns pontos e abordagens similares. Na Figura 2.7 ilustra-se a relação entre as várias metodologias ou guias, para o cálculo da pegada carbónica.

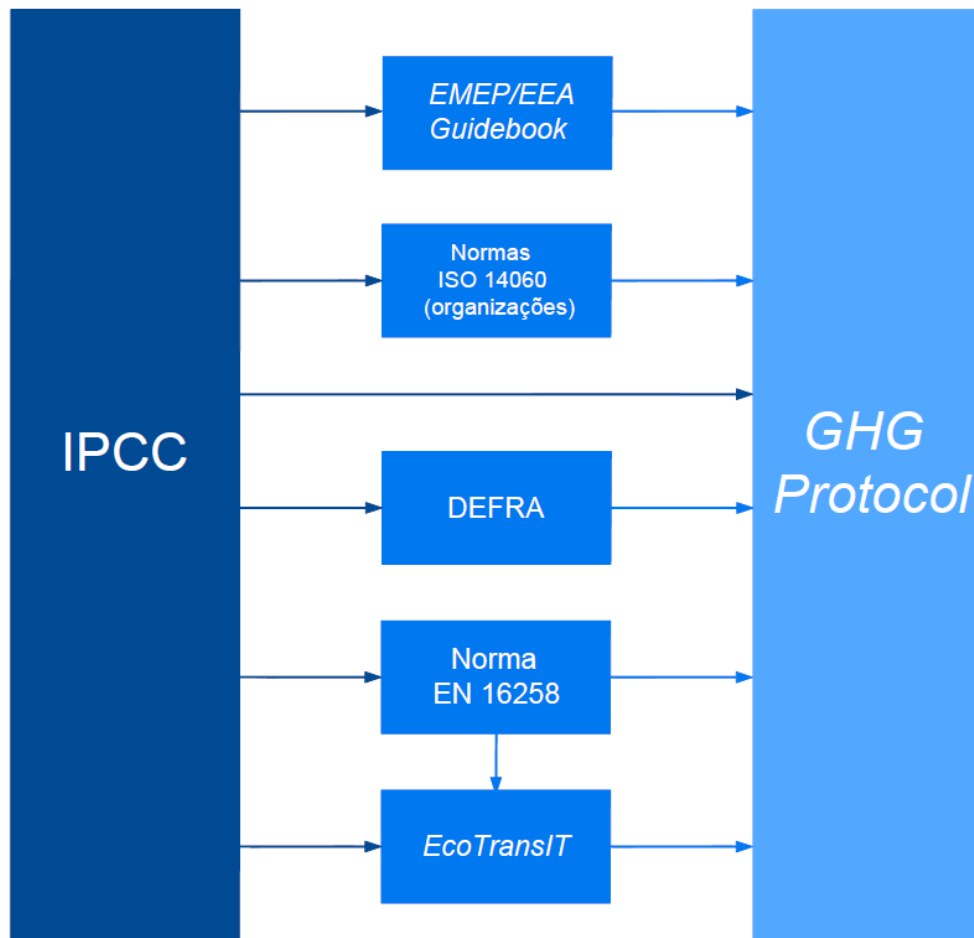


Figura 2.7 – Relação entre as metodologias ou guias para o cálculo da pegada carbónica das organizações

O IPCC é a entidade cujas diretrizes e orientações foram utilizadas para a construção das suas metodologias ou guias. Apesar de ser de âmbito nacional alicerçou a elaboração dos outros métodos de quantificação de GEE. Como referido o WRI e WBSD foram as primeiras entidades a elaborar uma metodologia para cálculo e avaliação das emissões de GEE para as empresas. Deste modo, para cálculo da pegada carbónica das empresas, o *GHG Protocol* passou a ser a metodologia de referência.

Nem todas as metodologias ou guias são baseadas no *GHG Protocol* como é caso da norma EN 16258 e do *EMEP/EEA Guidebook*. No entanto, estas e muitas outras metodologias ou guias incorporam elementos do *GHG Protocol*, alguns residuais (apenas um elemento específico para o cálculo de uma fonte emissora específica, por exemplo), outros com maior significado, como é o caso da alocação das emissões de GEE por âmbitos. A ferramenta *EcoTransIT* por exemplo está em conformidade com o *GHG Protocol*, incorporando elementos deste, mas o quadro metodológico base é o da norma EN 16258.

Para o cálculo da pegada carbónica de produtos ou serviços a relação entre as várias metodologias é similar, mas diferente. Para as metodologias ou guias apresentados que explicam como devem ser calculadas as emissões de GEE ao longo da cadeia de valor de produtos ou serviços (ACV) a relação é a que se apresenta na Figura 2.8.

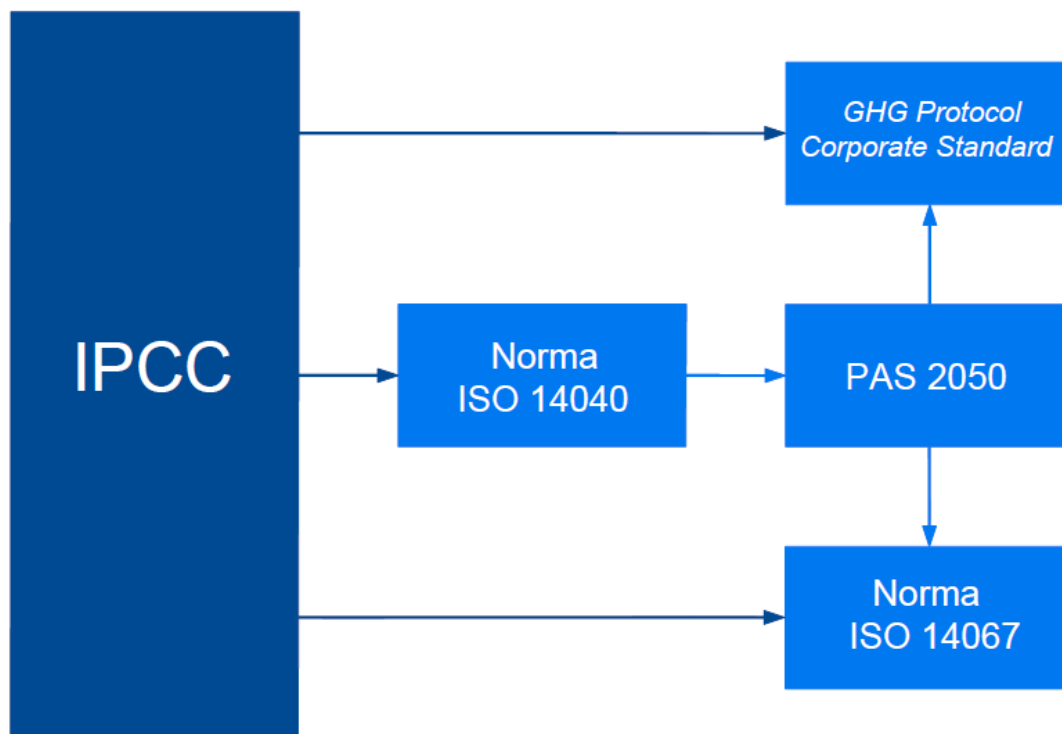


Figura 2.8 - Relação entre as metodologias ou guias para o cálculo da pegada carbónica de produtos ou serviços

Da mesma forma, para o cálculo da pegada carbónica a uma escala corporativa ou ao nível de uma empresa, os fatores de emissão determinados pelo IPCC servem também de base para estudos das emissões de GEE relacionados com produtos ou serviços concretos. A justificação para tal é exatamente a mesma, ou seja, esta entidade foi a primeira a criar, a avaliar e a quantificar emissões de GEE. Seguindo as orientações do IPCC em certos aspetos, a ISO formulou uma metodologia de ACV para avaliação da totalidade dos impactes ambientais de um produto, bem, ou serviço, onde se incluem logicamente as emissões de GEE resultantes nas cadeias de valor respetivas. O *Publicly Available Specification* (PAS 2050) seguiu e retirou elementos da norma ISO 14040 (ACV em todas as suas vertentes), utilizando-os numa norma especialmente direcionada para a avaliação e quantificação das emissões de GEE de produtos, bens ou serviços, sendo a primeira a fazê-lo. Estabeleceu o trabalho base (*groundwork*) para o desenvolvimento da metodologia do *GHG Protocol* direcionada para os produtos, bens, ou

serviços, o *GHG Protocol Product Standard*. Do mesmo modo, também a norma ISO 14067 foi baseada no *PAS 2050*.

## 2.4 Transporte Rodoviário

As emissões de GEE associadas ao transporte rodoviário de passageiros e mercadorias são o objeto principal de estudo desta dissertação. Nas várias metodologias ou guias referidos anteriormente aborda-se a quantificação das emissões desta componente, por vezes extremamente relevante numa empresa, de acordo com a sua natureza. Nenhuma das metodologias apresenta um guia concreto para o cálculo das emissões de GEE para o transporte rodoviário, mas sim para o transporte em geral, quer sejam de pessoas ou bens, para as várias modalidades de transporte existente, rodoviário, ferroviário e aéreo.

O transporte rodoviário, com a atual exceção dos veículos elétricos, está associado à emissão direta de GEE para a atmosfera, bem como de outros poluentes. A maior parte dos veículos existentes funcionam com um motor de combustão interna (ICE), utilizando como combustível gasóleo, gasolina, gás de petróleo liquefeito (GPL) ou gás natural liquefeito (GNL). O combustível é queimado no interior do motor na presença de oxigénio (comburente), gerando energia, que depois é transmitida às rodas dos veículos, fazendo com que estes se movam. Como qualquer reação química de combustão, existe a libertação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em fase gasosa para a atmosfera. O CO<sub>2</sub> é um gás com efeito de estufa, a sua concentração tem vindo a aumentar, traduzindo-se num aquecimento global e conseqüentes alterações climáticas.

Para além do CO<sub>2</sub> existem outros poluentes gasosos e não gasosos que são emitidos pelo funcionamento do motor dos veículos, pela sua própria locomoção e aquando do abastecimento de combustível, conforme se apresenta na Figura 2.9.

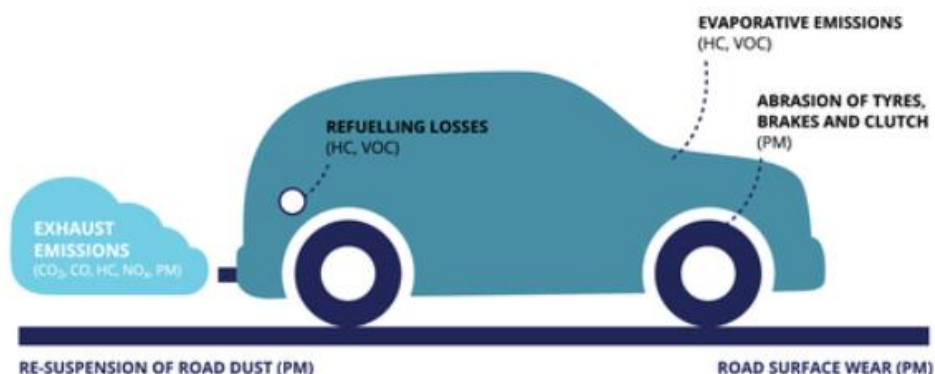


Figura 2.9 - Emissões de poluentes por parte dos veículos de ICE (EEA,2016)

Para além do CO<sub>2</sub>, existem mais dois GEE que são emitidos pelo sistema exaustão dos veículos, o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o metano (CH<sub>4</sub>). Os poluentes gasosos não contribuintes para o aumento do efeito de estufa resultantes do sistema de exaustão dos veículos são o monóxido de carbono (CO), os óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), e a matéria particulada (PM). Existem ainda os poluentes gerados por outras fontes, que não o sistema de exaustão dos veículos, onde se destacam hidrocarbonetos (HC), incluindo os compostos orgânicos voláteis (COV).

No que respeita à obtenção de dados a utilizar para calcular as emissões dos transportes rodoviários é importante identificar como são obtidos e suas limitações. Por um lado, podem considerar-se diretamente os dados de atividade como os litros de combustível consumidos e por outro o recurso a fatores de emissão que traduzem as emissões em função do tipo de veículo, dos quilómetros percorridos e das toneladas de mercadorias transportadas associadas às suas dinâmicas de operação. Os fatores de emissão podem ser obtidos por medições em condições reais na via rodoviária, utilizando instrumentos portáteis instalados nos veículos (PEMS) ou em testes laboratoriais (*tunnel studies*), onde são simulados os vários tipos de situações de locomoção (*driving cycles*), como por exemplo situações de tráfego intenso ou menos intenso, ou circulação em autoestrada. Em 2015 foi lançado em versão final um novo teste laboratorial, (*WLTP - Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure*) mais preciso do que vigorava anteriormente (*NEDC – New European Driving Cycle*). O WLTP é o teste atualmente em vigor no quadro da legislação da UE para os novos veículos introduzidos no mercado pelos fabricantes. Para além da análise das emissões de poluentes, estes testes, em estrada ou em laboratório, também servem o propósito de estimar o consumo específico de energia (L/100km).

Os fatores de emissão obtidos são regulados e aprovados pelas entidades competentes, mas ainda assim muitas vezes não são totalmente fidedignos uma vez que mesmo veículos iguais podem ter comportamentos diferentes e conseqüentemente produzirem fatores de emissão diferentes (Latham *et al.*, 2000). Existem algumas variáveis que influenciam as emissões e conseqüentes fatores de emissão, para além dos tipos de veículos, combustíveis que utilizam, tipo de sistema de exaustão (conversores catalíticos), tipo de condução (aceleração e velocidade):

- A inclinação da via rodoviária e a carga transportada (elemento influenciador principalmente em veículos de mercadorias), que afeta a energia que o motor tem de fornecer para a locomoção;
- A altimetria do terreno natural onde se situa a estrada, uma vez que influenciam a densidade do ar e, portanto, a quantidade de oxigénio existente, o comburente dos ICE;
- A degradação do controlo das tecnologias de emissão com o aumento da idade dos veículos e aumento da sua quilometragem;
- A temperatura ambiente que tem uma forte influência nas emissões quando o veículo ainda está “frio”, sendo que também afeta no seu funcionamento a “quente”;

- O uso de equipamentos auxiliares nos veículos, como por exemplo os sistemas de bombas de calor (ar condicionados), que aumentam o consumo de combustível.

Os efeitos destas e outras variáveis nas emissões de poluentes começam cada vez mais a ser reconhecidos pelos especialistas existindo alguns progressos na sua simulação e quantificação, mas ainda não são amplamente avaliadas.

Existem modelos implementados em programas informáticos para estimar as emissões dos vários poluentes gerados através dos correspondentes fatores de emissão. À semelhança de outros programas de modelação, os existentes para o transporte rodoviário utilizam dados de medições reais em estrada ou em laboratório (Latham *et al.*, 2000) que servem de entrada (*input*) para serem estimadas as emissões de poluentes (*output*). A Figura 2.10 apresenta para melhor perceção como são calculadas as emissões de poluentes e fatores de emissão recorrendo à modelação.

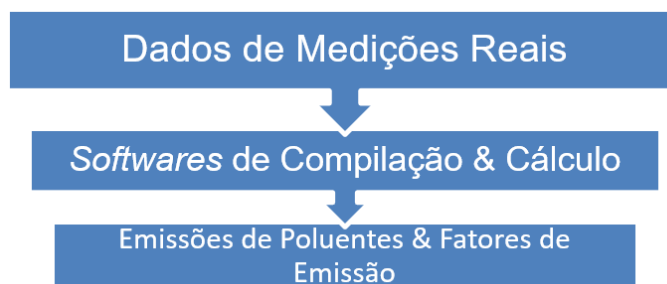


Figura 2.10 - Cálculo das emissões e fatores de emissão através de modelação

Os modelos que estimam as emissões de poluentes gerados pela atividade rodoviária, baseados na informação previamente recolhida, conseguem prever de forma muito fiável quais serão as emissões de poluentes resultantes da atividade dos veículos mediante certo tipo de condições (por exemplo, condução urbana ou em meio rural) que podem ser simuladas nos programas de computador desenvolvidos. Cada vez mais estes programas informáticos estão a integrar outras variáveis existentes para o transporte rodoviário, como aquelas mencionadas acima (veículos a transportarem cargas, condução em altitude, condução com motor frio ou quente), conferindo assim estimativas mais próximas da realidade.

Atualmente existem vários programas informáticos que conseguem com fiabilidade estimar as emissões de poluentes atmosféricos. Nos últimos anos têm-se assistido a uma evolução quer na credibilidade dos resultados quer na perspetiva de serem mais amigos do utilizador. Na Tabela 2.3 apresentam-se os modelos / programas mais utilizados na Europa.

Tabela 2.3 - Modelos ou programas informáticos para o cálculo das emissões de poluentes

Modelos ou Programas Informáticos
<b>COPERT</b> ( <i>Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport</i> )
<b>HBEFA</b> ( <i>Handbook Emissions Factors for Road Transport</i> )
<b>ARTEMIS</b> ( <i>Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems</i> )

### **COPERT**

O COPERT é um programa informático desenvolvido, mantido, e atualizado pelo Laboratório de Termodinâmica Aplicada (LAT) que pertence à universidade grega de Salónica em parceria com a Agência Europeia do Ambiente. É o programa mais antigo e mais utilizado na Europa para estimar as emissões de poluentes rodoviários (Sjödin e Jerksjö, 2008) tendo começado a ser desenvolvido na década de 1980, resultante do ensaio de múltiplas viaturas. O seu propósito principal é estimar as emissões de poluentes rodoviários a uma larga escala, mais concretamente a uma escala nacional, sendo utilizado por muitos países europeus como Portugal, no âmbito dos seus inventários nacionais de emissão. Este modelo permite estimar poluentes atmosféricos como o CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, COV, PM, HC, emitidos por vários tipos de veículos, desde os ligeiros de passageiros até pesados de grandes dimensões, antigos ou novos. As emissões estimadas pelo modelo podem ser alocadas de três fontes, as emissões termodinamicamente estabilizadas (*hot emissions*), as emissões de arranque inicial do motor (*cold-start emissions*) e COVNM resultantes da evaporação do combustível. O COPERT é parte integrante (metodologia do modelo) do *EMEP/EEA Guidebook*, guia referido anteriormente e utilizado no presente trabalho (Kousoulidou *et al.*, 2010).

### **HBEFA**

O HEBFA foi desenvolvido para a Agência do Ambiente Federal Alemã e para o Ministério Federal Suíço para a Agricultura e Ambiente. Foi produzido pela INFRAS uma entidade Suíça criada em 1976 que tem como objetivo realizar investigações e consultadoria no âmbito da

sustentabilidade. Teve a participação de muitas organizações de investigação em paralelo, lideradas pela *TÜV Rheinland* (Latham *et al.*, 2000)

Este modelo é semelhante ao COPERT em vários aspetos como a alocação em três fontes (emissões a quente, emissões de arranque inicial do motor e emissões evaporativas), a aglomeração dos vários veículos por tipos (ligeiros passageiros, ligeiros de mercadorias, pesados de mercadorias, entre outros.), os poluentes (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, COV, PM, HC) e a consideração dos diferentes anos de produção dos veículos. No entanto, existe uma diferença importante entre eles: o COPERT estima as emissões e fatores de emissão baseando-se na velocidade média dos veículos enquanto o HEBFA calcula as emissões e fatores de emissão baseando-se em situações de tráfego sendo os dados de entrada medições que são ajustadas para situações reais de trânsito e padrões de condução (Fontaras *et al.*, 2014). É utilizado principalmente pela Alemanha, Suíça e Áustria, estando os fatores de emissão e resultados de acordo com as características de condução, situações de trânsito e tipo de veículos existentes nestes países (Wang e McGlinchy, 2009).

## **ARTEMIS**

O *Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems* ou ARTEMIS como é mais conhecido, começou a ser desenvolvido em 2000, com o objetivo de desenvolver um modelo de emissões de poluentes harmonizado para o transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo para a Europa, não sendo exclusivamente utilizado para o transporte rodoviário como o COPERT ou o HEBFA. Contudo, existe um *software* de modelação específico para o transporte rodoviário, o *ARTEMIS Road Model* (Sjödín e Jerksjö, 2008), sendo o produto final de dois projetos europeus de grande escala, o ARTEMIS (geral) e o COST346. No que respeita às suas características é semelhante aos dois anteriores, onde também estima as emissões de poluentes e produz fatores de emissão para os mesmos poluentes, por tipos de veículos, com a alocação em três fontes, entre outros. O *ARTEMIS Road Model* incorpora inclusivamente a metodologia utilizada no HEBFA, utilizando informações de situações reais de trânsito tendo sido esta refinada (Wang e McGlinchy, 2009). O modelo incorpora elementos do COPERT para certos tipos de veículos, utilizando informações ou dados baseados na velocidade média dos veículos (Boulter e McCrae, 2007).

Quem realiza um inventário de emissões normalmente utiliza os *outputs* destes modelos (fatores de emissão) que são disponibilizados em conjunto com as metodologias ou guias. Mediante os seus objetivos as organizações podem calcular mais ou menos poluentes. Neste estudo apenas foram tidos em consideração os gases poluentes com efeito de estufa (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>).

O cálculo propriamente dito consiste na multiplicação dos dados de atividade pelos fatores de emissão correspondentes (equação 1).

$$\text{Emissões de GEE} = \text{Dados de Atividade} * \text{Fator de Emissão} \quad (1)$$

O valor resultante da equação 1 é normalmente apresentado em quilogramas ou toneladas CO<sub>2</sub> equivalente, uma vez que não é só o CO<sub>2</sub> libertado para a atmosfera que contribui para a intensificação do efeito de estufa, devendo incluir-se também o metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Assim convencionou-se expressar o resultado tendo em consideração o gás mais conhecido e com maior contribuição para este aumento, o CO<sub>2</sub>. Para converter o valor em CO<sub>2</sub> equivalente é necessário considerar o potencial de aquecimento global (PAG). O PAG é um fator que relaciona como o gás de efeito de estufa contribui para o aquecimento global em comparação com o CO<sub>2</sub>, num horizonte temporal definido, sendo normalmente utilizados valores referentes a 100 anos. Os fatores de PAG têm vindo a ser atualizados ao longo do tempo face à investigação realizada. O IPCC é a entidade que define os fatores PAG a utilizar uniformemente. A equação 2 explicita como se obtém o valor das emissões em massa de CO<sub>2</sub> equivalente.

$$\text{Emissões em CO}_2 \text{ equivalente} = \text{Emissões do Gás X} * \text{PAG do Gás X} \quad (2)$$

O resultado obtido através da equação 2 é o valor em massa de CO<sub>2</sub> equivalente, sendo deste modo apresentado como resultado das emissões de GEE para as várias atividades existentes.

As metodologias ou guias referidos fornecem informação sobre diferentes maneiras e orientações para quantificar as emissões de GEE. No entanto esta quantificação é baseada, em todas elas, pelas equações 1 e 2, ou seja, o cálculo das emissões propriamente dito, é efetuado da mesma forma (Gao *et al.*, 2013). As escalas de quantificação, as alocações, ou a comunicação ou reporte das emissões, é que diferem entre as várias metodologias ou guias.

As emissões de GEE decorrentes das atividades de transporte rodoviário podem ser avaliadas de um modo total ou parcial. As emissões de GEE totais são denominadas de *Well-to-Wheels* (WTW), que significa do “poço de crude” até às “rodas do veículo”, ou seja, são avaliadas as emissões de GEE introduzidas na atmosfera desde a extração do crude, passando pelo seu transporte, refinação, transporte dos combustíveis até aos postos de abastecimento e por fim a utilização do combustível (queima) por parte dos veículos (Chang *et al.*, 2015).

O cálculo das emissões de GEE pode ser efetuado parcialmente numa perspetiva *Well-to-Tank* (WTT), do “poço de crude” até ao “reservatório do veículo”. Neste caso são calculadas as emissões de GEE desde a extração do crude até ser introduzido nos reservatórios dos veículos. Também podem ser calculadas apenas as emissões geradas pela utilização do veículo, isto é, pela queima de combustível para a sua locomoção, sendo designadas por emissões *Tank-to-Wheels*, do “reservatório do veículo” até “às rodas”, conforme se pode observar na Figura 2.11.

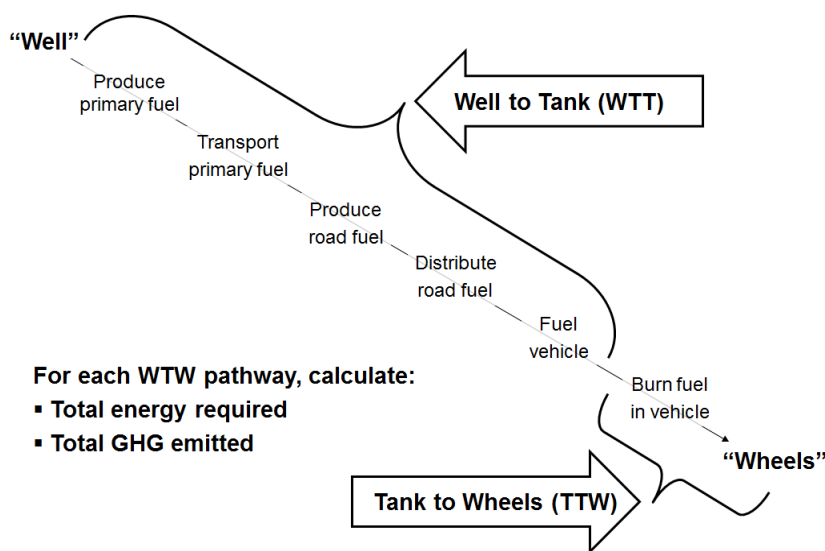


Figura 2.11 - Esquema WTW discriminado (UE,2016)

A soma das emissões WTT E TTW resulta no cálculo total das emissões de GEE das atividades de transporte rodoviário, apresentado na equação 3.

$$\text{Emissões WTT} + \text{Emissões TTW} = \text{Emissões WTW} \quad (3)$$

É importante realçar que apesar de serem consideradas as emissões totais, estas apenas têm em consideração o crude, e transformação deste nos vários combustíveis utilizados e a sua queima na utilização dos veículos, ou seja, as emissões de GEE associadas ao fabrico dos veículos e outras eventuais emissões de GEE indiretas não são calculadas.

## 2.5 Limitações dos Estudos de Pegada Carbónica

Os estudos de pegada carbónica têm sempre uma incerteza associada, especialmente se forem realizados numa perspetiva de ACV de um produto, bem ou serviço. As extensas cadeias de valor e múltiplas interações entre as diferentes partes interessadas complicam muitas vezes os

resultados. Um dos problemas mais abordados é a existência da dupla contagem de emissões (*double counting*). A dupla contagem de emissões acontece quando um estudo de pegada carbónica inclui emissões de GEE que também estão presentes noutro estudo de pegada carbónica, ou seja, quando uma organização (podendo aplicar-se a outras escalas) calcula as emissões de GEE de uma determinada atividade onde inclui emissões que não são da sua direta responsabilidade (emissões indiretas). Estas emissões podem ser calculadas por outras organizações. Existe assim uma alocação das emissões de GEE por diferentes entidades, onde o total de emissões alocadas excede o valor efetivo real para essa mesma atividade (Caro *et al.*, 2013). Imagine-se que um consumidor que compra um dispositivo eletrónico (telemóvel) quer calcular as emissões de GEE até ao momento da sua compra (*cradle-to-gate*). O fabrico do telemóvel possui muitos aspetos exteriores à empresa que o produz e o introduz no mercado. Deverá o consumidor ter em consideração as emissões de GEE indiretas do uso da eletricidade, da empresa que processa o minério a incorporar no telemóvel? E se essa organização que processa o minério já efetuou o seu inventário de emissões e calculou essas mesmas emissões indiretas de GEE? Em teoria existiria uma dupla contagem das emissões emitidas.

O *GHG Protocol* com a sua alocação por âmbitos (um, dois e três) veio procurar responder a este problema. Uma vez que cada organização organiza as suas emissões consoante elas são diretas, derivadas do uso de eletricidade ou de responsabilidade de terceiros, mas que influenciam a sua atividade, as consequências da dupla contagem são minimizadas. As organizações conseguem deste modo perceber mais facilmente onde existe risco de dupla contagem e assim tentar evitá-lo. A dupla contagem também pode ser interpretada na ótica das medidas mitigadoras, onde existe uma redução das emissões de GEE de uma determinada atividade que é utilizada mais que uma vez para mostrar compromisso no combate às alterações climáticas (Climate Focus, 2016).

Um outro aspeto importante quando se realiza um estudo de pegada carbónica é o estabelecimento de uma fronteira do sistema. Se não for estabelecida uma fronteira no estudo que se pretende realizar a quantificação das emissões de GEE torna-se um exercício quase sem fim. Imagine-se que para calcular a pegada carbónica de um veículo automóvel não é estabelecida uma fronteira. Qual seria a sua verdadeira pegada carbónica? Para além do funcionamento e combustível utilizado, como se efetuava o cálculo das emissões geradas pelo fabrico de todos os seus componentes (por exemplo parafusos, porcas, tubagens). E se estes componentes são produtos de outros componentes ou materiais? Era necessário avaliar todas estas particularidades para se ter uma pegada carbónica total do veículo, num exercício que demoraria bastante tempo. Torna-se assim imperativo balizar o estudo de pegada carbónica que se pretende efetuar, afirmando *a priori* qual o âmbito e objetivo do mesmo.

## 3. Contextualização do Caso de Estudo

### 3.1 Empresa

A SUMOL+COMPAL é uma empresa cujos primórdios remontam a 1945. Nasce da integração de duas entidades, cada uma com mais de 50 anos de história recheada de sucessos e detentoras de duas marcas emblemáticas portuguesas: a Sumol e a Compal.

O dia 1 de janeiro de 2009 marca o arranque da SUMOL+COMPAL. Desde esse dia que a empresa tem ganho ainda mais notoriedade e afirmação em Portugal, tem consolidado o seu lugar de destaque no seu setor de atuação e tem fortalecido a sua presença em vários mercados internacionais onde se destacam os mercados de Angola e Moçambique. A Figura 3.1 apresenta a imagem corporativa da empresa após a fusão.



Figura 3.1 – Logótipo da SUMOL+COMPAL

A SUMOL+COMPAL é líder no mercado de bebidas não alcoólicas em Portugal, atingindo um volume de negócios de 299,7 milhões de euros em 2018, colocando no mercado 409,3 milhões de litros, correspondendo a um consumo de 12 litros por segundo.

As marcas principais são **COMPAL** e **SUMOL**, mas a empresa apresenta um portefólio completo de que se podem destacar as marcas próprias **UM BONGO**, **BI!**, **FRIZE**, **ÁGUA SERRA DA ESTRELA** e **GUD**, e as marcas representadas **SEVEN UP**, **PEPSI**, **GUARANÁ ANTARCTICA**, **GATORADE**, **ESTRELA DAMM**, **TAGUS**, **CACAOLAT** E **LIPTON** (Figura 3.2).



Figura 3.2 – Imagem das várias marcas

A SUMOL+COMPAL emprega diretamente mais de 1 600 colaboradores, dos quais cerca de 1200 em Portugal, 300 em Angola e 100 em Moçambique. Possui ainda 1 colaborador na Suíça. Em Portugal detém uma carteira relevante e alargada de clientes, com cobertura garantida pela maior rede de vendas direta do seu setor de atividade, complementada por uma rede de operadores logísticos e distribuidores.

A SUMOL+COMPAL tem em funcionamento seis unidades industriais: quatro em Portugal sendo localizadas em Almeirim, Pombal, Gouveia e Vila Flor, e duas no continente africano, a unidade industrial de Boane, em Moçambique e a unidade industrial do Bom Jesus, em Angola. Conta também com uma rede de distribuição com 4 centros de distribuição e 2 armazéns de *cross-docking*. Existem ainda instalações de apoio à empresa em vários locais do país e o edifício sede em Carnaxide, Oeiras. Na Figura 3.3 encontram-se as unidades industriais de produção da SUMOL+COMPAL.



Figura 3.3 - Unidades Industriais de Produção

## 3.2 História

### 3.2.1 Compal, Companhia Produtora de Conservas Alimentares S.A.

A Compal, Companhia Produtora de Conservas Alimentares S.A. nasceu na década de 1950, no Entroncamento, pela aposta na indústria de processamento e produção de produtos derivados de tomate. Só mais tarde iniciou a produção de bebidas não alcoólicas, os sumos de fruta, pelos quais ficou conhecida nacionalmente (Mendes, 2010).

Na década de 1960, a empresa integrou o grupo Companhia União Fabril (CUF) que direcionou a empresa para uma política de orientação para o consumidor, materializando-se pela construção da unidade fabril de Almeirim em 1964, marcando o início de confiança e qualidade da marca Compal. Na Figura 3.4 encontra-se a fábrica da Compal em Almeirim antes da fusão.



Figura 3.4 - Fábrica da Compal em Almeirim

Em 1974, com a revolução de abril, a Compal, como muitas empresas de gestão privada, passou pelo processo de nacionalização, onde se viveram tempos de bastante incerteza sobre a continuação do negócio.

Com a criação do Instituto de Participações do Estado (IPE) em 1977, que focou a sua atividade na recuperação e instauração das empresas nacionalizadas, a Compal estabilizou, estabelecendo-se de novo no mercado português.

A década de 1980 viria a ser crucial para a empresa e para a sociedade portuguesa com a entrada do País na Comunidade Económica Europeia (CEE), que trouxe melhores condições económicas ao País. Foi nesta década que se inaugurou a primeira linha de enchimento de embalagem *Tetra Pak*, conferindo assim à marca Compal, a modernidade e inovação ainda hoje bem patentes. Ainda nesta década o estado integra a empresa na Nutrinveste, com o objetivo de preparar a empresa para a sua privatização. Na Figura 3.5 encontra-se a primeira embalagem *Tetra Pak* colocada no mercado pela Compal e também embalagens em aço.



Figura 3.5 - Primeira embalagens da Compal em Tetra Pak e latas em aço

No início dos anos 90 a Nutrinveste é adquirida por Jorge de Mello, ficando este com 51% da empresa. A privatização trouxe o retorno de acionistas já conhecidos, e sob a alçada do grupo Mello, Compal ganha uma nova visão e dinamismo, tornando-se a empresa de referência do setor agroalimentar e de bebidas não alcoólicas. É nesta década que são lançadas as marcas *Light*, *Fresh* e *Vital*, marcas bem estabelecidas no mercado atualmente. No final dos anos 90, o grupo Mello adquire os restantes 49% da empresa, tendo assim o controlo total da empresa. Em 1999 a Compal compra a marca Frize, à empresa Águas Bem Saúde, alargando o domínio de produtos comercializados.

O novo milénio é caracterizado pelo otimismo e por novos desafios. Em 2002, a Compal celebrou os seus 50 anos de existência, lançado uma nova embalagem para os néctares, a *Tetra Pak Prisma Aseptic Square* de 1L, tornando-se a primeira empresa a comercializar esta embalagem na Península Ibérica e a terceira em todo o mundo. Foi ainda neste ano que a empresa aumentou o seu *portfólio* de marcas, com a inclusão das marcas B! e Um Bongo.

No ano de 2006 o consórcio formado pela Caixa Desenvolvimento, SGPS S.A. e pela Sumolis adquiriu 20% da Compal S.A. e em 2008 foram adquiridos os restantes 80% da empresa. Este ano foi ainda marcado pelo lançamento de um dos produtos mais emblemáticos, o Compal Essencial.

### 3.2.2 Grupo Sumol

O Grupo Sumol data de 1945, ano em que foi constituída uma sociedade por quotas denominada Refrigor, com o objetivo de fabricar refrigerantes. Como resultado da criatividade, espírito empreendedor e inovação, de António João Eusébio nasce a empresa de refrigerantes num pequeno estabelecimento em Algés, de início alugado e posteriormente adquirido pela Refrigor (Figura 3.6)



Figura 3.6 - Primeira instalação da Sumol em Algés

Em 1951 a Refrigor começou a produzir uma “laranjada natural”, uma bebida nova, que originou a criação do refrigerante Sumol, em 1954, sendo o primeiro refrigerante de sumo de fruta pasteurizado em Portugal. Foi introduzido no mercado português numa garrafa de vidro verde translúcido, pirogravada (Figura 3.7).



Figura 3.7 - Garrafa de vidro Sumol

Ainda na década de 1950 a Refrigor começou a apostar no processo industrial, onde desenvolveu equipamentos a partir de ideias próprias, como por exemplo um equipamento que permitia o enchimento de 3 500 garrafas por hora. Em 1958 foi lançado um novo sabor, o Sumol de Ananás, ainda produzido atualmente.

O sucesso destes produtos foi notório e permitiu à Refrigor constituir várias empresas produtoras e distribuidoras dos produtos, garantindo assim a cobertura integral do país. Foram estabelecidos contratos de franquia com a Sureno para a região norte, a com a Cialbe para a região sul, tendo a Refrigor entrado no capital das mesmas. Foi ainda criada a Sumolis para a região centro do país.

Em 1971 a Sumolis, para aumentar a sua capacidade instalada de produção, construiu a fábrica de Carnaxide, que tinha capacidade para produzir 50 000 garrafas por hora, a maior do país à data para enchimento de bebidas não alcoólicas. Ainda nesta década o grupo adquiriu uma parte maioritária da Sasel, empresa que tinha na sua atividade comercial a exploração, captação e embalamento da Água Serra da Estrela, passando assim esta marca a integrar o portefólio de marcas do grupo, e foi celebrado um contrato de representação (*franchising*) com o grupo *Philip Morris* em 1973 iniciando a produção de *SEVEN UP*.

Os anos 80 foram marcados pela afirmação do Grupo Sumol, materializado pela estreia em mercados fora de Portugal, como a Suíça; Estados Unidos; Angola, São Tomé e Príncipe; Cabo Verde, entre outros. Foi também neste período que foi adquirido e introduzido nas fábricas uma linha de produção e enchimento em embalagens PET (polietileno de tereftalato), sendo o Grupo Sumol pioneiro na utilização deste tipo de embalagens. Em adição também começou a comercializar os seus produtos em embalagens de metal (latas).

Também foi nesta década que foi celebrado o contrato de representação (*franchising*) com a *PepsiCo, Inc* para produção e comercialização do refrigerante *Pepsi*, e mais tarde outros refrigerantes da *PepsiCo, Inc*.

Na década de 1990, o Grupo Sumol iniciou a remodelação das instalações de Carnaxide com o objetivo de serem utilizadas por outras empresas no Grupo Sumolis. Esta década é marcada pela adaptação das empresas do Grupo à reestruturação industrial e logística, e em 1999 renasce a Cibal através da fusão das empresas de distribuição. Em 1994 é lançado o Sumol Maracujá, refrigerante que se junta aos de Laranja e Ananás.

No ano de 2001 o Grupo Sumol sofreu alterações, onde numa operação de cisão-fusão a Refrigor integrou a atividade de enchimento de bebidas na Sumolis. Foi assim constituída a Sumol Gestão Marcas que assumiu as áreas que suportam o negócio da gestão de marcas que eram exercidas pela Refrigor. A Sumolis passou assim a gerir um grupo de empresas responsáveis pela gestão de marcas, produção e distribuição de águas, cervejas e refrigerantes e bebidas de sumos e a Refrigor a ser acionista até à fusão com a Compal, Companhia Produtora de Conservas Alimentares S.A.

### 3.3 Estrutura Organizacional

A SUMOL+COMPAL possui uma organização bem definida. A empresa está assente em três pilares organizacionais. O pilar de negócio contempla as áreas de Marketing Estratégico e as Unidades de Mercado, nomeadamente as Unidades de Mercado de Portugal e Espanha, as Unidades de Mercados de Exportação, a Unidade de Mercado de Angola e a Unidade de Mercado de Moçambique. O pilar operações, onde estão inseridas as áreas de Logística e

Distribuição, Unidades Industriais, Investigação e Desenvolvimento, Qualidade e Matérias-primas de Fruta e Ingredientes de Marca. Por fim o pilar suportes é composto pelas áreas de Recursos Humanos, Comunicação e Sustentabilidade, Compras, Departamento Jurídico, Planeamento, Controlo de Gestão e Informação do Negócio, Administrativa e Financeira, Sistemas de Informação e Transformação Digital. Na Figura 3.8 encontra-se ilustrada a estrutura organizacional da SUMOL+COMPAL.



Figura 3.8 - Estrutura Organizacional da SUMOL+COMPAL

Acima das áreas que compõem os três pilares existe a comissão executiva, o gabinete de gestão de crises, o conselho de administração, as assessorias da administração e a auditoria interna.

## 3.4 Ambiente e Sustentabilidade

### 3.4.1 Sustentabilidade na SUMOL+COMPAL

A cadeia de valor de todos os produtos da SUMOL+COMPAL tem impactes ambientais associados, dos quais a empresa tem conhecimento e está empenhada na sua redução ao máximo possível. No decorrer dos últimos anos a empresa tem realizado iniciativas de sensibilização para os problemas ambientais, iniciativas sociais, em colaboração com instituições de solidariedade social ou a realização de atividades para os colaboradores da empresa para seu desenvolvimento pessoal e profissional. É com base nesta consciência e orientação estratégica que a empresa elaborou a sua Agenda de Sustentabilidade para 2025.

### 3.4.2 Agenda de Sustentabilidade

Enquadrada no atual contexto da sociedade e das empresas do setor e extra setor, a Agenda de Sustentabilidade da SUMOL+COMPAL estabelece objetivos e metas no desenvolvimento sustentável da empresa.

"Com a assinatura **“criar valor com equilíbrio e satisfação”**, a Agenda de Sustentabilidade da empresa baseia-se em três pilares. O primeiro, o pilar económico, que tem como objetivo melhorar os seus resultados nas unidades de mercado em que está presente, procurar sinergicamente criar valor e partilhá-lo com todas as partes interessadas através de uma boa gestão das suas marcas e das marcas que representa com uma otimização da gestão de recursos. O segundo, o pilar ambiental, que estabelece como objetivo a gestão sustentável da água, da energia, e das matérias-primas utilizadas nos seus produtos com a escolha de matérias-primas nacionais sempre que possível, e a utilização de embalagens eco eficientes, promovendo assim uma diminuição da sua pegada ambiental e favorecendo desenvolvimento de empresas nacionais. Por fim, o terceiro pilar, o pilar social, que valoriza as pessoas, quer sejam os colaboradores da empresa ou os consumidores dos seus produtos. Deste modo a SUMOL+COMPAL propõe-se a contribuir positivamente para a nutrição, hidratação e prazer de todas as pessoas, que constituem a base para a atividade da empresa, bem como apoiar a comunidade local.

### 3.4.3 Ações Efetuadas e Planeadas

Estão a decorrer medidas para melhorar o desempenho ambiental da SUMOL+COMPAL como a procura de soluções para as embalagens dos seus produtos com o objetivo de reduzir as emissões de GEE, conjuntamente com as outras preocupações ambientais. Está a ser realizado um estudo para aquisição de veículos elétricos para substituir os veículos de combustão interna da frota própria e alugada. Existe inclusivamente um veículo elétrico disponível no edifício sede. No que respeita à distribuição de produtos já se encontram em circulação dois veículos pesados de mercadorias que utilizam um combustível menos poluente, o Gás Natural Liquefeito. Na Figura 3.9 encontra-se um pesado de mercadorias movido a GNL e também o veículo elétrico existente para utilização no edifício sede.

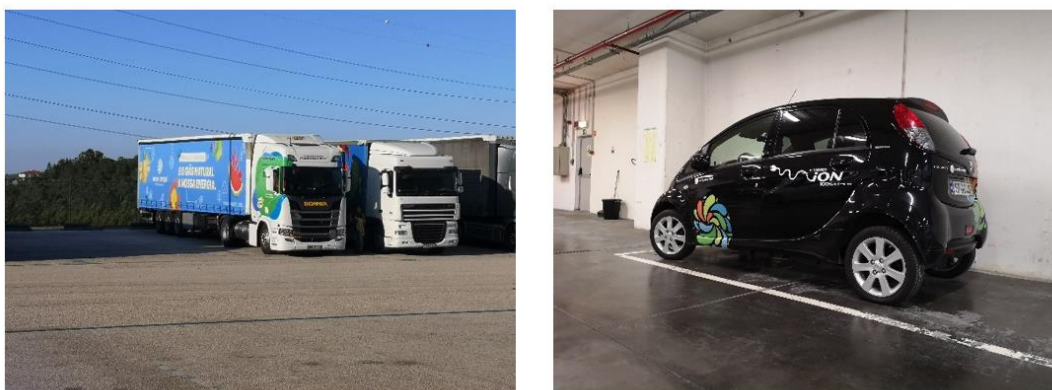


Figura 3.9 - Veículo pesado movido a GNL e veículo elétrico à direita

Existem formações para os colaboradores da empresa sobre eco condução e manutenção dos veículos uma vez que também são importantes fatores relacionados na redução das emissões de GEE por parte dos veículos.

Na unidade Industrial de Almeirim foi estudada a criação de um parque fotovoltaico que visa reduzir o consumo energético de eletricidade da instalação e deste modo também reduzir as emissões indiretas de GEE.

Relativamente aos equipamentos de refrigeração também se está a tentar obter equipamentos com menor impacte possível no ambiente, com a escolha de máquinas mais eficientes.

#### 3.4.4 Compromisso da SUMOL+COMPAL na diminuição da Pegada Carbónica

A SUMOL+COMPAL na Agenda de Sustentabilidade para 2025 prevê atuar na diminuição das emissões de GEE nas suas instalações e ao longo da sua cadeia de valor. No vetor da energia são definidas várias metas como a redução em 10 % do consumo específico de energia elétrica e de outras fontes nas suas unidades industriais, centros de distribuição e edifício sede em Portugal até 2022. Também é uma meta para o ano de 2022, a redução em 10 % da emissão de GEE nas instalações da empresa mencionadas, tendo como ano base o ano de 2017.

Relativamente à cadeia de valor da empresa são definidos objetivos de redução de emissões de GEE através de várias medidas a executar. Destaca-se o compromisso em promover a redução de GEE na frota externa e nos equipamentos de refrigeração em Portugal, onde se pretende alargar os programas de logística inversa, melhorar e otimizar as rotas dos transportes ou realizar um inventário de emissões para equipamentos de refrigeração e a montante da produção dos seus produtos.

### 3.5 Transportes

#### 3.5.1 Transporte de Colaboradores

O transporte de pessoas afetas à empresa é realizado essencialmente por via rodoviária. Os colaboradores nos vários departamentos com cargos superiores ou necessidades funcionais possuem viatura da empresa e é permitida a sua utilização para deslocações pessoais. Existem ainda veículos da frota que podem ser requisitados para deslocações pontuais às unidades industriais, clientes ou fornecedores por parte dos colaboradores que não possuam viatura da empresa. Nas deslocações casa-trabalho-casa de colaboradores sem veículo da empresa, existem vários meios de transporte, incluindo veículos pessoais e os transportes públicos.

Existem também deslocações de colaboradores por via aérea em serviço da empresa para os países onde os produtos da SUMOL+COMPAL estão presentes.

### 3.5.2 Frota de Serviço (Própria e Alugada)

A frota de serviço da SUMOL+COMPAL é maioritariamente alugada, constituindo os veículos que são propriedade da empresa uma pequena parte da frota total. A locação dos veículos é feita através de um prestador de serviços, que estabelece a ponte entre a SUMOL+COMPAL e os concessionários automóveis. Os veículos são renovados após 4 anos de serviço, sendo que toda a manutenção; inspeções anuais e outros encargos são da responsabilidade da empresa locatária.

Na elaboração do inventário de emissões de GEE foram considerados os veículos alugados como sendo propriedade da empresa uma vez que o controlo direto dos mesmos é da responsabilidade da SUMOL+COMPAL.

A frota de serviço da SUMOL+COMPAL é diversificada, abrangendo várias tipologias, desde veículos destinados ao transporte de passageiros a veículos operando exclusivamente apenas nas unidades industriais, como os industriais agrícolas. A Tabela 3.1 apresenta o número de veículos da frota de serviço em utilização por tipologia para o ano de 2018.

Tabela 3.1 – Número de veículos por tipologia frota de serviço

Tipologia de veículo	Unidades
Ligeiros de mercadorias	207
Ligeiros de passageiros	290
Ligeiros mistos	1
Industriais agrícolas	3
Pesados mercadorias	2

No ano de 2018 encontravam-se em utilização 503 veículos das diversas tipologias: veículos ligeiros de mercadorias (Figura 3.10), veículos ligeiros de passageiros (Figura 3.11), veículos ligeiros mistos (Figura 3.12), veículos industriais agrícolas (Figura 3.13) e veículos pesados de mercadorias (Figura 3.14).

### Ligeiros de Mercadorias

Estes veículos destinam-se à utilização pelas equipas comerciais no terreno com capacidade para o transporte de pequenos volumes ou para a distribuição de pequena quantidade de mercadorias. Em 2018 existiam 207 veículos ligeiros de mercadorias em serviço.



Figura 3.10 – Veículos ligeiros de mercadorias

### Ligeiros de Passageiros

Os veículos ligeiros de passageiros são utilizados no transporte de colaboradores da empresa e apresentam características distintas respondendo às necessidades diárias dos utilizadores. Em 2018 existiam 290 veículos desta categoria em serviço.

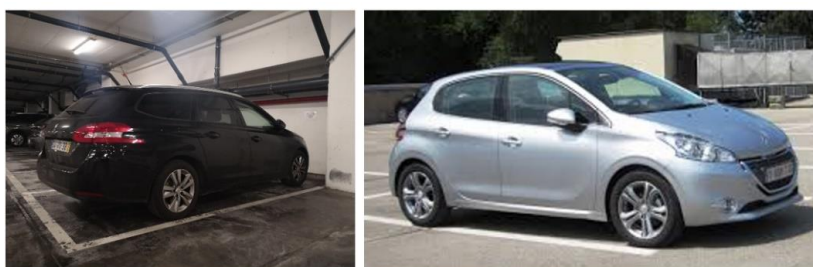


Figura 3.11 – Veículos ligeiros de passageiros

### Ligeiros Mistos

Os veículos ligeiros mistos são utilizados quer no transporte de passageiros quer no transporte de mercadorias. Utilizados principalmente em eventos. Em 2018 existia um veículo desta categoria em serviço.



Figura 3.12 – Veículo ligeiro misto

### Industriais Agrícolas

Estes veículos servem o propósito de acoplamento de diversos tipos de alfaia e trabalhos específicos necessários. Em 2018 encontravam-se em serviço três veículos desta tipologia.



Figura 3.13 - Veículos industriais de mercadorias

### Pesados de Mercadorias

Os veículos pesados de mercadorias destinam-se ao transporte de mercadorias internas, como equipamentos ou materiais para eventos de marca, não sendo utilizados na distribuição de produtos. Em 2018 encontravam-se em serviço dois veículos pesados de mercadorias.



Figura 3.14 – Veículo pesado de mercadorias

### 3.5.3 Distribuição de Produtos

O transporte de produtos entre as diversas unidades fabris e os centros de distribuição ou armazéns de *cross-docking* é realizado por via rodoviária, marítima e pontualmente por via aérea. O transporte de produtos por via marítima e aérea tem como destino as Regiões Autónomas da Madeira e Açores e países onde a empresa possui quota de mercado.

A distribuição dos produtos na SUMOL+COMPAL é efetuada de várias formas para chegar ao consumidor final podendo a empresa ser responsável parcialmente ou na totalidade, da introdução dos produtos no mercado.

Deste modo em termos logísticos existem as seguintes formas de distribuição dos produtos:

- **Distribuidores**

Empresas que compram e revendem os produtos da SUMOL+COMPAL. Atuam em território continental e nas regiões autónomas.

- **Operadores Logísticos**

Entidades contratadas pela empresa que prestam vários serviços logísticos incluindo o transporte entre as instalações da SUMOL+COMPAL e as suas, a armazenagem, a preparação e *picking* de produto e o transporte do produto até ao cliente final.

- **Transportadoras**

As transportadoras prestam apenas o serviço de transporte do produto desde os centros de distribuição ou armazéns da empresa até ao cliente final, constituindo o que a empresa denomina de frota externa. Esta frota pode ser ou não dedicada, isto é, a

empresa transportadora efetua o serviço de transporte com exclusividade para a SUMOL+COMPAL, onde apenas efetua transportes de produtos da empresa.

A distribuição de produtos assenta em 3 tipos ou canais, os quais se apresentam abaixo:

- **Horeca ou Pré-Venda**

A distribuição de produtos neste canal é caracterizada por ser efetuada por veículos de menores dimensões uma vez que é neste canal que se inserem os pequenos clientes no universo da empresa, como cafés, restaurantes ou hotéis. Normalmente são vários os clientes servidos num só transporte.

- **Longo Curso**

Este tipo de distribuição destina-se a clientes que colocam encomendas de maiores dimensões. Plataformas logísticas, portos marítimos ou retalhistas de grandes dimensões são exemplos do destino das cargas neste tipo de distribuição. Todos os transportes de produto para o estrangeiro são deste tipo excetuando situações extraordinárias.

- **Contas Nacionais Alimentares (CNA)**

As contas nacionais alimentares como o nome indica são um tipo de distribuição de produto que tem como destino empresas grandes do setor alimentar, tendo a empresa um canal logístico específico para este tipo de clientes.

Em cada um dos 3 canais podem existir várias modalidades transportes:

- Transporte ao Frete, que consiste num transporte por itinerário para diferentes tipos de veículos;
- Transporte ao Quilograma, característico do canal Horeca ou Pré-venda e canal CNA;
- Transporte de Operadores Logísticos;
- Transporte de Distribuidores;
- Transporte por Contentores, característico do canal de Longo Curso, mais concretamente dos transportes que possuem como destino mercados que não o português.

Para além da entrega de produtos a empresa também realiza transporte de outras mercadorias como por exemplo o vasilhame retornável ou materiais para os eventos das marcas.

### 3.5.3 Frota de Distribuição

A frota de distribuição da SUMOL+COMPAL é maioritariamente externa, uma vez que na grande parte das vezes esta compra o serviço de transporte. A empresa também possui veículos que realizam distribuição de produtos, sendo estes veículos propriedade da empresa. Na Tabela 3.2 apresenta-se o número total de veículos da frota de distribuição própria e externa, que foram utilizados em 2018, por tipologia de veículo.

Tabela 3.2 – Número total de veículos frota distribuição própria e externa

Tipologia de veículo	Frota própria Unidades	Frota externa Unidades
Ligeiros de mercadorias	-	45
Pesados de mercadorias	4	180
Tratores de mercadorias (Articulados)	3	2550
Não identificados	-	1160*

\*Este valor corresponde ao número de transportes (rotas de entrega) e não efetivamente ao número de veículos. Ao não ser possível identificar o veículo em cada transporte não se consegue precisar o número real de veículos uma vez que um só veículo pode realizar mais do que um transporte durante o ano.

#### **Frota Própria**

A frota de distribuição própria da SUMOL+COMPAL é constituída por veículos pesados de mercadorias e também por tratores de mercadorias. Em 2018 encontravam-se em utilização na distribuição de produtos, sete veículos. Na Figura 3.15 encontra-se um exemplo de um veículo pesado de mercadorias utilizado. Na Figura 3.16 apresenta-se um dos veículos tratores de mercadorias.

#### **Pesados de Mercadorias**

Os veículos pesados de mercadorias destinam-se ao transporte de produtos das unidades industriais para os centros de distribuição e por vezes também para clientes. Em 2018 encontravam-se em serviço quatro veículos pesados de mercadorias.



Figura 3.15 - Veículo pesado de mercadorias

### **Tratores de Mercadorias (Articulados)**

Os veículos tratores de mercadorias são destinados também ao transporte de produtos entre as unidades industriais e os centros de distribuição da empresa e por vezes também à entrega de produtos a clientes, mas de maior dimensão. Distinguem-se dos veículos pesados de mercadorias por serem articulados (trator + semirreboque). Em 2018 encontravam-se em serviço três tratores de mercadorias.



Figura 3.16 - Veículo trator de mercadorias

### **Frota Externa**

A distribuição de produtos da empresa, excluindo os distribuidores, operadores logísticos e frota própria ou alugada é efetuada principalmente por empresas transportadoras que utilizam a sua frota (por vezes dedicada) ou frota subcontratada, sendo estes veículos considerados como frota externa.

São as empresas transportadoras e respetivas frotas que realizam quase a totalidade dos transportes rodoviários de produtos da SUMOL+COMPAL, sendo que os seus veículos são geralmente utilizados em mais do que um transporte durante o ano.

### **Frota do Canal Horeca ou Pré-venda**

Este canal abastece clientes onde o volume de produto a entregar não justifica a utilização de veículos de grandes dimensões. São utilizados na grande maioria dos transportes, veículos ligeiros de mercadorias e pesados de pequena, média dimensão. No ano de 2018 encontravam-se em atividade 145 veículos. A Figura 3.17 exemplifica o tipo veículos que compõem este canal.



Figura 3.17 - Veículos utilizados no canal Horeca ou Pré-Venda

### **Frota do Canal de Longo Curso**

Os veículos utilizados no transporte de produtos neste canal são de grandes dimensões. Neste canal estão inseridos os clientes que solicitam um grande volume de produto e também os clientes internacionais em que os produtos seguem por via rodoviária. Na Figura 3.18 encontram-se dois exemplos de veículos que são utilizados no transporte de produtos no canal de longo



Figura 3.18 - Veículos utilizados no canal longo curso

Em 2018 existiam cerca de 3700 veículos em atividade. Este número engloba também os veículos que não foram identificados e que realizaram transportes.

### **Frota do Canal Contas Nacionais Alimentares (CNA)**

Este canal caracteriza-se por possuir uma miscelânea de veículos. Existem transportes efetuados em veículos pequenos (ligeiros de mercadorias), outros em pesados médios de mercadorias e ainda em pesados de grandes dimensões. A Figura 3.19 retrata um tipo veículo de utilizado no transporte de produtos deste canal.



Figura 3.19 - Veículo utilizado no canal CNA

Em 2018 existiam 59 veículos em atividade no canal CNA.

## 4. Metodologia

### 4.1 Fronteiras Operacionais

O cálculo da pegada carbónica teve apenas como âmbito as emissões de GEE associadas à frota própria e alugada e à distribuição de produtos da empresa (frota própria e frota externa). A Figura 4.1 ilustra a cadeia de valor da SUMOL+COMPAL onde os elementos a verde estão incluídos no inventário de emissões realizado e a vermelho os elementos excluídos.

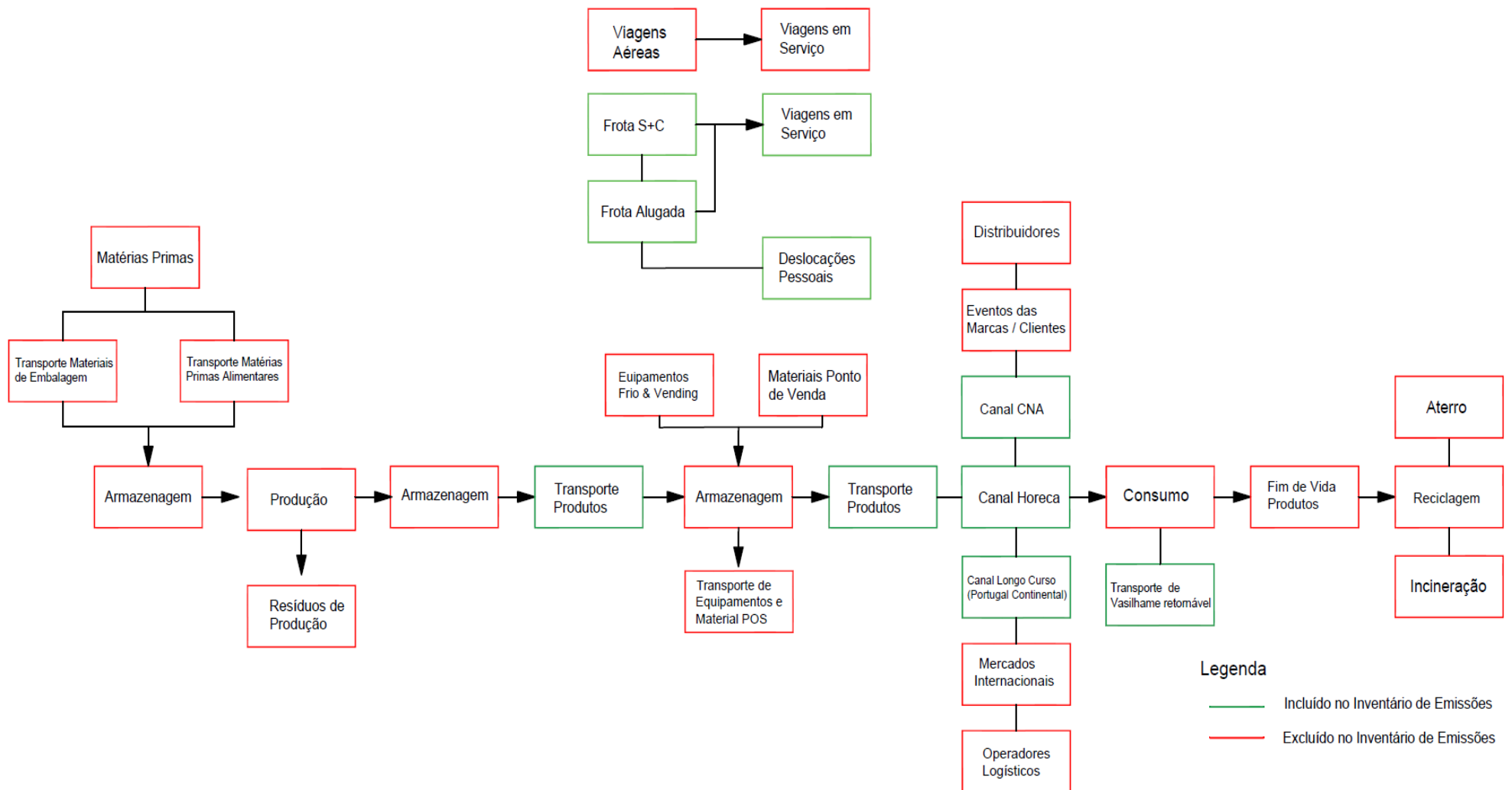


Figura 4.1 – Fronteiras Operacionais

Relativamente às atividades existentes na empresa, o cálculo das emissões de GEE apenas foi efetuado para algumas atividades, as quais se identificam na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Atividades de transporte incluídas no inventário de emissões

Atividades de Transporte	Âmbito do Estudo
Deslocações de colaboradores com veículo da empresa (em serviço e pessoais)	✓
Deslocações de colaboradores que requisitam veículos (em serviço)	✓
Deslocações casa-trabalho-casa de colaboradores que não possuem veículo da empresa.	✗
Viagens aéreas dos colaboradores no país e ao estrangeiro	✗
Transporte de produtos entre instalações da empresa	✓
Distribuição de produtos efetuado por empresas transportadoras	✓
Distribuição de produtos efetuado por distribuidores	✗
Distribuição de produtos efetuado por operadores logísticos	✗
Recolha de devoluções e vasilhame retornável	✓
Transporte de equipamentos de refrigeração, materiais de ponto de venda e transportes de produto e materiais inerentes à realização de eventos de marca	✗

## 4.2 Pressupostos Utilizados

Paralelamente à definição do âmbito e delimitação das fronteiras operacionais de um inventário de emissões de GEE também se deve definir algumas suposições e considerações. Na realização deste trabalho considerou-se o seguinte:

### ➤ **Ano de referência de 2018**

Os dados de atividade, litros de combustíveis consumidos e quilómetros percorridos correspondem à utilização dos veículos durante o ano de 2018.

### ➤ **Cálculo das emissões de GEE numa perspetiva *Tank-to-Wheels***

O cálculo das emissões de GEE teve apenas em consideração a utilização e operacionalidade dos veículos (TTW). Foram excluídas as emissões emitidas no fabrico dos veículos e também da extração, refinação e transporte de combustíveis.

### ➤ **Gasóleo rodoviário B7 e a Gasolina E5**

Uma vez que nos últimos anos têm-se verificado a incorporação de biocombustíveis por parte das empresas petrolíferas, foi considerado o gasóleo rodoviário com 7 % de Biodiesel (B7) e a gasolina com 5 % de Etanol (E5).

### ➤ **Veículos Alugados como sendo propriedade da empresa**

Os veículos alugados (*leasing*) foram considerados para efeito de cálculo como sendo propriedade da empresa uma vez que esta exerce na totalidade o seu controlo.

### ➤ **Distribuição de Produtos em Portugal Continental**

As emissões de GEE resultantes do transporte de produtos da SUMOL+COMPAL apenas foram calculadas para Portugal continental, sendo que foram excluídas as regiões autónomas da Madeira e Açores e os outros dois países onde a empresa fabrica produtos, Angola e Moçambique. Os transportes rodoviários que têm como destino países europeus foram considerados até à fronteira mais próxima ou mais plausível do armazém de expedição da SUMOL+COMPAL. No que respeita aos transportes internacionais por via marítima, foi considerado a parte inicial dos mesmos, feito por via rodoviária, onde foi considerado o trajeto entre o armazém da empresa e o porto marítimo de embarque.

➤ **Apenas o peso dos produtos da SUMOL+COMPAL foi considerado**

Nos cálculos efetuados para a distribuição da frota externa apenas foi tido em consideração o peso de produtos da SUMOL+COMPAL. A ocupação com carga dos veículos foi calculada apenas com base nos produtos da empresa.

### 4.3 Frota de Serviço (Própria e Alugada)

O cálculo das emissões de GEE resultantes da atividade dos veículos de serviço próprios e alugados pela empresa foi efetuado utilizando dois documentos orientadores, o Relatório do Inventário Nacional de Emissões de Gases com Efeito de Estufa (NIR em inglês) publicado pela APA em 2019, documento utilizado por Portugal para comunicar as emissões de GEE do país à CQNUAC, onde para o transporte rodoviário utiliza o programa informático COPERT e as orientações do *EMEP/EEA Guidebook* e o documento *2018 Methodology paper for emission factors: final report* para o transporte rodoviário do DEFRA, seguindo o quadro metodológico do *GHG Protocol*.

Os dados de atividade utilizados para estimar as emissões de GEE foram os litros de combustível, com exceção do único veículo elétrico existente na empresa. Foram utilizados os litros de combustível uma vez que o cálculo das emissões utilizando estes dados é mais preciso do que utilizando a distância percorrida (km) e também porque a quilometragem apresentada para cada veículo em muitos casos não correspondia de um modo razoável ao consumo (L/100km) anunciado pelos fabricantes de automóveis.

#### 4.3.1 Método de Cálculo

##### **NIR APA (Metodologia *EMEP/EEA Guidebook* adaptada)**

Em primeira instância foi feita a identificação do segmento de cada veículo de acordo como as suas características, em linha com as categorias de veículos apresentadas no NIR. Na presença de conflitos ou dúvidas acerca de como alocar a categoria a cada veículo, a escolha recaiu sobre a categoria mais plausível para o veículo. Por exemplo, no caso dos veículos industriais agrícolas, que não possuem uma categoria específica no NIR, foram admitidos como sendo veículos pesados de mercadorias com peso bruto inferior ou igual a 7,5 toneladas.

Posteriormente à identificação dos segmentos dos veículos, através do ano do registo da matrícula (informação disponível nos dados iniciais) procedeu-se à caracterização dos mesmos por tecnologia de motorização, identificando para cada um as classes *Euro Standard* ou normas EURO. Estas relacionam os veículos em termos de consumo de combustível e emissão de poluentes. Existem seis classes *Euro Standard* até ao momento, sendo que um veículo que

pertença à classe seis é mais recente, possui uma motorização mais otimizada, quer no consumo de combustível quer na emissão de poluentes. No sentido inverso, um veículo que pertença à classe um é mais antigo, consome mais combustível e é mais poluente. As normas EURO entraram em vigor para todos os veículos europeus a circularem nas rodovias no começo da década de 1990.

## Reino Unido (DEFRA)

No que respeita à utilização da metodologia e fatores de emissão do DEFRA o procedimento foi diferente. Uma vez que foi possível utilizar os litros de combustível consumidos para calcular as emissões de poluentes não é necessário para a frota de serviço alocar os veículos por segmentos ou pela respetiva tecnologia (o DEFRA não apresenta fatores de emissão por norma EURO). Deste modo o cálculo das emissões foi direto, ou seja, foi utilizado o fator de emissão dos poluentes por litro de combustível (kg poluente emitido/L combustível consumido), conforme se apresenta na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Fatores de emissão do DEFRA (*fuel based*)

Activity	Fuel	Unit	kg CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub>	kg CH <sub>4</sub>	kg N <sub>2</sub> O
	Aviation spirit	tonnes	3 213.91	3 127.67	56.45	29.80
		litres	2.28586	2.22451	0.04015	0.02119
		kWh (Net CV)	0.25698	0.25008	0.00451	0.00238
		kWh (Gross CV)	0.24413	0.23758	0.00429	0.00226
	Aviation turbine fuel	tonnes	3 181.15	3 149.67	1.69	29.80
		litres	2.53883	2.51370	0.00135	0.02378
		kWh (Net CV)	0.26072	0.25814	0.00014	0.00244
		kWh (Gross CV)	0.24768	0.24523	0.00013	0.00232
	Diesel (average biofuel blend)	tonnes	3 132.15	3 087.27	0.50	44.38
		litres	2.62694	2.58935	0.00042	0.03717
		kWh (Net CV)	0.26349	0.25972	0.00004	0.00372
		kWh (Gross CV)	0.24768	0.24414	0.00004	0.00350
Diesel (100% mineral diesel)	tonnes	3 209.22	3 164.33	0.50	44.38	
	litres	2.68779	2.65020	0.00042	0.03717	
	kWh (Net CV)	0.26910	0.26534	0.00004	0.00372	
	kWh (Gross CV)	0.25296	0.24942	0.00004	0.00350	
Petrol (average biofuel blend)	tonnes	3 002.28	2 983.62	9.45	9.22	
	litres	2.20307	2.18943	0.00690	0.00674	
	kWh (Net CV)	0.24607	0.24457	0.00076	0.00074	
	kWh (Gross CV)	0.23377	0.23234	0.00072	0.00070	

### 4.3.3 Fatores de Emissão

Os fatores de emissão utilizados para calcular as emissões de poluentes dos veículos foram os apresentados pelas duas entidades, embora com algumas modificações. No NIR as emissões de GEE associadas ao transporte rodoviário foram calculadas utilizando o COPERT 5 (versão 5.2.0 de agosto de 2018) que consequentemente produziu os fatores de emissão. O cálculo das emissões e fatores de emissão do CO<sub>2</sub> foi baseado no *tier 2*, método que relaciona os dados de atividade com as tipologias e tecnologias de veículos (segmentos e classes *Euro Standard*), onde os dados e parâmetros base utilizados no programa informático foram os mesmos que os

disponibilizados pelo EMEP/EEA. Estes são fornecidos conjuntamente com o *EMEP/EEA Guidebook* (folha de cálculo) representam valores médios europeus e dizem respeito apenas às emissões geradas com motor quente (*hot emissions*). As emissões e fatores de emissão obtidos para o CH<sub>4</sub> e do N<sub>2</sub>O foram calculados utilizando o método *tier 3* que considera mais variáveis associadas ao movimento e comportamento dos veículos em comparação com o *tier 2*. Em adição às tipologias e tecnologias de veículos, o *tier 3* considera as emissões de arranque (*cold start emissions*), velocidade média, tipo de condução (urbano, rural e autoestrada), condições atmosféricas e viagens médias (em distância percorrida e duração). Estas variáveis podem ser alteradas de acordo com as características de cada país e foi isso que foi feito pela APA para estes poluentes, introduzindo no COPERT os seguintes parâmetros:

- Informação Ambiental (temperatura e humidade);
- Distância percorrida (distância média – Km);
- Características do combustível (especificidades do combustível e lubrificantes);
- Consumo de energia;
- Frota de veículos
- Distância percorrida (Km de viagens médias e sua duração média);
- Dados de circulação (velocidade média e % por tipo de condução).

De realçar que as emissões e fatores de emissão obtidos pelo método *tier 2* e também pelo método *tier 1* (que considera apenas as tipologias de veículos) são baseados no *tier 3* ou seja, foram posteriormente desagregados para ser possível, na ausência de informação necessária para aplicar o método *tier 3*, o cálculo das emissões de poluentes. Na Tabela 4.3 encontram-se alguns dos fatores de emissão calculados pela APA para vários segmento e classes *Euro Standard*, apresentados no NIR, e que foram utilizados no cálculo das emissões de GEE da frota de serviço da SUMOL+COMPAL.

Tabela 4.3 - Fatores de emissão produzidos pela APA obtidos através do COPERT (NIR APA)

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	CO2 fossil	CH4	N2O
				kg/GJ	kg/GJ	kg/GJ
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 4	70.4	0.000	0.002
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 5	70.4	0.000	0.002
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	Euro 6 up to 2016	70.5	0.000	0.002
Passenger Cars	Petrol Hybrid	All Segments	Euro 4	71.8	0.010	0.001
Passenger Cars	Petrol Hybrid	All Segments	Euro 5	71.9	0.010	0.001
Passenger Cars	Petrol Hybrid	All Segments	Euro 6 up to 2016	72.1	0.010	0.001
Passenger Cars	LPG Bifuel	All Segments	Conventional	65.0	0.019	0.000
Passenger Cars	LPG Bifuel	All Segments	Euro 1	65.0	0.018	0.007
Passenger Cars	LPG Bifuel	All Segments	Euro 2	65.0	0.011	0.004
Passenger Cars	LPG Bifuel	All Segments	Euro 3	65.0	0.009	0.001
Passenger Cars	LPG Bifuel	All Segments	Euro 4	65.0	0.009	0.001
Passenger Cars	LPG Bifuel	All Segments	Euro 5	65.0	0.009	0.000
Passenger Cars	LPG Bifuel	All Segments	Euro 6	65.0	0.009	0.000
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Conventional	70.4	0.005	0.000
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 1	70.4	0.003	0.001
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 2	70.4	0.001	0.001
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 3	70.4	0.000	0.002
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 4	70.4	0.000	0.002
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 5	70.4	0.000	0.002
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-I	Euro 6 up to 2016	70.5	0.000	0.002
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II & N1-III	Conventional	70.4	0.004	0.000
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II & N1-III	Euro 1	70.4	0.003	0.001
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II & N1-III	Euro 2	70.4	0.001	0.001
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II & N1-III	Euro 3	70.4	0.000	0.002
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II & N1-III	Euro 4	70.4	0.000	0.002
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II & N1-III	Euro 5	70.4	0.000	0.002
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II & N1-III	Euro 6 up to 2017	70.5	0.000	0.002
Heavy Duty Trucks	Diesel	<=7,5 t	Conventional	70.4	0.008	0.006
Heavy Duty Trucks	Diesel	<=7,5 t	Euro I	70.4	0.010	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	<=7,5 t	Euro II	70.4	0.007	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	<=7,5 t	Euro III	70.4	0.006	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	<=7,5 t	Euro IV	70.7	0.000	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	<=7,5 t	Euro V	70.7	0.000	0.004
Heavy Duty Trucks	Diesel	<=7,5 t	Euro VI	70.7	0.000	0.004
Heavy Duty Trucks	Diesel	7,5 - 20 t	Conventional	70.4	0.009	0.003
Heavy Duty Trucks	Diesel	7,5 - 20 t	Euro I	70.4	0.011	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	7,5 - 20 t	Euro II	70.4	0.009	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	7,5 - 20 t	Euro III	70.4	0.009	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	7,5 - 20 t	Euro IV	70.7	0.001	0.001
Heavy Duty Trucks	Diesel	7,5 - 20 t	Euro V	70.7	0.001	0.004

Para cada fator de emissão associado a cada veículo foi necessário converter para os kg poluente por litros de combustível consumido. Para tal utilizou-se o valor do conteúdo energético de 35,6 MJ/L para o gasóleo e de 31,3 MJ/L para a gasolina. Estes valores têm em consideração a incorporação dos dois tipos de combustíveis obtidos através da transformação de biomassa. Considerou-se que todo o gasóleo rodoviário incluía 7% de biodiesel, sendo o valor de 35,6 MJ/L o que corresponde ao Diesel B7. Do mesmo modo para a gasolina também se considerou a incorporação de etanol proveniente de biomassa, sendo o valor de 33,1 MJ/L correspondente à Gasolina E5.

Algumas entidades apresentam combustíveis gasóleo e gasolina com maior percentagem de biocombustível, chegando aos 10% em volume, em ambos os refinados. No entanto, após pesquisa verificou-se que ainda são poucos os postos que fornecem gasóleo ou gasolina com esta percentagem de biocombustível.

Relativamente aos fatores de emissão disponibilizados pela folha de cálculo do DEFRA e utilizados no cálculo, estes provêm do *GHGI (GreenHouse Gases Inventory)*, o relatório do inventário nacional de emissões do Reino Unido, tendo sido estes baseados em informações fidedignas dos fornecedores de combustíveis britânicos. Também foi tido em consideração a incorporação de biocombustíveis. Para o cálculo das emissões no caso de o veículo ser a

gasóleo (diesel) foi utilizado um fator de emissão com uma percentagem média de biocombustível (*diesel – average biofuel blend*) conforme se pode observar na Tabela 4.2. O mesmo foi feito para os veículos a gasolina com a consideração do fator de emissão com uma percentagem média de etanol (*petrol – average biofuel blend*). Esta percentagem média de biocombustíveis diz respeito à realidade britânica, sendo que pode conter mais ou menos percentagem em volume de biocombustíveis do que as percentagens consideradas utilizando os fatores de emissão do NIR.

De realçar que as emissões de GEE associadas à combustão de biocombustíveis não devem ser reportadas nas atividades de transporte. Devem de ser alocadas às emissões de GEE pelo uso do solo (*land-use*) de acordo com as diretrizes do IPCC. Assim, ao serem utilizados os valores mencionados para a conversão, está-se a ter em consideração o referido.

O fator de emissão utilizado para o cálculo das emissões de GEE do veículo elétrico (emissões indiretas) foi o descrito na fatura de eletricidade do edifício onde o veículo se encontra normalmente parqueado e onde, também é recarregado habitualmente. Também foi utilizado o fator de emissão para veículos elétricos ligeiros fornecido pelo DEFRA.

As emissões de GEE foram calculadas através da equação 1 e depois foram convertidos os valores em massa de CO<sub>2</sub> equivalente utilizando a equação 2, com exceção dos valores calculados pelo DEFRA uma vez que o CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O já tinham em consideração o PAG, sendo as constantes de conversão provenientes do relatório AR4, elaborado pelo IPCC.

### 4.3.3 Resumo dos Procedimentos Efetuados

Para melhor compreensão dos passos efetuados para a realização do cálculo das emissões de GEE da frota de serviço elaborou-se um fluxograma, que se apresenta na Figura 4.2.

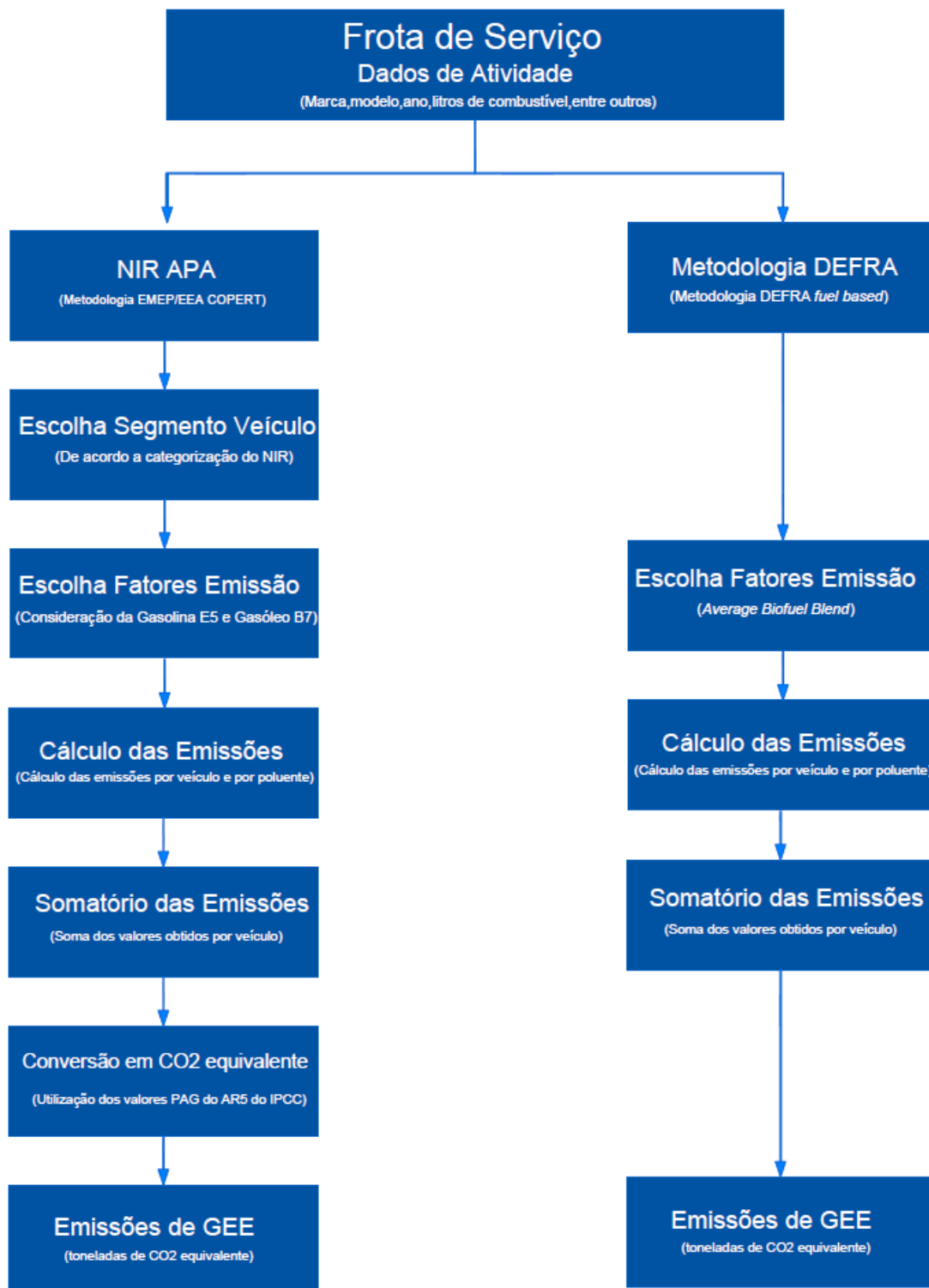


Figura 4.2 - Fluxograma do procedimento para o cálculo das emissões de GEE da frota de serviço própria e alugada

## 4.4 Frota de Distribuição

No que respeita à distribuição de mercadorias por via rodoviária, o cálculo das emissões de GEE pela empresa seguiu também dois documentos orientadores, o *EMEP/EEA Guidebook* para o transporte rodoviário (1.A.3.b.i-iv), e o documento 2018 *Methodology paper for emission factors: final report* para o transporte rodoviário, do DEFRA, seguindo também o quadro metodológico do *GHG Protocol*. A análise e cálculos realizados incidiram nos três principais canais logísticos da empresa, o canal Horeca ou Pré-Venda, Longo Curso e no canal CNA. Os dados de atividade utilizados foram os quilómetros percorridos.

### 4.4.1 Método de Cálculo

Para cada um dos três canais foram obtidos internamente os dados, que permitiram avaliar as emissões de GEE, nomeadamente o número total de transportes (rotas de entrega) efetuados no ano de 2018. Cada transporte tem um número associado que serve para identificar e rastrear esse mesmo transporte em termos de origem e destino, distância percorrida, nome do cliente, data, matrícula do veículo, quantidade de carga transportada, entre outros elementos. Estes dados constam no programa informático (*software*) que efetua a gestão das várias áreas e departamentos da empresa, o SAP, programa de origem alemã. Deste modo, todos os transportes que a SUMOL+COMPAL ou seus prestadores de serviços efetuam são registados neste programa informático e, portanto, foi deste que foram extraídos os dados base utilizados para calcular as emissões, extração esta que pode ser feita para uma folha de cálculo. Os dados de atividade utilizados no cálculo foram os quilómetros percorridos uma vez que os litros de combustível consumido não se encontravam disponíveis. Tal acontece porque a SUMOL+COMPAL não necessita de conhecer a quantidade de litros de combustível consumido pelos veículos uma vez que compra na maioria dos casos o serviço de transporte. As distâncias percorridas em cada transporte estão disponíveis porque a empresa possui num outro programa informático que faz a otimização das rotas a seguir em cada transporte, denominado *Routyn*. Este, através de mecanismos de georreferenciação, permite uma otimização da rota a seguir pelos motoristas em cada transporte. No entanto, nem todos os transportes têm as suas rotas otimizadas, com exceção dos transportes realizados no canal Horeca ou Pré-Venda, e têm de ser obtidas por outras vias. As distâncias em falta foram estimadas de duas formas. A primeira foi através da logística que determinou algumas distâncias em falta e também as distâncias dos transportes internacionais onde foi estimada a distância até à fronteira mais próxima com Espanha ou portos marítimos. A segunda foi através de uma função inserida na área de programação da folha de cálculo.

Esta função permite estimar a distância entre o local de origem e o local de destino dos transportes recorrendo aos servidores que suportam a ferramenta *online Google Maps*. Ao invés de ser colocado o ponto de origem e destino manualmente no *website* do *Google Maps*, esta

função fá-lo de maneira automática, constituindo assim uma maneira mais rápida de estimar as distâncias em falta. No entanto para além das linhas de código necessárias para a função ser executada é necessária uma chave de acesso (API) obtida na *Google Cloud Platform*. Esta chave é o elemento necessário para a função aceder aos servidores do *Google Maps*. Para obtenção da mesma é necessário adicionar uma forma de pagamento, geralmente um cartão de crédito bancário uma vez que cada distância obtida desta forma tem um custo associado.

Após executar a função tem-se então as distâncias em falta para os vários transportes. Apenas foram consideradas as distâncias entre a cidade de origem e de destino e não locais exatamente precisos como o local exato do armazém de expedição ou os locais dos vários clientes a servir. Foi apenas obtida a distância aproximada entre o local de origem e o local de destino pelo que existe um erro associado, embora pequeno.

Após serem extraídos os dados do SAP, o primeiro passo consistiu no trabalhar da informação para ficar passível de ser utilizada. Foram inicialmente detetados alguns erros como por exemplo matrículas de veículos erradas ou mal introduzidas no SAP que tiveram de ser corrigidas. Também muitas vezes, a informação não foi disponibilizada toda numa única folha de cálculo e teve de ser feita ligação entre os vários ficheiros de maneira a existir uniformidade.

Posteriormente à correção de erros e uniformização da informação procedeu-se à identificação dos veículos. Como a quase a totalidade dos transportes de produtos da SUMOL+COMPAL são efetuados por prestadores de serviços (transportadoras e outros), onde apenas consta no sistema informático a matrícula do veículo que realizou cada transporte, não existem informações sobre as características dos veículos (marca, tipologia, idade). Para identificar os veículos foram organizadas todas as matrículas dos veículos que transportaram produtos para os três canais e de seguida foram enviadas para o Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. (IMT), que gentilmente após explicação do motivo, cedeu a informação acerca de cada veículo associado a cada matrícula. A identificação dos veículos foi bastante importante para a realização deste estudo uma vez que desta forma foi possível efetuar o cálculo das emissões de GEE de uma forma mais detalhada e precisa. Na Tabela 4.4 apresentam-se alguns dos veículos identificados.

Tabela 4.4 - Exemplo de Identificação dos veículos pelo IMT

MATRICULA	ANO DA MATRICULA	ANO DA PRIMEIRA MATRICULA	TIPOLOGIA DE VEICULO	MARCA DO VEICULO	MODELO DO VEICULO	COMBUSTIVEL
00-61-VR	2003	2003	TRACTOR MERCADORIAS	DAF	FT 95 430 S 380	GASOLEO
03-06-NF	1999	1999	TRACTOR MERCADORIAS	VOLVO	FM12-37 (4X2) TRACTOR L2H1 AIR	GASOLEO
04-43-VE	2003	2003	PESADO MERCADORIAS	DAF	FA 45180E12 465	GASOLEO
05-94-SF	2001	2001	TRACTOR MERCADORIAS	MAN	18.410 FLT 36 XL EURO 2	GASOLEO
06-04-SP	2001	2001	TRACTOR MERCADORIAS	DAF	FT 95.430 X 380	GASOLEO
07-49-QH	2000	2000	TRACTOR MERCADORIAS	MAN	18.410 FLT 36 XL EURO 2	GASOLEO
09-71-QB	2000	1998	TRACTOR MERCADORIAS	SCANIA	A242X35CB	GASOLEO
10-50-JC	1997	1997	TRACTOR MERCADORIAS	SCANIA	R 124 LA 4X2 NA 400	GASOLEO
10-02-XL	2004	2004	PESADO MERCADORIAS	DAF	FA 45180E12 465	GASOLEO
10-07-XL	2004	2004	PESADO MERCADORIAS	DAF	FA 45180E12 465	GASOLEO
10-05-MS	1999	1999	PESADO MERCADORIAS	VOLVO	FL 619-50 (4X2) KH	GASOLEO
11-10-MS	1999	1999	TRACTOR MERCADORIAS	DAF	FT 95 XF.380-360	GASOLEO

À semelhança dos veículos pertencentes à frota de serviço da empresa após identificação dos veículos foi feita a alocação de cada por segmento, de acordo com as categorias existentes no *EMEP/EEA Guidebook* e também no ficheiro do DEFRA. Da mesma forma que na frota de serviço, sempre que não existia uma categoria explícita para alocar os veículos, esta foi feita pela plausibilidade. Com o conhecimento do ano do veículo pela data da sua primeira matrícula (Tabela 4.4) foi efetuada também a alocação por norma EURO.

O passo seguinte consistiu na identificação das capacidades de carga dos veículos. Estes dados foram obtidos junto da área de logística da empresa e junto de fichas técnicas dos veículos (obtidas através pesquisas na *internet*) sempre que possível.

Após ter sido identificadas as capacidades de carga dos veículos foi realizada uma análise das rotas efetuadas em cada transporte. Em detrimento de apenas multiplicar os dados de atividade pelos respetivos fatores de emissão (equação 1) fez-se uma análise mais pormenorizada dos itinerários seguidos pelos veículos, com o objetivo de obter resultados que se assemelham mais à realidade. Esta análise teve então em consideração a rota completa executada pelo veículo no transporte em questão. O ponto de origem foi sempre uma instalação/edifício da empresa e o destino foi um cliente, vários clientes, ou mesmo o retorno ao ponto de origem, nos casos existentes.

Para realizar a análise das rotas foram solicitadas à área da logística as guias de transporte ou guias de remessa para os vários transportes. Estes documentos contêm a informação dos vários clientes a que foi entregue mercadoria para cada transporte. Apenas foi requerida esta informação para o canal Horeca ou Pré-Venda uma vez que para os outros dois canais existentes apenas possuem geralmente um cliente ou dois, sendo mais facilmente identificada qual a rota seguida pelo veículo. As guias de transporte ou remessa são entregues aos motoristas antes destes saírem das instalações da SUMOL+COMPAL pós otimização da rota pelo programa informático *Routyn*, ou seja, o cliente que consta em primeiro na guia, é o primeiro a que vão ser entregues os respetivos produtos. Deste modo é possível ter conhecimento de um modo fiável qual será o itinerário que o veículo segue, sendo possível uma análise da rota precisa.

Com o auxílio da ferramenta *online Google Maps* foram então simulados os vários pontos de entrega de produtos. Foram introduzidas nesta plataforma as moradas dos locais exatos de descarga, sendo depois registada a distância entre um local e o seguinte. Para calcular os poluentes CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O de acordo com o *EMEP/EEA Guidebook* é necessário ter conhecimento do meio ou especificidade do percurso os veículos circulam (estradas em meio urbano, autoestradas ou estradas nacionais). Como é bastante difícil saber qual as vias rodoviárias que os veículos seguiram até ao destino foi assumido um percurso de 40% por autoestrada, 40% em estradas nacionais ou itinerários complementares (rural) e 20% de condução em meio urbano. Sempre

que não se justificou esta alocação foi seguido o itinerário proposto pelo *Google Maps*. A diferença da rota simulada para a distância desse mesmo transporte que consta em sistema foi em média da ordem dos 5%. Já no caso do DEFRA para estes poluentes não é necessário fazer esta análise pelo que foi utilizada a distância total, embora obtida da forma descrita. A Tabela 4.5 apresenta a análise da rota efetuada para um transporte.

Tabela 4.5 - Exemplo da análise de uma rota para um transporte do Canal Horeca ou Pré-Venda

Fornecimento	Expedição	Data	Destino (Rota)	Peso Transportado (kg)	Troço	Distância Troço (km)	Urbano	Rural	Auto-Estrada	Peso no Troço (kg)
2017131715	Faro	11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	74,18	FARO S+C - Av. Infante D. Henrique	60,80	9,90	0,00	50,90	6996,93
2017131724		11/07/2018	VILA REAL SANTO ANTONÍO	128,37	Av. Infante D. Henrique - Rua Teófilo Braga	4,50	4,50	0,00	0,00	6622,75
2017131777		11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	118,08	Rua Teófilo Braga - Av. Infante	3,80	3,80	0,00	0,00	6494,38
2017131890		11/07/2018	VRSA	44,00	Av. Infante - Rua 5 Outubro	4,10	4,10	0,00	0,00	5376,30
2017131892		11/07/2018	CASTRO MARIM	298,00	Rua 5 Outubro - Quinta da Cabola	13,50	13,50	0,00	0,00	6332,30
2017131930		11/07/2018	MONTE GORDO	231,10	Quinta da Cabola - Rua Diogo Cão	9,30	9,30	0,00	0,00	6034,30
2017131931		11/07/2018	VRSA	125,29	Rua Diogo Cão - Rua Dom Fuas Roupinho	9,30	9,30	0,00	0,00	5809,00
2017131932		11/07/2018	MONTE GORDO	78,57	Rua Dom Fuas Roupinho - Rua Tristão Vaz Teixeira	0,19	0,19	0,00	0,00	5902,88
2017131933		11/07/2018	MONTEGORDO	109,23	Rua Tristão Vaz Teixeira - Pq Campesino Monte Gordo	1,10	1,10	0,00	0,00	5724,32
2017131934		11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	26,05	Pq Campesino Monte Gordo - Largo da Igreja	1,40	1,40	0,00	0,00	5615,09
2017131935		11/07/2018	MONTE GORDO	201,00	Largo da Igreja - Rua Diogo Cão	1,00	1,00	0,00	0,00	5589,05
2017131936		11/07/2018	MONTE GORDO	128,24	Rua Diogo Cão - Trav. Pero Vaz de Caminha	0,65	0,65	0,00	0,00	5388,05
2017131986		11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	108,39	Trav. Pero Vaz de Caminha - Rua Nova Lisboa	0,40	0,40	0,00	0,00	5259,81
2017131987		11/07/2018	MONTE GORDO	166,62	Rua Nova Lisboa - Av. Infante D. Henrique	0,70	0,70	0,00	0,00	5151,43
2017131988		11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	625,87	Av. Infante D. Henrique - Rua 25 Abril	0,45	0,45	0,00	0,00	4984,80
2017131989		11/07/2018	VRSA	23,42	Rua 25 Abril - Rua 5 Outubro	5,60	5,60	0,00	0,00	4358,93
2017131991		11/07/2018	VRSA	131,57	Rua 5 Outubro - Rua de Angola	0,70	0,70	0,00	0,00	4449,92
2017131992		11/07/2018	MONTE GORDO	34,86	Rua de Angola - Rua Gonçalo Velho	4,30	4,30	0,00	0,00	4318,35
2017131993		11/07/2018	VRSA	137,95	Rua Gonçalo Velho - Br Matadouro	4,50	4,50	0,00	0,00	4283,49
2017131994		11/07/2018	MONTE GORDO	341,83	Br Matadouro - Rua Pedro Álvares Cabral	3,50	3,50	0,00	0,00	4196,62
2017131995		11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	644,63	Rua Pedro Álvares Cabral - Praça Luís Camões	0,83	0,83	0,00	0,00	3954,79
2017132042		11/07/2018	MONTE GORDO	30,90	Praça Luís Camões - Rua Francisco Almeida	0,50	0,50	0,00	0,00	3218,16
2017132045		11/07/2018	MANFARJOTA	696,59	Rua Francisco Almeida - Praia da Lota	10,20	10,20	0,00	0,00	3179,28
2017132046		11/07/2018	ALTURA - CASTRO MARIM	382,65	Praia da Lota - Rua Alagoas	3,80	3,80	0,00	0,00	2482,67
2017132047		11/07/2018	V N CACELA - VRSA	410,08	Rua Alagoas - Estádio Municipal	3,50	3,50	0,00	0,00	2100,03
2017132574		11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	197,89	Estádio Municipal - Av. Infante D. Henrique	8,90	8,90	0,00	0,00	1689,84
2017131891		11/07/2018	CASTRO MARIM	825,19	Av. Infante D. Henrique - Rua São Gonçalo Lagos	7,80	7,80	0,00	0,00	1506,09
2031828715		11/07/2018	MONTE GORDO	105,80	Rua São Gonçalo Lagos - FARO S+C	61,30	6,30	0,00	55,00	680,91
2031828716		11/07/2018	VRSA	120,17						
2031828730		11/07/2018	VRSA	51,09						
2031828742		11/07/2018	VILA REAL STO ANTONIO	114,41						
2031828832		11/07/2018	MONTE GORDO - VRSA	14,04						

Existem diferenças importantes nos itinerários para os três canais. Nos canais Horeca ou Pré-Venda e CNA os veículos seguem uma rota de entrega passando pelos vários clientes e regressam ao ponto de origem (instalações da SUMOL+COMPAL). No canal de Longo Curso, dada a dificuldade em saber se os veículos retornam às instalações da empresa após a entrega dos produtos, considerou-se que tal não tinha lugar, iniciando-se a rota nas instalações da empresa e termina no último cliente a que são entregues produtos.

Em adição ao critério das distâncias percorridas entre rotas, também foi tido em consideração o peso de carga transportada. Com mencionado anteriormente para cada veículo foi obtida a respetiva capacidade de carga, ou seja, a quantidade máxima em massa que consegue transportar cumprindo todas as normas de segurança e legais. Possuindo esta informação foi possível para cada troço da rota simulada saber qual a percentagem de ocupação com carga do veículo. Esta percentagem de ocupação é denominada de fator de carga (*load factor*).

Na análise das rotas, paralelamente aos produtos também se teve em consideração o peso das devoluções (de produto ou vasilhame) existentes, das paletes onde assenta a mercadoria e também do filme plástico envolvente. Por indicação da logística admitiu-se que cada palete contém 550 kg de produtos e que o filme plástico representa 0,350 kg por palete. Ao contabilizar-

se estas variáveis está a fazer-se uma análise mais representativa das condições reais de transporte.

Seguidamente à determinação dos fatores de carga foram calculadas as emissões de GEE em cada troço. Quer os fatores de emissão apresentados pelo *EMEP/EEA Guidebook* quer pelo DEFRA, apresentam para o transporte de mercadorias valores para fatores de carga de 0 %, 50 % e 100 %. Isto significa que os fatores de emissão são representativos da ocupação com carga existente no veículo. Uma vez que foram calculados os fatores de carga reais para cada troço dos respetivos itinerários foi realizada uma interpolação para obtenção do fator de emissão correspondente à carga real (*load factor*). Como os fatores de emissão são linearmente proporcionais à ocupação com carga do veículo, a interpolação é possível.

### **EMEP/EEA Guidebook**

Depois de analisados todos os elementos mencionados, procedeu-se então ao cálculo das emissões de GEE. No que respeita ao *EMEP/EEA Guidebook* foi seguido o método *tier 3* onde os fatores de emissão estão de acordo com este método. Para o cálculo do CO<sub>2</sub> em adição à quantidade deste poluente originada pela queima direta de combustível foi ainda considerado o CO<sub>2</sub> originado pela queima de lubrificantes (óleo do motor) e ainda o CO<sub>2</sub> originado pela adição de aditivos, sendo este último apenas válido para as classes *Euro Standard* cinco e seis. Tal verifica-se uma vez que nos veículos com as tecnologias mencionadas foi introduzido o *Adblue*. O *Adblue* é uma solução de ureia adicionada no circuito do motor (reação de oxidação-redução) para reduzir as emissões de óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>). Ao ser adicionada, existe uma diminuição destes poluentes libertados pelo sistema de exaustão dos veículos, mas em contrapartida, com a sua utilização, existe uma libertação adicional de CO<sub>2</sub> embora seja pouco significativa que foi também considerada. Para os veículos pesados com norma EURO cinco e seis, embora existam motorizações sem adição do *Adblue*, foi admitido que todos estes possuíam este aditivo. Esta escolha justifica-se pelo facto de a maior parte dos veículos a gasóleo existentes no mercado possuírem esta tecnologia em detrimento de outras.

O cálculo da quantidade de CO<sub>2</sub> emitido pelos veículos assentou então em três componentes. O CO<sub>2</sub> originado pela queima direta no motor, o CO<sub>2</sub> originado pela queima dos lubrificantes e o CO<sub>2</sub> originado pela adição da solução de ureia, apenas válido para as normas EURO mencionadas. Para o cálculo das duas primeiras foi utilizada a equação seguinte:

$$E_{CO_2,km}^{CALC} = 44.011 \times \frac{FC_{km}^{CALC}}{12.011 + 1.008r_{H:C,m} + 16.000r_{O:C,m}} \quad (3)$$

O  $E^{CALC}$  é a quantidade de  $CO_2$  emitido, o  $FC^{CALC}$  é o consumo de combustível,  $r_{H:C}$  e  $r_{O:C}$  são os rácios dos átomos presentes na combustão de hidrogénio para carbono e de oxigénio para carbono respetivamente. Estes rácios dependem do combustível que o veículo utiliza. Os números presentes na equação são constantes.

No caso do  $CO_2$  originado na queima de combustível, o resultado obtido ( $E^{CALC}$ ) é depois multiplicado pela distância percorrida (km), obtendo-se assim a emissão deste poluente no troço considerado (kg). Para calcular o  $CO_2$  originado pela utilização de lubrificantes o procedimento é o mesmo, com a exceção de antes de existir a operação de multiplicação pela distância ser necessário dividir por dez mil, uma vez que o  $FC^{CALC}$  (consumo de lubrificante) é referente a dez mil quilómetros percorridos. Foram admitidos valores de consumo de lubrificante correspondente ao denominado “veículo velho” uma vez que os veículos utilizados na distribuição de produtos mesmo sendo recentes percorrem muitos quilómetros.

Relativamente ao  $CO_2$  originado pela adição do aditivo foi utilizada a equação seguinte:

$$E_{CO_2, urea} = 0.26 \times UC \quad (4)$$

Onde  $E_{CO_2, urea}$  é a quantidade de  $CO_2$  originado pela adição do *Adblue* em quilogramas,  $UC$  é a quantidade de ureia consumida em litros e o número uma constante. Dado que é praticamente impossível saber a quantidade de *Adblue* introduzido nos veículos o *EMEP/EEA Guidebook* permite que a quantidade desta solução seja estimada. Para os veículos com tecnologia *Euro Standard* cinco a quantidade de *Adblue* é cerca de 3 a 4 % do consumo de combustível, enquanto que para os veículos com norma *Euro Standard* seis é de 5 a 7 % do consumo de combustível. Considerou-se a média destes pontos percentuais, ou seja, para os veículos *Euro Standard* cinco foi considerado 3,5 % e para veículos com norma EURO seis, 6 %. Assim a variável  $UC$  foi substituída na equação por estas percentagens de consumo de combustível.

No que respeita ao  $CH_4$  e ao  $N_2O$  como referido anteriormente utilizando o *EMEP/EEA Guidebook* foi necessário alocar a distância percorrida em cada troço de rota como sendo percorrida em meio urbano, autoestradas, ou estradas nacionais, sendo esta última assumida como meio de condução rural.

Para calcular as emissões dos poluentes recorreu-se à equação 1, onde se multiplicou um fator de emissão (massa de poluente por quilómetro percorrido) pela distância percorrida, e assim foram obtidos os resultados para cada troço. Posteriormente foi utilizada a equação 2 para converter o  $CH_4$  e  $N_2O$  em  $CO_2$  equivalente, onde foram utilizados os valores de PAG presentes no relatório AR5 elaborado pelo IPCC.

Na Tabela 4.6 exemplifica-se o cálculo das emissões de GEE decorrentes de um transporte (para cada trecho do itinerário) de acordo com o *EMEP/EEA Guidebook*.

Tabela 4.6 - Exemplo do cálculo de poluentes para um transporte recorrendo ao *EMEP/EEA Guidebook*

Interpolação Load Factor tier 3 (kg/km)	Emissões CO <sub>2</sub> tier 3 (kgCO <sub>2</sub> )	Emissões CO <sub>2</sub> tier 3 Lube (kgCO <sub>2</sub> )	Emissões CO <sub>2</sub> tier 3 Additives (kgCO <sub>2</sub> )	Emissões N <sub>2</sub> O tier 3 (kgN <sub>2</sub> O)	Emissões CH <sub>4</sub> tier 3 (kgCH <sub>4</sub> )
0,109	2,88	0,00409	0,00833	0,00002	0,00001
0,109	0,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,109	3,17	0,00453	0,00919	0,00002	0,00001
0,109	0,00	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,108	3,17	0,00453	0,00918	0,00017	0,00002
0,108	0,34	0,00049	0,00099	0,00002	0,00000
0,108	0,34	0,00049	0,00098	0,00002	0,00000
0,107	1,05	0,00151	0,00303	0,00006	0,00001
0,107	1,31	0,00190	0,00379	0,00007	0,00001
0,106	0,37	0,00054	0,00106	0,00002	0,00000
0,106	1,13	0,00165	0,00328	0,00006	0,00001
0,106	0,57	0,00083	0,00164	0,00003	0,00000
	<b>14,325</b>	<b>0,021</b>	<b>0,041</b>	<b>0,000</b>	<b>0,0001</b>

## Reino Unido (DEFRA)

No que respeita ao cálculo das emissões de GEE recorrendo às orientações e fatores de emissão do DEFRA o procedimento foi parecido, mas não idêntico. Para o CO<sub>2</sub>, o DEFRA não apresenta qualquer equação, nem apresenta a distinção sobre o CO<sub>2</sub> que não é diretamente emitido pela queima nos motores dos veículos; apresenta apenas um valor para este poluente, onde se assume que este tenha também em consideração a quantidade emitida associada aos lubrificantes e aditivos. Quanto ao CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O passa-se o mesmo. O DEFRA, como já anteriormente mencionado, não considera os meios de condução, apresentando fatores de emissão únicos e considerando o fator de carga. Quanto ao cálculo propriamente dito este foi feito recorrendo à equação 1 apenas uma vez que os fatores de emissão apresentados já tinham em consideração o PAG. Tal como para a frota de serviço foram utilizados os fatores de conversão presentes no relatório AR4 do IPCC. Na Tabela 4.7 seguinte encontra-se exemplificado o cálculo das emissões de GEE utilizando os fatores de emissão do DEFRA, para a rota de um transporte.

Tabela 4.7 – Exemplo do cálculo de poluentes para um transporte recorrendo aos fatores de emissão do DEFRA

Emissões CO <sub>2</sub> DEFRA Distance Based (kgCO <sub>2</sub> )	Emissões N <sub>2</sub> O DEFRA Distance Based (kgN <sub>2</sub> O)	Emissões CH <sub>4</sub> DEFRA Distance Based (kgCH <sub>4</sub> )
4,020	0,058	0,001
0,000	0,000	0,000
4,421	0,064	0,001
0,000	0,000	0,000
4,417	0,064	0,001
0,474	0,007	0,000
0,469	0,007	0,000
1,449	0,021	0,000
1,805	0,027	0,001
0,503	0,008	0,000
1,551	0,023	0,001
0,775	0,012	0,000
<b>19,885</b>	<b>0,290</b>	<b>0,007</b>

#### 4.4.2 Fatores de Emissão

Os fatores de emissão utilizados para efetuar o cálculo das emissões poluentes foram os disponibilizados conjuntamente com as metodologias utilizadas. No caso do *EMEP/EEA Guidebook* foram utilizados os fatores de emissão atualizados para 2018, sendo estes obtidos através do *software* de modelação COPERT. Foram utilizados os valores por defeito (*default*) sem qualquer ajuste às variáveis características de Portugal, como foi feito no NIR. Assim estes dizem respeito às características médias destas de todos os países europeus. A sua obtenção segue o que foi descrito no capítulo dois. São introduzidos os dados base (medições reais em estrada ou em laboratório) no programa informático, que depois os compila, sendo o resultado (*output*) os fatores de emissão.

Alguns elementos foram considerados na utilização dos fatores de emissão. A condução em terreno declivoso foi um deles uma vez que existe influência desta variável na condução e consequente emissão de poluentes. o *EMEP/EEA Guidebook* considera inclinações de + 6% a – 6% de declive, tendo sido considerado na análise das rotas a não existência de relevo das vias rodoviárias, ou seja, de 0%, uma vez que se considerou difícil fazer esta avaliação para todas as rotas. Nos veículos pesados com norma EURO 5 e norma EURO 6 como referido anteriormente também foi considerado o *Adblue*, tendo sido escolhidos fatores de emissão para veículos com tecnologia SCR (*Selective Catalytic Reduction*).

Para todos os veículos tratores de mercadorias foram considerados os fatores de emissão correspondentes ao segmento de 40 a 50 toneladas de peso bruto. Na Tabela 4.8 encontram-se alguns dos fatores de emissão utilizados nos cálculos.

Tabela 4.8 - Fatores de emissão disponibilizados com o *EMEP/EEA guidebook*

Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Technology	Pollutant	Mode	Road Slope	Load	EF (g/km) or ECF (MJ/km)	ECF (kg/km)	MJ/L
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.06	0.00%	0.1805	0.0042	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.06	50.00%	0.1756	0.0041	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.06	100.00%	0.1900	0.0045	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.04	0.00%	0.3121	0.0073	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.04	50.00%	0.3070	0.0072	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.04	100.00%	0.3339	0.0078	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.02	0.00%	1.8191	0.0427	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.02	50.00%	0.2088	0.0049	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		-0.02	100.00%	0.1723	0.0040	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.00	0.00%	7.7427	0.1816	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.00	50.00%	10.3222	0.2421	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.00	100.00%	12.2379	0.2870	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.02	0.00%	15.4501	0.3624	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.02	50.00%	25.3831	0.5954	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.02	100.00%	33.8605	0.7942	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.04	0.00%	23.7653	0.5574	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.04	50.00%	39.8615	0.9350	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.04	100.00%	55.0976	1.2923	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.06	0.00%	30.9129	0.7251	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.06	50.00%	53.6208	1.2577	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	FC		0.06	100.00%	76.6325	1.7974	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	CH4	Urban Peak			0.0053		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	CH4	Urban Off Peak			0.0053		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	CH4	Rural			0.0056		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	CH4	Highway			0.0042		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	N2O	Urban Peak			0.0190		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	N2O	Urban Off Peak			0.0190		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	N2O	Rural			0.0234		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	SCR	N2O	Highway			0.0192		
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	EGR	FC		-0.06	0.00%	0.1805	0.0042	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	EGR	FC		-0.06	50.00%	0.1756	0.0041	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	EGR	FC		-0.06	100.00%	0.1900	0.0045	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	EGR	FC		-0.04	0.00%	0.3121	0.0073	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	EGR	FC		-0.04	50.00%	0.3070	0.0072	
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t	Euro IV	EGR	FC		-0.04	100.00%	0.3339	0.0078	

À semelhança do cálculo das emissões de GEE para a frota de serviço também se teve em consideração a incorporação de biocombustíveis, sendo considerado o gasóleo com 7% de biodiesel (B7). Para adaptar os fatores de emissão à presença de 7% de biodiesel foi considerado, à semelhança da frota de serviço, o conteúdo energético do diesel B7, de 35,6 MJ/l, tendo sido depois utilizado o peso específico (kg/m<sup>3</sup>) do diesel B7 para obtenção dos fatores de emissão por massa de poluente por quilómetro percorrido.

Relativamente aos fatores de emissão apresentados pelo DEFRA também foram utilizados os valores atualizados para 2018. Os fatores de emissão do CO<sub>2</sub> para os veículos ligeiros de mercadorias provêm do Relatório Nacional de Emissões Atmosféricas (NAEI em inglês) do Reino Unido de 2016 e do *GHGI (GreenHouse Gases Inventory)*. Foram incrementados em 15% para representar as emissões em condições “reais”. Os fatores de emissão para os veículos pesados de mercadorias (todos os segmentos) têm a sua fonte no Departamento para os Transportes (DfT) através de um relatório estatístico efetuado ao transporte de mercadorias existente no Reino Unido (*Road Freight Statistics July 2016 to June 2017*). Estes foram posteriormente utilizados como entrada de dados no programa informático (*software ARTEMIS*) para testemunhar as variações com carga e deste modo produzir os fatores de emissão considerando o fator de carga (*load factor*).

## 4.4.3 Amostragem

Como referido anteriormente no método de cálculo, foram efetuadas análises de rotas de transportes para calcular as emissões de GEE de uma maneira mais precisa e próxima da realidade. No entanto, dado o elevado número de transportes anuais (cerca sessenta mil para 2018) efetuados pela SUMOL+COMPAL e seus prestadores de serviços de transporte a consideração de todos os itinerários seria quase impossível de realizar. A análise de todas as rotas de entrega demoraria e consumiria muito tempo, sendo praticamente impossível a sua realização para um ano civil. Em resposta a esta dificuldade, optou-se por considerar uma amostra para cada um dos três canais logísticos considerados. A amostragem consistiu em realizar trinta análises de rota, para cada canal (Horeca ou Pré-venda, Longo Curso e CNA), sendo que se considera este número suficiente para extrapolar os resultados obtidos para os restantes transportes.

A escolha dos transportes para os três canais seguiu uma lógica arbitrária de modo a conferir a maior representatividade possível do universo de transportes existentes. Foram escolhidos aleatoriamente transportes partindo das várias instalações da empresa, cobrindo todas elas. No que respeita ao horizonte temporal também este aspeto foi tido em consideração. Foram escolhidos transportes de todos os meses do ano de forma aleatória. Nos meses de maior número de transportes realizados (meses de verão onde existe maior consumo de bebidas) existiu um maior número de rotas analisadas, para reforçar a representatividade. A Tabela 4.9 apresenta para o canal Horeca ou Pré-Venda a compilação das trinta rotas analisadas.

Tabela 4.9 - Compilação das várias rotas analisadas para o canal Horeca ou Pré-Venda

TRANSPORTES										
Transporte	Expedição	Destino	Data	Peso Transportado (kg)	Distância (km)	Matrícula	Classe Euro Standard	Categoria Veiculo EMEP/EEA Guidebook	Categoria DEFRA	
507973	Évora	VENDAS NOVAS	02/09/2018	2104,4	137,176	07-GE-53	Euro 4	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
508938	Coimbra	AVEIRO	08/09/2018	4030,8	171,5	38-96-FH	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
510294	Faro	FARO	17/09/2018	782,5	16	55-I2-66	Euro 4	NH-ILM	Classe III L74 - 3,5 t	
509505	Maceda	SANTA MARIA FEIRA	19/09/2018	189,8	10,4	61-26-SQ	Euro 2	NH-ILM	Classe III L74 - 3,5 t	
516112	Évora	VENDAS NOVAS	27/02/2018	1413,1	133,95	41-PX-82	Euro 5	NH-ILM	Classe III L74 - 3,5 t	
515943	Portimão	ALPORCHINHOS	26/02/2018	2416,27	144,83	40-83-UH	Euro 3	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
513067	Póvoa Varzim	VITÓRIA	05/03/2018	3524,01	93,39	40-83-VT	Euro 3	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
518313	Leiria	LEIFIA	13/03/2018	1563,27	42,20	09-P2-82	Euro 6	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
518474	Viseu	DORNELAS - AGUIAR BEIRA	14/03/2018	1832,53	181,82	66-70-SP	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
524518	Portimão	S B MESSINAS	20/04/2018	2068,60	123,51	43-26-VA	Euro 3	Rígido 14 - 20 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
524566	Carnaxide	LISBOA	20/04/2018	4725,38	52,94	04-43-VE	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
526899	Leiria	CHAO COUCE - ANSIAD	03/05/2018	2365,29	156,60	14-LA-61	Euro 3	Rígido 20 - 26 t	Rígido > 17 t	
528288	Carnaxide	ALMADA	11/05/2018	3063,29	54,22	28-45-SO	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
532807	Portimão	PORTIMAO	06/06/2018	1926,89	178,32	67-UH-32	Euro 6	NH-ILM	Classe III L74 - 3,5 t	
537576	Coimbra	AVEIRO - GLORIA	28/06/2018	1522,03	140,80	86-H2-56	Euro 4	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
539976	Faro	MONTE GORDO - VRSA	10/07/2018	6718,88	225,82	32-14-UA	Euro 3	Rígido 14 - 20 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
539918	Maceda	OVAR	10/07/2018	3794,25	142,66	54-09-JD	Euro 2	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
540234	Santiago Cacém	LONGUEIRA-ALMOGRAVE	11/07/2018	3699,89	231,72	46-65-TE	Euro 3	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
545169	Portimão	PORTIMAO	02/08/2018	2114,59	139,00	16-DG-58	Euro 4	NH-ILM	Classe III L74 - 3,5 t	
548955	Póvoa Varzim	TENDES	16/08/2018	4004,99	110,00	86-34-ZB	Euro 3	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
545399	Carnaxide	PACD ARCOS	02/08/2018	1126,79	57,60	05-LR-39	Euro 5	NH-ILM	Classe III L74 - 3,5 t	
553221	Carnaxide	LISBOA	05/09/2018	1586,65	26,20	71-JP-36	Euro 5	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
555653	Évora	TRIGACHES	20/09/2018	3408,96	289,02	07-GE-53	Euro 4	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
555847	Póvoa Varzim	ERMESINDE - VALONGO	17/09/2018	5602,76	124,95	76-IA-62	Euro 4	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t	
560887	Maceda	S JOAO MADEIRA	10/09/2018	6599,46	106,06	74-U2-20	Euro 6	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
562299	Faro	FARO	18/09/2018	1502,90	26,50	55-I2-66	Euro 4	NH-ILM	Classe III L74 - 3,5 t	
567018	Carnaxide	CORROIOS	16/10/2018	3078,32	96,04	57-JM-75	Euro 5	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
567711	Coimbra	CANTANHEDE - MURTEDE	21/10/2018	3578,22	144,56	38-96-FH	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
569519	Póvoa Varzim	ERMESINDE - VALONGO	03/12/2018	4681,20	181,02	20-70-PD	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	
572076	Coimbra	ILHAVO	18/12/2018	2143,55	170,22	43-TC-85	Euro 6	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t	

Em primeira instância compilaram-se os vários transportes apenas por data, ou seja, foram organizados desde janeiro até dezembro de 2018 e foram introduzidos os valores dos vários poluentes obtidos através da análise das rotas, discriminadamente e na sua soma total (em CO<sub>2</sub> equivalente). Seguidamente foram avaliadas as emissões unitárias, ou seja, massa de poluente emitido por quilómetro percorrido.

Posteriormente foram agrupados os resultados por segmentos de veículos. Considerou-se que seria mais correto avaliar os resultados tendo em consideração as categorias dos veículos. Desta forma é possível avaliar mais facilmente os resultados. Foi realizado também o procedimento descrito em cima. A Tabela 4.10 apresenta para o canal CNA a compilação realizada por segmentos de veículos.

Tabela 4.10 - Compilação das várias rotas analisadas por categoria de veículos para o canal CNA

TRANSPORTES									
Transporte	Data	Expedição	Destino	Peso Transportado (kg)	Distância (km)	Matrícula	Classe Euro Standard	Categoria Veículo EMEP/EEA Guidebook	Categoria Veículo DEFRA
508375	05/01/2018	Carnaide	BARREIRO	628,38	82,60	68-GX-10	Euro 4	NH-ILM	Classe III (174 - 3,5 t)
553073	05/09/2018	Coimbra	MONTEMOR-O-VELHO	730,31	103,70	78-TL-70	Euro 6	NH-ILM	Classe III (174 - 3,5 t)
565862	12/11/2018	Coimbra	CONDEIXA-A-NOVA	692,01	139,70	78-TL-70	Euro 6	NH-ILM	Classe III (174 - 3,5 t)
534685	18/08/2018	Leiria	MENDINGA - PORTO MOS	1707,46	79,10	09-P2-62	Euro 6	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t
526247	03/05/2018	Coimbra	MEALHADA	1779,70	284,00	86-H2-56	Euro 4	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t
552181	31/08/2018	Carnaide	SINTRA	3088,77	41,80	71-JP-36	Euro 5	Rígido <= 7,5 t	Rígido > 3,5 - 7,5 t
509837	16/01/2018	Maceda	PACOS FERREIRA - SEROA	7653,31	165,40	67-02-RF	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
512617	05/02/2018	Carnaide	MEM MARTINS - SINTRA	5976,75	35,20	X0-44-5F	Pré-Euro	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
515632	26/02/2018	Póvoa Varzim	S PEDRO FINS - MAIA	3585,94	65,30	67-02-RF	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
520337	28/03/2018	Faro	ALGOZ - SILVES	587,85	69,60	72-22-VG	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
522997	13/04/2018	Maceda	ST MARIA FEIRA	3263,33	87,90	68-D2-23	Euro 4	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
530294	24/05/2018	Carnaide	SACAVEM	6576,58	27,40	21-07-ZL	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
539581	10/07/2018	Maceda	ST MARIA FEIRA	1584,33	11,10	26-60-FN	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
544264	31/07/2018	Carnaide	CARPAIXIDE	3976,17	2,85	10-07-XL	Euro 3	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
561443	16/10/2018	Carnaide	SINTRA	6029,08	26,15	X0-44-57	Pré-Euro	Rígido 7,5 - 12 t	Rígido > 7,5 - 17 t
510226	18/01/2018	Faro	LAGOS	3946,08	149,90	08-JJ-88	Euro 5	Rígido 14 - 20 t	Rígido > 7,5 - 17 t
533077	08/06/2018	Faro	ALGOZ - SILVES	884,90	69,60	79-GL-51	Euro 4	Rígido 14 - 20 t	Rígido > 7,5 - 17 t
507955	03/01/2018	Póvoa Varzim	PONTE - GMR	8090,27	97,00	11-66-QM	Euro 3	Rígido 20 - 26 t	Rígido > 17 t
521520	05/04/2018	Leiria	OLIVEIRA BAIRRO	3952,95	220,90	14-LA-61	Euro 3	Rígido 20 - 26 t	Rígido > 17 t
542621	24/07/2018	Póvoa Varzim	BRAGA	4280,89	90,10	11-66-QM	Euro 3	Rígido 20 - 26 t	Rígido > 17 t
554782	13/09/2018	Póvoa Varzim	VILA NOVA DE GAIA	5127,27	81,80	11-66-QM	Euro 3	Rígido 20 - 26 t	Rígido > 17 t
572855	27/12/2018	Leiria	AVEIRO	4438,19	256,00	14-LA-61	Euro 3	Rígido 20 - 26 t	Rígido > 17 t
517785	12/03/2018	Viseu	COIMBROES - VISEU	7271,36	10,90	41-NS-01	Euro 5	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t
534727	18/06/2018	Viseu	COIMBROES - VISEU	5565,01	11,10	41-NS-01	Euro 5	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t
550953	27/08/2018	Viseu	COIMBROES - VISEU	1540,12	12,80	41-NS-01	Euro 5	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t
548226	16/08/2018	Faro	ALGOZ - SILVES	1373,53	69,60	59-TT-30	Euro 6	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t
551284	28/08/2018	Leiria	POMBAL	2008,58	55,50	95-TX-77	Euro 6	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t
558753	02/10/2018	Viseu	VISEU	2536,73	11,10	41-NS-01	Euro 5	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t
567398	21/11/2018	Viseu	COIMBROES - VISEU	313,52	11,10	11-QB-32	Euro 6	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t
568826	06/12/2018	Faro	FARO	2080,71	23,80	73-PU-71	Euro 5	Articulado 40- 50 t	Articulado > 33t

Após ser feita a avaliação dos resultados unitários procedeu-se à deteção de valores fora da média (*outliers*) e depois foi feita a média dos valores unitários para cada categoria, produzindo assim fatores de emissão característicos para os diferentes segmentos existentes nos três canais.

De seguida foram agrupados os fatores de emissão produzidos, nas folhas de cálculos (para os três canais) onde constavam a totalidade dos transportes anuais existentes. Por fim consoante as categorias dos vários veículos, foi efetuado o cálculo das emissões de GEE, quer por poluente e quer pela soma dos vários poluentes (total em CO<sub>2</sub> equivalente) para cada transporte, tendo sido feita a soma no fim, para obtenção do resultado efetivo (tCO<sub>2e</sub>). Na Tabela 4.11 encontra-

se, para o canal de Longo Curso, os fatores de emissão produzidos através da amostragem realizada.

Tabela 4.11 - Fatores de emissão produzidos através da amostragem para o canal de Longo Curso

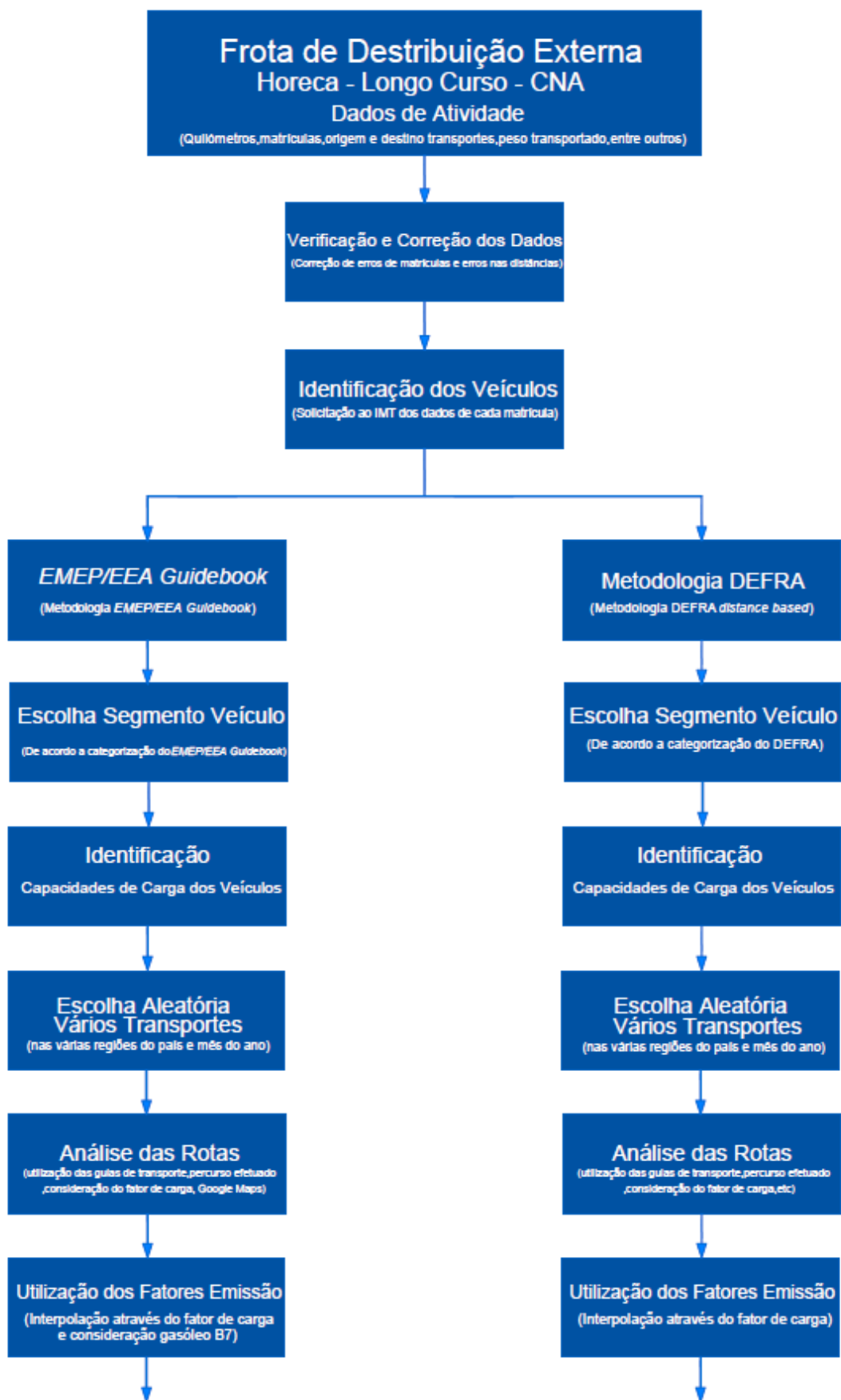
CATEGORIA VEÍCULOS Categoria Veículo EMEP/ EEA Guidebook	CATEGORIA VEÍCULOS Categoria Veículo DEFRA	EMEP/EEA Guidebook (km)				DEFRA (km)			
		Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota GEE (kg CO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
Rígido 14 - 20 t	Rígido >17 t	0,562	0,559	0,0019	0,001	1,043	1,030	0,0003	0,013
Rígido 20 - 26 t		0,639	0,636	0,0019	0,002				
Articulado 40 - 50 t	Articulado >33 t	0,891	0,881	0,0003	0,009	1,011	0,996	0,0014	0,013
Fator de emissão médio (geral s/categoria)		0,872	0,863	0,0004	0,009	1,012	0,998	0,0001	0,013

Nos três canais, devido a erros nas matrículas ou má identificação dos veículos, foi produzido um fator de emissão geral para calcular as emissões de poluentes. Sempre que foi verificado que existia um transporte que não era possível alocar o veículo a uma categoria foi utilizado o fator de emissão geral. Este fator é resultado da média unitária de todos resultados obtidos, onde embora não sendo característico de uma categoria concreta, é também representativo das da análise de rotas realizada.

As emissões de GEE dos veículos utilizados na distribuição de produtos que são detidos pela empresa foram calculadas utilizando os litros de combustível consumidos, informação disponível internamente, onde o procedimento de cálculo foi efetuado da mesma forma que para a frota de serviço (Figura 4.2). Deste modo as emissões de GEE não foram calculadas utilizando os fatores de emissão produzidos na amostragem para os três canais, sendo assim eliminadas as distâncias percorridas por estes veículos nas folhas de cálculo dos três canais. Não foram utilizados fatores de emissão na amostragem realizada por tonelada de mercadoria transportada e quilómetro percorrido (tkm), uma vez que tal é próprio de um inventário *top down* e não de uma aplicação *bottom-up*. Para além do inventário de emissões ser *bottom-up*, o cálculo das emissões de GEE recorrendo a fatores de emissão por tkm deve preferencialmente ser efetuado se for pretendida a comparação das emissões de GEE entre os vários tipos de transporte de mercadorias no seu todo (transporte de mercadorias do local A para o local B utilizando vários tipos de transporte), o que não é o caso. Não foram utilizados fatores de emissão de GEE do NIR 2019 da APA uma vez que no documento disponibilizado pela entidade não estão discriminados fatores de emissão que considerem o fator de carga (*Load Factor*).

#### 4.4.4 Resumo do Procedimento Efetuado

À semelhança da frota de serviço, para melhor compreensão e análise do procedimento efetuado para o cálculo das emissões de GEE para a frota de distribuição, apresenta-se abaixo o fluxograma dos passos efetuados (Figura 4.3).



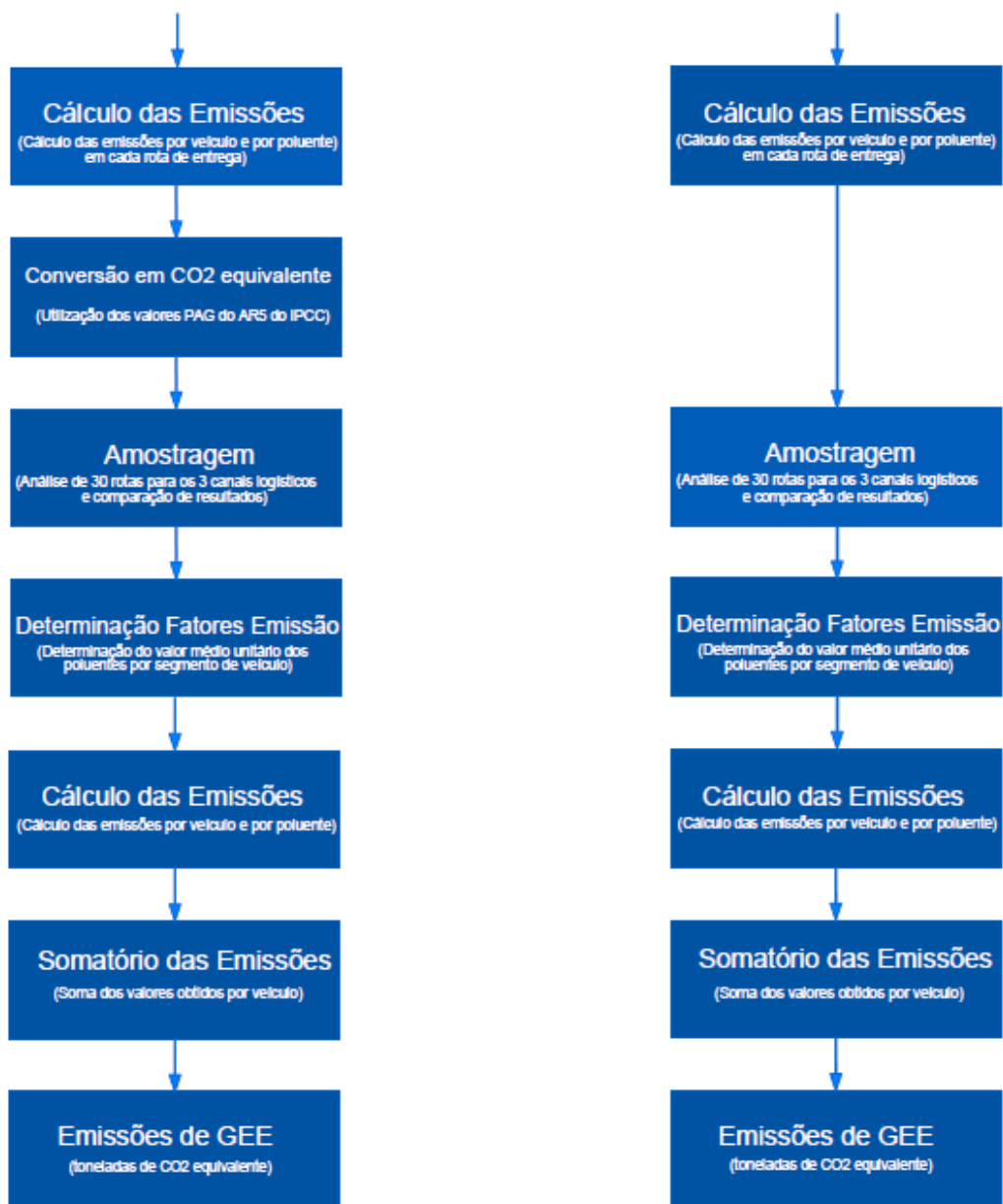


Figura 4.3 - Fluxograma do procedimento para o cálculo das emissões de GEE da frota de distribuição externa

## 5. Análise e Discussão de Resultados

Aplicando a metodologia e respectivos passos referidos no capítulo anterior foram calculadas as emissões de GEE utilizando as orientações e fatores de emissão de ambas as entidades. O resultado foi um inventário de emissões da frota de serviço e da frota de distribuição da SUMOL+COMPAL.

Os resultados totais das emissões de GEE obtidos para a frota de serviço e frota de distribuição apresentam-se na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Emissões totais de GEE

Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i>	Emissões GEE DEFRA
7 097 tCO <sub>2</sub> e	7 998 tCO <sub>2</sub> e

Verifica-se que utilizando a metodologia *EMEP/EEA Guidebook* as emissões de poluentes são inferiores quando comparados com os resultados obtidos utilizando as diretrizes e fatores de emissão do DEFRA, existindo uma diferença de 11,26 % (901 tCO<sub>2</sub>e) entre os resultados totais obtidos.

Os resultados totais por tipo de poluente apresentam-se na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Resultados totais por tipo de poluente

Poluente	Emissões <i>EMEP/EEA Guidebook</i> (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	7 034 730	7 895 859
CH <sub>4</sub>	5 317	1 409
N <sub>2</sub> O	56 601	101 090

Quando se observam os poluentes individualmente (Tabela 5.2), é possível constatar que o CH<sub>4</sub> e no N<sub>2</sub>O, representam uma pequena percentagem do total das emissões, sendo que o CO<sub>2</sub>

naturalmente, representa quase a totalidade das emissões calculadas. Analisando os resultados obtidos pela metodologia *EMEP/EEA Guidebook* (metodologia adaptada no caso da frota de serviço e frota de distribuição própria), o CO<sub>2</sub> representa 99,12 % do total de emissões. O CH<sub>4</sub> representa 0,08 % do total de emissões, enquanto o N<sub>2</sub>O representa 0,80 %. Utilizando a metodologia do DEFRA, o CO<sub>2</sub> representa 98,72 % do total das emissões, o CH<sub>4</sub> representa 0,02 % do total de emissões e o N<sub>2</sub>O representa 1,26 %. Para o CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O existem diferenças na tendência dos resultados obtidos. No caso do CH<sub>4</sub>, os resultados obtidos são superiores utilizando a metodologia *EMEP/EEA Guidebook*, com exceção da frota de distribuição própria, onde é inferior, uma vez que toma o valor de zero para os três tratores de mercadorias da empresa. Tal acontece porque para a norma EURO destes veículos, o valor apresentado no NIR APA é nulo. No que respeita ao N<sub>2</sub>O passa-se precisamente o contrário, ou seja, os resultados obtidos através da metodologia do DEFRA são superiores aos obtidos através da metodologia *EMEP/EEA Guidebook*. Estas diferenças podem ser explicadas pelo facto de a metodologia do DEFRA não considerar explicitamente as classes *Euro Standard*, nem apresentar informações sobre a presença ou não do *Adblue* nos fatores de emissão que disponibiliza. Os fatores de emissão ao serem característicos do Reino Unido, também podem ter influência nos resultados, uma vez que estes dizem respeito à realidade britânica, quer no que diz respeito aos veículos utilizados quer também ao tipo de condução ou condições atmosféricas, ainda que possa ser reduzida. De referir que os resultados dos poluentes CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O se apresentam em kgCO<sub>2</sub>e uma vez que sem a conversão estes são ainda mais reduzidos. Os resultados por tipo de poluente discriminado em kgCO<sub>2</sub>e para ambas as frotas (frota de serviço e frota de distribuição) encontram-se no anexo II.

De seguida apresentam-se os resultados obtidos para as frotas consideradas.

## 5.1 Frota de Serviço

Os resultados para a frota de serviço, própria e alugada apresentam-se na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Emissões de GEE para a frota de serviço

Consumo de Combustível (Gasóleo e Gasolina)	Emissões GEE NIR APA ( <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Adaptado)	Emissões GEE DEFRA
645 140 L	1 763 tCO <sub>2</sub> e	1 817 tCO <sub>2</sub> e

Analisando os resultados obtidos pela utilização de ambas as metodologias verifica-se que utilizando as orientações e fatores de emissão do DEFRA os resultados são superiores, existindo

uma diferença percentual de 2,97% nos resultados obtidos, que corresponde a uma diferença de 54 tCO<sub>2</sub>e.

As emissões de GEE calculadas através de ambas as metodologias foram agrupadas por tipologia de veículo, de acordo com as tipologias apresentadas no capítulo três, Ligeiro de Mercadorias (LM), Ligeiro de Passageiros (LP), Ligeiro Misto (LM) e Pesados de Mercadorias (PM). Também se agruparam as emissões de GEE calculadas de acordo com a categorização dos veículos do NIR APA (metodologia *EMEP/EEA Guidebook* adaptada) e como sendo alugados ou propriedade da empresa conforme se apresenta nas Figuras 5.1-5.3.

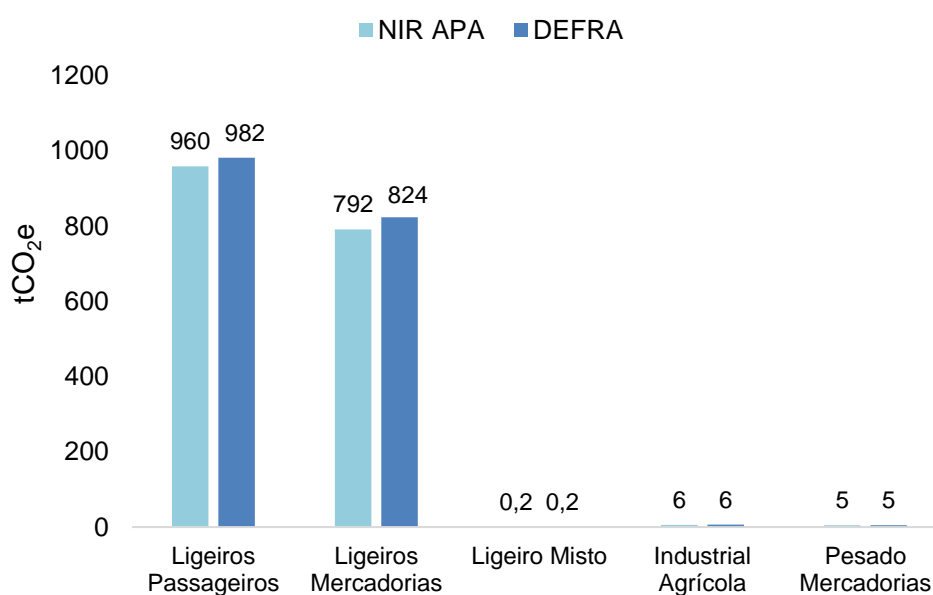


Figura 5.1 – Emissões de GEE por tipologia de veículo frota de serviço obtidas através metodologia NIR APA e metodologia DEFRA

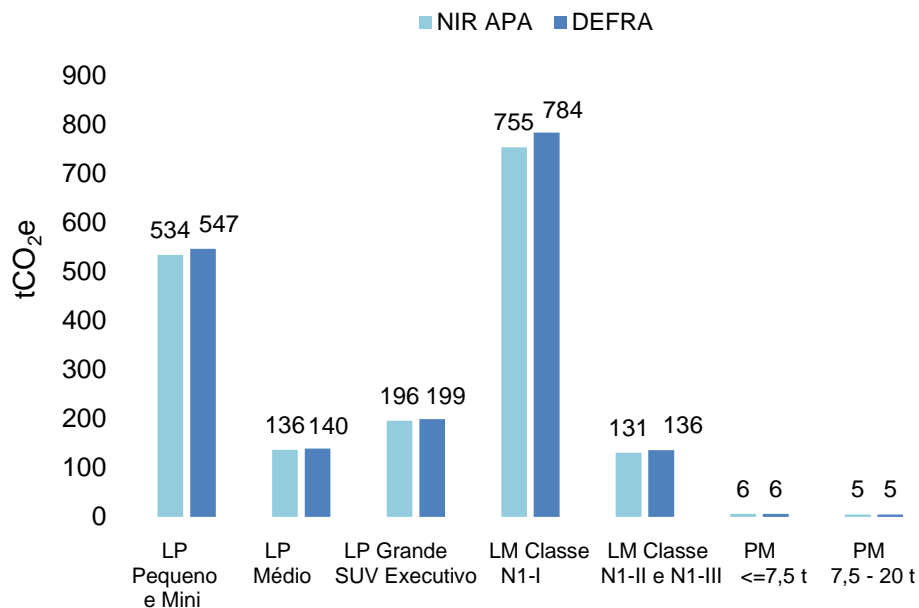


Figura 5.2 – Emissões de GEE frota de serviço por categoria de veículo de acordo com a categorização de veículos do NIR APA

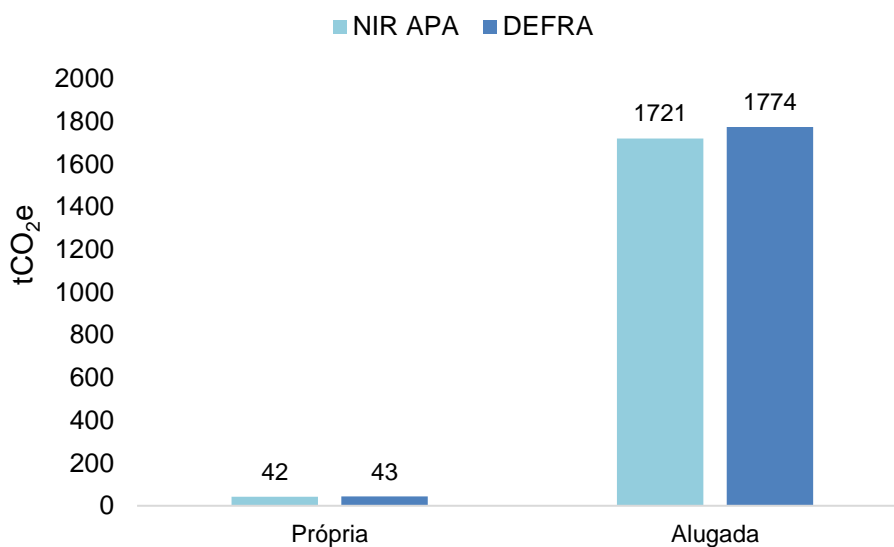


Figura 5.3 – Emissões de GEE frota serviço própria e alugada obtidas através da metodologia NIR APA e DEFRA

A tipologia de veículos que apresenta maiores emissões de GEE é a dos ligeiros de mercadorias, seguida dos ligeiros de passageiros. Estes resultados são expectáveis uma vez que é esta a tipologia de veículos que existe em maior número. As restantes tipologias são negligenciáveis em termos de emissões uma vez que o número de veículos pertencentes é reduzido. Observando as emissões de acordo com a categorização de veículos do NIR APA, também é possível verificar o que são os veículos ligeiros de passageiros (LP Pequeno e Mini, LP Médio e LP grande SUV

Executivo), e os veículos ligeiros de mercadorias (LM Classe N1-I e Classe N1-II e N1-III) que contribuem mais para as emissões

Quando se comparam os veículos detidos pela empresa com os veículos alugados verifica-se que são os veículos alugados, em muito maior número, que contribuem mais para as emissões de GEE. A grande maioria dos veículos em utilização pelos colaboradores da SUMOL+COMPAL é alugada (*leasing*).

De importância referir novamente que o cálculo das emissões de GEE recorrendo à metodologia do DEFRA utilizou diretamente os litros de combustível (Tabela 4.2 capítulo quatro), não existindo categorização dos veículos quando são utilizados estes dados de atividade. Na Figura 5.2 utilizou-se a categorização do NIR APA para os resultados obtidos através da metodologia do DEFRA, para ser possível a comparação.

## 5.2 Frota de Distribuição

Os resultados totais obtidos para a distribuição de produtos da SUMOL+COMPAL apresentam-se na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Emissões totais de GEE frota de distribuição

Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i>	Emissões GEE DEFRA
5 334 tCO <sub>2</sub> e	6 181 tCO <sub>2</sub> e

À semelhança da frota de serviço os resultados obtidos utilizando a metodologia do DEFRA são superiores aos obtidos utilizando o *EMEP/EEA Guidebook* (metodologia adaptada no caso a frota de distribuição própria), existindo uma diferença de 13,70 % nos resultados totais obtidos (847 tCO<sub>2</sub>e)

Na Figura 5.4 apresenta-se o total de emissões de GEE para a frota de distribuição (própria e externa), obtidas através das duas metodologias, de acordo a tipologia de veículos apresentada no capítulo três.

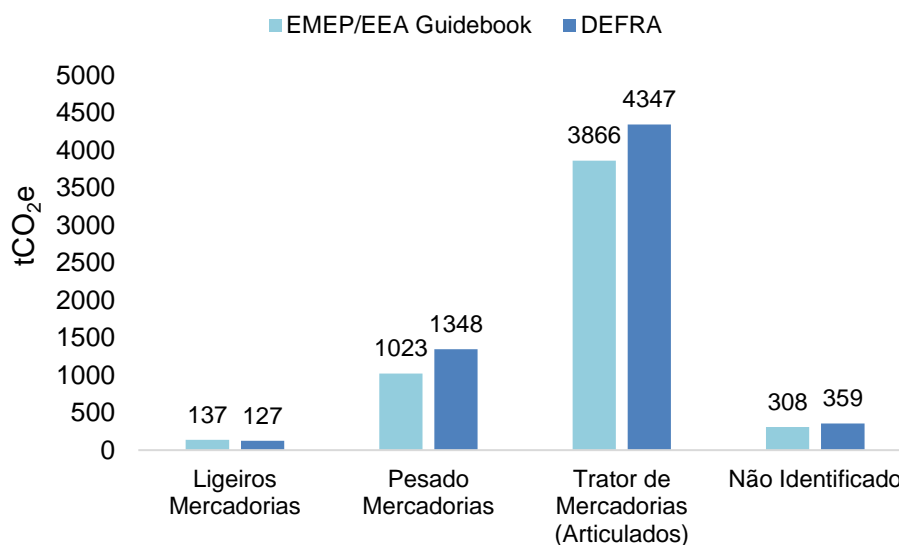


Figura 5.4 - Emissões de GEE por tipologia de veículo frota de distribuição obtidas através metodologia *EMEP/EEA Guidebook* e metodologia DEFRA

Analisando os resultados obtidos por tipologia de veículo no que respeita à distribuição de produtos é possível constatar que são os tratores de mercadorias os veículos mais utilizados e conseqüentemente os que geram mais emissões de GEE. Os veículos pesados de mercadorias e os veículos que não foram identificados também são responsáveis por uma parte significativa das emissões.

### 5.2.1 Frota Própria

Os resultados obtidos para os veículos utilizados na distribuição de produtos que são detidos pela SUMOL+COMPAL encontram-se na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Emissões de GEE frota de distribuição própria

Consumo gasóleo	Emissões GEE NIR APA (EMEP/EEA Guidebook Adaptado)	Emissões GEE DEFRA
232 982 L	473 tCO <sub>2</sub> e	490 tCO <sub>2</sub> e

Observando a Tabela 5.5 verifica-se uma diferença de apenas 17 tCO<sub>2</sub>e nas emissões, que corresponde a uma percentagem de 3,47 % entre os resultados obtidos, sendo que é também

utilizando a metodologia do DEFRA, que os resultados são superiores. Na Tabela 5.5 apresentam-se os resultados obtidos por tipo de poluente para a frota de distribuição própria.

As emissões de GEE para a distribuição foram agrupadas por categoria de veículo, de acordo com a categorização do NIR APA (metodologia adaptada *EMEP/EEA Guidebook*) à semelhança da frota de serviço (Figura 5.5)

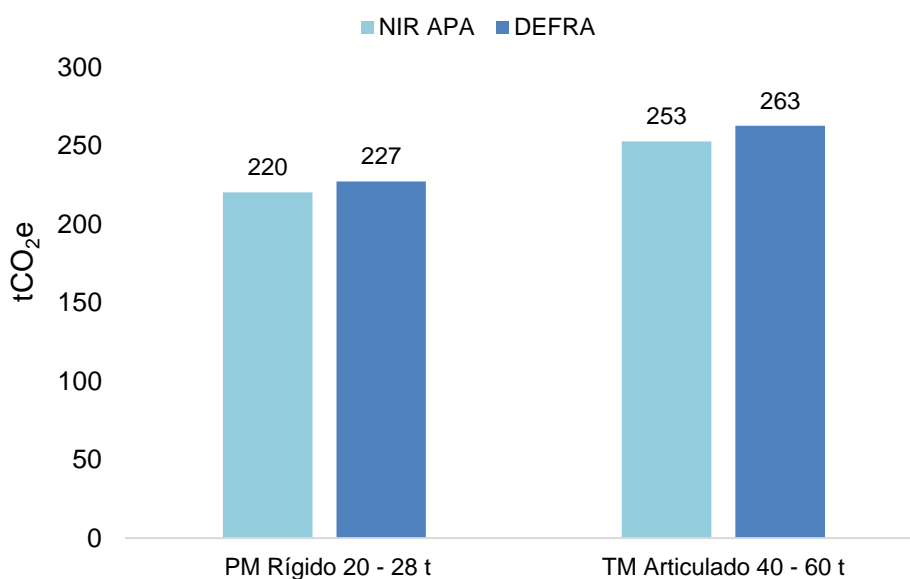


Figura 5.5 – Emissões de GEE frota distribuição própria obtidas através a metodologia NIR APA e DEFRA

Observando a Figura 5.5 constata-se que os resultados são similares, quer para os veículos Pesados de Mercadorias (PM) Rígidos de 20-28 toneladas de peso bruto, quer para os veículos Tratores de Mercadorias (TM) Articulados de 40-60 toneladas de peso bruto, sendo que se verifica que os resultados obtidos em ambas as categorias de veículos são superiores utilizando a metodologia do DEFRA. À semelhança da frota de serviço, as categorias de veículos estão de acordo com a categorização do NIR APA, pelo mesmo motivo referido anteriormente, ou seja, na metodologia do DEFRA, foram utilizados os litros de combustível diretamente, onde não existe diferenciação de categorias.

### 5.2.2 Frota Externa

Através da análise das rotas (amostragem) e seguindo os passos descritos no capítulo quatro foram produzidos os fatores de emissão, para os três canais logísticos considerados, os quais se apresentam nas Tabelas 5.6-5.13.

## Canal Horeca ou Pré-Venda

Tabela 5.6 - Fatores de emissão obtidos canal Horeca ou Pré-Venda metodologia EMEP/EEA Guidebook

CATEGORIA VEÍCULOS	EMEP/EEA Guidebook (km)			
	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
N1-III LM	0,288	0,288	0,000001	0,0004
Rígido <=7,5 t	0,348	0,346	0,000393	0,0016
Rígido 7,5 - 12 t	0,422	0,420	0,000765	0,0019
Rígido 14 - 20 t	0,508	0,504	0,002346	0,0012
Rígido 20 - 26 t	0,554	0,551	0,002099	0,0013
Articulado 40 - 50 t	0,589	0,573	0,000153	0,0151
Fator de emissão médio (geral s/categoria)	0,377	0,374	0,000619	0,0016

Tabela 5.7 - Fatores de emissão obtidos canal Horeca ou Pré-Venda metodologia DEFRA

CATEGORIA VEÍCULOS	DEFRA (km)			
	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
Classe III 1,74 - 3,5 t	0,267	0,265	0,00001	0,002
Rígido >3,5 - 7,5 t	0,497	0,490	0,00014	0,007
Rígido >7,5 - 17 t	0,585	0,577	0,00017	0,008
Rígido >17 t	0,816	0,802	0,00029	0,013
Articulado >33 t	0,707	0,694	0,00037	0,013
Fator de emissão médio (geral s/categoria)	0,489	0,483	0,00013	0,006

## Canal Longo Curso

Tabela 5.8 - Fatores de emissão obtidos canal Longo Curso metodologia EMEP/EEA Guidebook

CATEGORIA VEÍCULOS	EMEP/EEA Guidebook (km)			
	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
Rígido 14 - 20 t	0,562	0,559	0,0019	0,001
Rígido 20 - 26 t	0,639	0,636	0,0019	0,002
Articulado 40 - 50 t	0,891	0,881	0,0003	0,009
Fator de emissão médio (geral s/categoria)	0,872	0,863	0,0004	0,009

Tabela 5.9 - Fatores de emissão obtidos canal Longo Curso metodologia DEFRA

CATEGORIA VEÍCULOS	DEFRA (km)			
	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
Rígido >17 t	1,043	1,030	0,0003	0,013
Articulado >33 t	1,011	0,996	0,0014	0,013
Fator de emissão médio (geral s/categoria)	1,012	0,998	0,0001	0,013

Tabela 5.10 - Fatores de emissão utilizados no transporte refrigerado metodologia EMEP/EEA Guidebook

Fatores de Emissão para Transporte a Frio				
CATEGORIA VEÍCULOS	EMEP/EEA Guidebook (km)			
Categoria Veículo EMEP/ EEA Guidebook	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
Articulado 40 - 50 t	0,891	0,881	0,0003	0,009

Tabela 5.11 - Fatores de emissão utilizados no transporte refrigerado metodologia DEFRA

Fatores de Emissão para Transporte a Frio				
CATEGORIA VEÍCULOS	DEFRA (km)			
Categoria Veículo DEFRA	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
Articulado >33 t	1,094	1,081	0,0002	0,013

## Canal CNA

Tabela 5.12 - Fatores de emissão obtidos canal CNA metodologia EMEP/EEA Guidebook

CATEGORIA VEÍCULOS	EMEP/EEA Guidebook (km)			
Categoria Veículo EMEP/ EEA Guidebook	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
N1-III LM	0,285	0,285	0,000003	0,0001
Rígido <=7,5 t	0,346	0,346	0,000045	0,0004
Rígido 7,5 - 12 t	0,445	0,442	0,000862	0,0023
Rígido 14 - 20 t	0,477	0,470	0,000155	0,0068
Rígido 20 - 26 t	0,572	0,568	0,002138	0,0013
Articulado 40-50 t	0,589	0,573	0,000153	0,0151
Fator de emissão médio (geral s/categoria)	0,481	0,474	0,000671	0,0059

Tabela 5.13 - Fatores de emissão obtidos canal CNA metodologia DEFRA

CATEGORIA VEÍCULOS	DEFRA (km)			
Categoria Veículo DEFRA	Média para Rota GEE (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /km)	Média para Rota CH <sub>4</sub> (kgCO <sub>2</sub> e/km)	Média para Rota N <sub>2</sub> O (kgCO <sub>2</sub> e/km)
Classe III 1,74 to 3,5 t	0,355	0,353	0,00001	0,002
Rígido >3,5 - 7,5 t	0,481	0,474	0,00014	0,007
Rígido >7,5 t-17 t	0,597	0,579	0,00036	0,018
Rigid (>17 tonnes)	0,796	0,785	0,00023	0,011
Articulado >33 t	0,707	0,694	0,00013	0,013
Fator de emissão médio (geral s/categoria)	0,624	0,611	0,00022	0,013

Tendo em consideração os aspetos considerados e a metodologia descrita no capítulo anterior foram calculadas as emissões de GEE para a frota externa sendo o total das mesmas apresentado na Tabela 5.14.

Tabela 5.14 – Emissões de GEE totais frota de distribuição externa

Distância total percorrida	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i>	Emissões GEE DEFRA
6 783 446 km	4 861 tCO <sub>2</sub> e	5 691 tCO <sub>2</sub> e

Para ambas as metodologias e para todos os canais logísticos os resultados obtidos são relativamente similares. O total de emissões para a frota externa é inferior utilizando *EMEP/EEA Guidebook*, quando comparado com os resultados obtidos através metodologia do DEFRA existindo uma diferença 14,58 %, que corresponde a 830 tCO<sub>2</sub>e. Em cada canal logístico considerado foram calculadas as emissões resultantes, as quais se apresentam abaixo.

### Canal Horeca ou Pré-Venda.

Os resultados obtidos para o canal Horeca ou Pré-venda constam na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Emissões GEE canal Horeca ou Pré-Venda

Distância total percorrida	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i>	Emissões GEE DEFRA
2 207 286 km	848 tCO <sub>2</sub> e	1 100 tCO <sub>2</sub> e

O resultado obtido através da metodologia do DEFRA é superior quando comparado com o resultado obtido pelo *EMEP/EEA Guidebook*, em 22,91 % (252 tCO<sub>2</sub>e).

Abaixo apresentam-se as Figuras dos resultados obtidos pelas duas metodologias por categoria de veículo, de acordo com a categorização de ambas entidades, e por meses para o canal Horeca ou Pré-Venda (Figuras 5.6 e Figura 5.7)

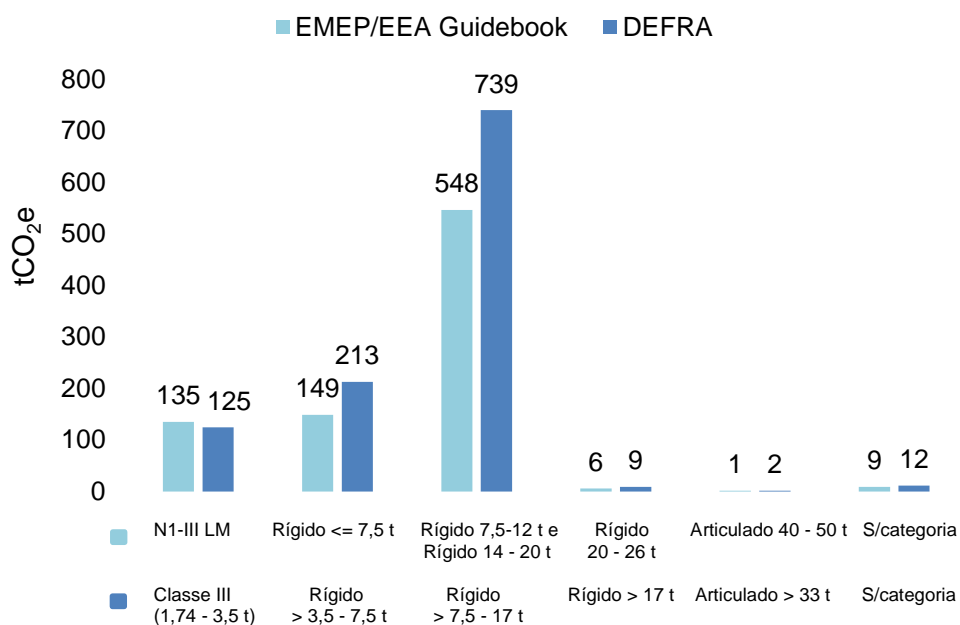


Figura 5.6 – Emissões GEE por categoria de veículo canal Horeca ou Pré-Venda metodologia *EMPE/EEA Guidebook* e DEFRA

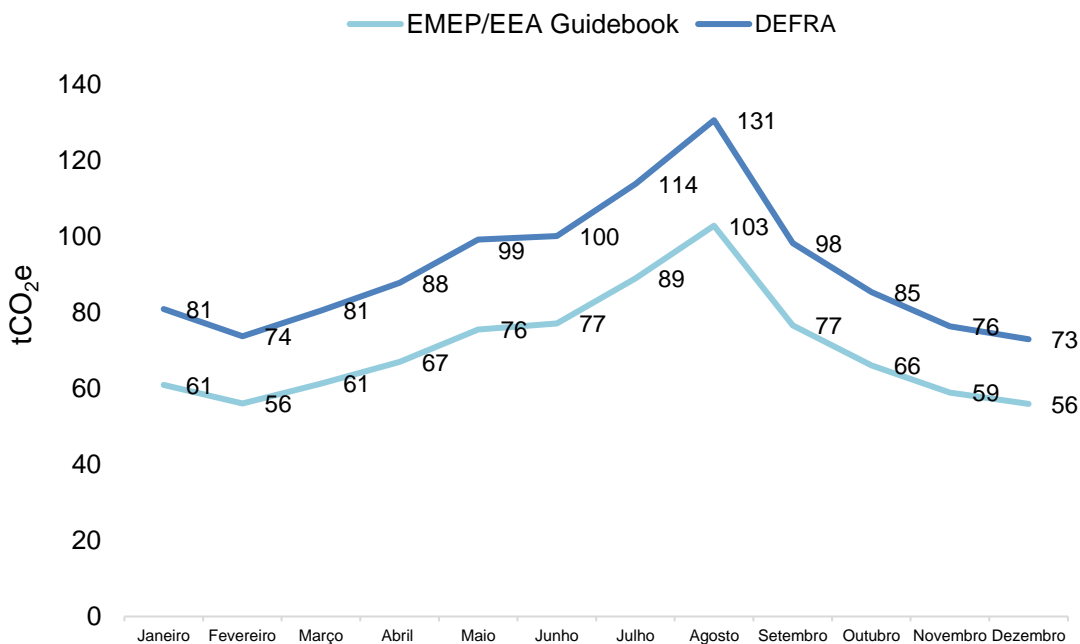


Figura 5.7 – Emissões GEE por meses do ano canal Horeca ou Pré-venda metodologia *EMEP/EEA Guidebook* e DEFRA

No canal Horeca ou Pré-Venda a categoria de veículos que origina mais emissões de GEE é a de pesados de mercadoria rígidos de mercadorias de 7,5 até 12 toneladas de peso bruto e de 14 até 20 toneladas de peso bruto utilizando a categorização ou diferenciação do *EMEP/EEA Guidebook*. Utilizando a diferenciação do DEFRA verifica-se que a categoria de veículos que

origina mais emissões é a de pesados de mercadorias rígidos de > 7,5 até 17 toneladas de peso bruto. Neste canal a tipologia de veículos que é mais utilizada no transporte de produtos é a de pesados de mercadorias compreendida nos intervalos de peso mencionados. Ainda assim existem outras tipologias de veículos utilizadas como os ligeiros de mercadorias ou mesmos tratores de mercadorias. De registar que existem emissões alocadas a veículos “sem categoria” uma vez que não foi possível serem identificados.

Se forem analisadas as emissões de GEE durante o ano constata-se valores mais elevados nos meses mais quentes, de maio até setembro. De facto, neste período de verão o consumo de produto aumenta e as reposições são mais frequentes o que origina mais transportes e consequentemente mais emissões de GEE.

## Canal Longo Curso

Os resultados obtidos para o canal Longo Curso apresentam-se na Tabela 5.16.

Tabela 5.16 – Emissões GEE canal Longo Curso

Distância total percorrida	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i>	Emissões GEE DEFRA
4 478 047 km	3 964 tCO <sub>2</sub> e	4 525 tCO <sub>2</sub> e

No canal de Longo Curso, à semelhança do canal Horeca ou Pré-Venda o resultado obtido utilizando a metodologia do DEFRA é superior ao obtido através do *EMEP/EEA Guidebook*, existindo uma diferença de 12,40 %, cerca de 561 tCO<sub>2</sub>e. Os resultados por tipo de poluente apresentam-se na Tabela 5.19.

Abaixo apresentam-se as Figuras dos resultados obtidos pelas duas metodologias por categoria de veículo, de acordo com a categorização de ambas entidades, e por meses para o canal de Longo Curso (Figura 5.8 e Figura 5.9).

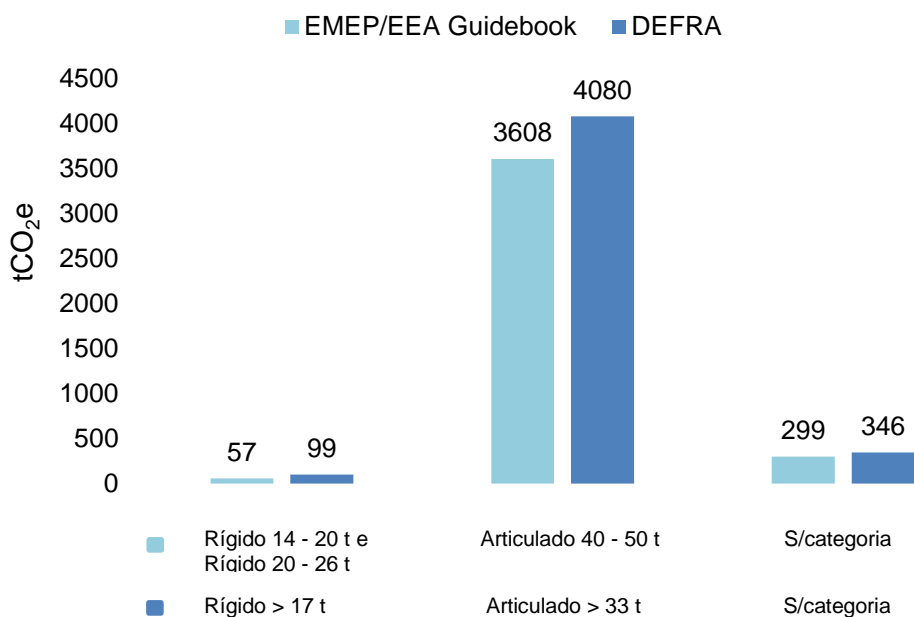


Figura 5.9 – Emissões GEE por categoria de veículo canal Longo Curso metodologia *EMPE/EEA Guidebook* e DEFRA

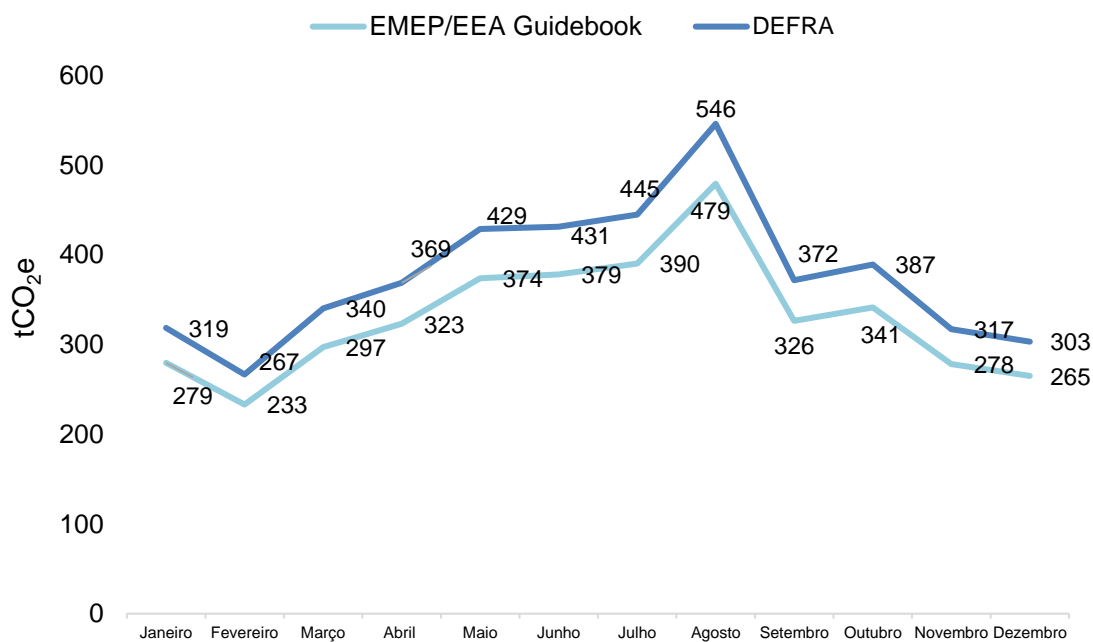


Figura 5.8 – Emissões GEE por meses do ano canal Longo Curso metodologia *EMEP/EEA Guidebook* e DEFRA

Neste canal de distribuição de produtos verifica-se que a categoria de veículo que mais contribui para as emissões de GEE é a de Articulado de 40 até 50 toneladas de peso bruto para a

metodologia *EMEP/EEA Guidebook* e Articulado > 33 toneladas de peso bruto utilizando a categorização do DEFRA. Sendo este canal caracterizado por servir clientes com maior dimensão e também clientes internacionais, a utilização destes veículos de maiores dimensões com maior frequência justifica os valores obtidos. De referir que as restantes categorias de veículos contribuem pouco para as emissões de GEE. Os veículos que não foram possíveis de agrupar em categorias de acordo com ambas as metodologias contribuem ainda significativamente para as emissões de GEE.

Durante o ano, as emissões de GEE são maiores nos meses quentes devido à sazonalidade no consumo de produtos já mencionada.

## Canal CNA

Os resultados obtidos para o canal CNA apresentam-se na Tabela 5.17.

Tabela 5.17 – Emissões de GEE canal CNA

Distância total percorrida	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i>	Emissões GEE DEFRA
98 113 km	49 tCO <sub>2</sub> e	66 tCO <sub>2</sub> e

Novamente, à semelhança dos outros dois canais, o resultado obtido através da utilização da metodologia do DEFRA é superior ao resultado obtido através do *EMEP/EEA Guidebook*. A diferença entre ambos para o canal CNA é de 17 tCO<sub>2</sub>e, que corresponde a uma percentagem de 25,76 %.

Abaixo apresentam-se as Figuras dos resultados obtidos pelas duas metodologias por categoria de veículo, de acordo com a categorização de ambas entidades, e por meses para o canal CNA (Figura 5.10 e Figura 5.11).

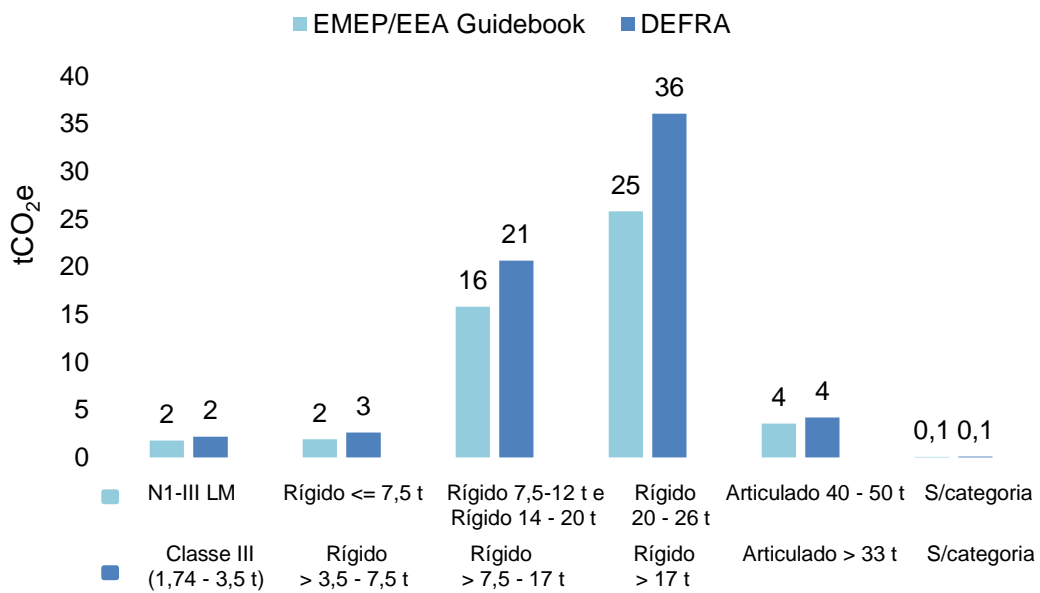


Figura 5.10 – Emissões GEE por categoria de veículo canal CNA metodologia EMEP/EEA Guidebook e DEFRA

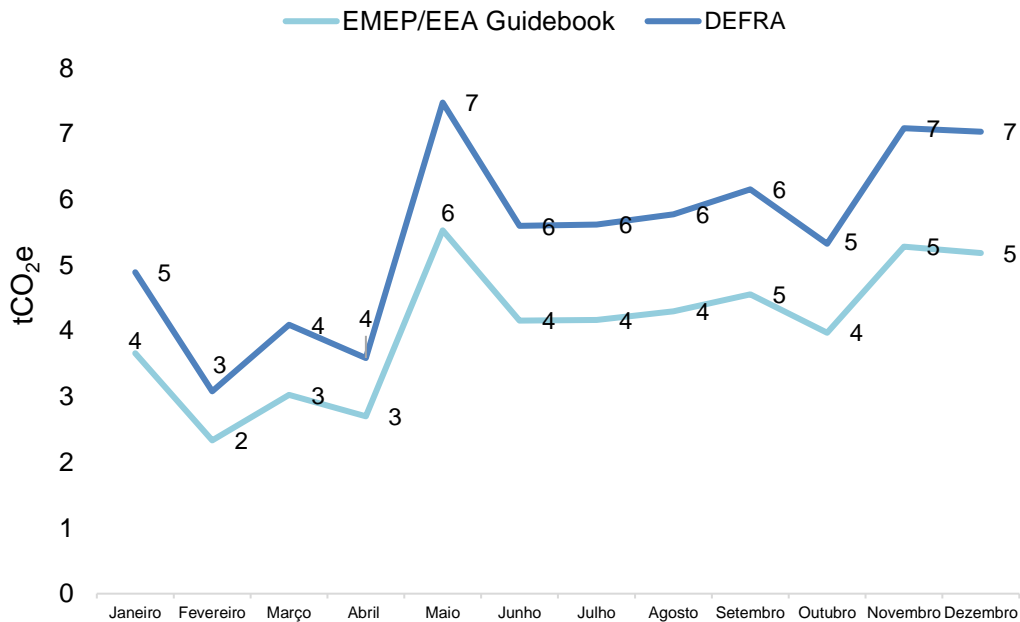


Figura 5.11 – Emissões GEE por meses do ano canal CNA metodologia EMEP/EEA Guidebook e DEFRA

Neste canal logístico verifica-se que os resultados são bastante inferiores quando comparados com o canal Horeca ou Pré-Venda e canal de Longo Curso, uma vez que serve clientes

alimentares em situações específicas. A categoria de veículo que contribui mais para as emissões de GEE é o Rígido 20 até 26 toneladas de peso bruto utilizando a categorização do *EMEP/EEA Guidebook* e o Rígido > 17 toneladas de peso bruto, utilizando a diferenciação do DEFRA, seguida da categoria de veículos de 7,5 até 12 toneladas de peso bruto e 7,5 até 17 toneladas de peso bruto utilizando a diferenciação do DEFRA. Como mencionado no capítulo três, este canal é caracterizado por servir clientes de grandes dimensões, mas em situações que o peso a transporte é inferior a situações normais. Uma vez que os veículos utilizados não necessitam de ser de dimensões tão elevadas como no canal de longo curso é normal serem obtidos estes resultados. Para as restantes categorias os valores de emissões de GEE são pouco significativos.

Durante o ano as emissões de GEE deste canal não seguiram a tendência dos outros canais. Como este canal serve clientes alimentares, estes transportes repõem os *stocks* de produtos antes de existirem os meses de maior consumo (verão e período natalício), sendo deste modo expectável que não siga a tendência do canal Horeca ou Pré-Venda e Longo Curso. Assim os valores mais elevados nas emissões de GEE foram registados nos meses de maio, novembro e dezembro.

Analisando os fatores de emissão produzidos pela amostragem realizada e referida no capítulo anterior, consta-se que, a generalidade dos fatores de emissão, aumentam quanto maior for o peso bruto (categoria) dos veículos em ambas as metodologias consideradas, estando de acordo com o expectado (Tabelas 5.6-5.13).

### 5.2.3 Cálculo Pormenorizado versus Cálculo Simplificado

Os resultados obtidos através da metodologia *EMEP/EEA Guidebook* deverão ser os mais corretos uma vez que estes consideram mais variáveis na emissão de poluentes por parte dos veículos, ponderando as tecnologias associadas às diferentes normas EURO, a incorporação de biocombustíveis de acordo com a realidade portuguesa ou a consideração da incorporação do aditivo *Adblue* em veículos mais recentes.

O procedimento necessário para obter as emissões totais para cada rota de entrega é extremamente consumidor e tempo, dada a elevada informação requerida, incorporando nomeadamente a variação de carga ao longo de cada percurso de distribuição, entre outras variáveis de entrada. De modo a simplificar este cálculo, testou-se uma outra análise mais simples, onde por exemplo, em vez de se considerar uma variação da carga ao longo do trajeto, se admitiu um valor médio anual do fator de carga a ser transportada para cada uma das categorias de veículo, quer em termos de peso bruto, quer de normas EURO. Ou seja, não se recorreu à utilização dos fatores de emissão aquando do cálculo de emissões de cada uma das trinta rotas que fizeram parte da amostra selecionada em cada canal logístico (Horeca ou Pré-Venda, Longo Curso e CNA) conforme o procedimento descrito no capítulo quatro.

Foram assim efetuados cálculos das emissões para os três canais nesta formulação simplificada utilizando a metodologia *EMEP/EEA Guidebook*, cujos resultados, tal como referido, deverão ser os mais precisos.

De modo a ser possível a comparação, o cálculo foi realizado com base nos seguintes pressupostos:

- Os dados de atividade foram os mesmos. O número de quilómetros percorridos nos três canais logísticos é igual em ambos os casos;
- O fator de carga utilizado corresponde à média anual para cada categoria de veículos;
- Foi considerada a mesma repartição por classes *Euro Standard* que na amostragem de trinta rotas, em cada canal logístico;
- Para cada norma EURO em cada categoria de veículo foi realizada uma interpolação com o valor correspondente à média anual do fator de carga para essa mesma categoria, obtendo-se assim o fator de emissão para a respetiva classe *Euro Standard* e categoria de veículo;
- Para os veículos em que não foi possível alocá-los a uma categoria concreta foi utilizada a média dos fatores de emissão obtidos em cada classe *Euro Standard* e categoria de veículos, para todos os poluentes;
- Para o cálculo dos poluentes CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foram arbitrados diferentes modos de condução, de acordo com a realidade de cada canal logístico;
- Todos os pressupostos considerados na amostragem (análise das rotas) realizada foram mantidos. Foi considerado também o gasóleo rodoviário B7, que todos os veículos (conforme a sua norma EURO) possuíssem a tecnologia SCR e também foram escolhidos os fatores de emissão correspondentes a uma inclinação da via rodoviária de 0 %.

## **Resultados totais**

Após realização dos cálculos utilizando os fatores de emissão produzidos aquando das trinta rotas de destino amostradas em cada canal logístico e pelo cálculo mais simples, foram comparados os resultados. Na Tabela 5.18 apresentam-se os resultados totais obtidos em ambos os casos, para a frota externa (três canais logísticos), em dióxido de carbono equivalente.

Tabela 5.18 – Emissões totais GEE através de cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado

Total km Percorridos	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Pormenorizado	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Simplificado
6 783 446	4 861 tCO <sub>2e</sub>	4 954 tCO <sub>2e</sub>

Observando a Tabela acima é possível verificar que os valores obtidos utilizando o cálculo simplificado são superiores. Existe uma diferença de 1,88 % (93 tCO<sub>2e</sub>) quando se comparam as emissões totais dos três canais obtidas pelas duas abordagens de cálculo.

### Canal Horeca ou Pré-Venda

Os resultados das emissões de GEE totais obtidas através do cálculo pormenorizado e pelo cálculo simplificado, para o canal Horeca ou Pré-Venda apresentam-se na Tabela 5.19

Tabela 5.19 – Emissões GEE canal Horeca ou Pré-Venda através cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado

Total km Percorridos	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Pormenorizado	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Simplificado
2 207 286	848 tCO <sub>2e</sub>	899 tCO <sub>2e</sub>

Os resultados demonstram que o cálculo simplificado apresenta valores mais elevados comparado com o obtido através do cálculo recorrendo à utilização dos fatores de emissão produzidos pelas rotas amostradas. Existe para este canal uma diferença de 5,67 % (51 tCO<sub>2e</sub>) entre os dois modos de cálculo, sendo os resultados obtidos através do cálculo simplificado superiores.

## Canal Longo Curso

Os resultados obtidos através do cálculo pormenorizado e do cálculo simplificado para o canal de Longo Curso apresentam-se na Tabela 5.20.

Tabela 5.20 - Emissões GEE canal Longo Curso através do cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado

Total km Percorridos	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Pormenorizado	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Simplificado
4 478 047	3 964 tCO <sub>2</sub> e	4 004 tCO <sub>2</sub> e

Observando a Tabela 5.20 é possível constatar que existe uma diferença de somente 40 toneladas de dióxido de carbono equivalente entre os dois modos de cálculo, o que corresponde a uma diferença em termos percentuais de 1,00 % apenas. Os resultados obtidos utilizando o cálculo simplificado são superiores, sendo, no entanto, a diferença, pouco significativa.

## Canal CNA

Os resultados obtidos através do cálculo pormenorizado e do cálculo simplificado para o canal CNA apresentam-se na Tabela 5.21.

Tabela 5.21 - Emissões GEE canal CNA através do cálculo pormenorizado versus cálculo simplificado

Total km Percorridos	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Pormenorizado	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> Simplificado
98 113	49 tCO <sub>2</sub> e	51 tCO <sub>2</sub> e

Do mesmo modo que para o canal de Longo Curso, através da Tabela 5.21 é possível observar a ligeira diferença entre os valores obtidos através do cálculo pormenorizado e através do cálculo simplificado. Existe uma diferença de duas toneladas de dióxido de carbono equivalente, o que corresponde a uma diferença de 3,92 %. À semelhança dos outros canais, também o resultado obtido através do cálculo simplificado é superior.

Observando os resultados totais e os resultados obtidos para cada um dos três canais logísticos considerados é possível concluir que a diferença no cálculo das emissões de GEE analisando as rotas, é pouco significativa, quando comparada com o cálculo efetuado de um modo mais simplificado e célere. Face às diferenças encontradas conclui-se que, embora os resultados obtidos utilizando os fatores de emissão produzidos através da amostragem realizada se considerem mais próximos da realidade, não é compensatório para as empresas realizarem uma análise das rotas de entrega para estimarem as suas emissões de GEE da distribuição rodoviária dos seus produtos. O facto de a análise das rotas requerer bastante tempo revela-se o principal motivo para optar pelo cálculo simplificado em detrimento do cálculo dos poluentes recorrendo à análise de rotas de entrega.

### 5.3 Validação de Resultados, Emissões por Âmbito e Indicadores

No que respeita à validação dos resultados obtidos, foram efetuadas algumas comparações utilizando consumos de combustível de veículos (L/100km), que resultaram em valores da mesma ordem de grandeza dos obtidos, quer para a frota de serviço, quer para a frota de distribuição.

Para a frota de distribuição externa o resultado global unitário é da mesma ordem de grandeza do obtido num estudo sobre a pegada carbónica de uma empresa de distribuição, com uma frota de veículos similar (Teixeira, 2011). O valor de pegada de carbono por quilómetro percorrido para o grupo TRACAR foi de 882 gCO<sub>2</sub>e/km enquanto o obtido no presente estudo foi de 717 gCO<sub>2</sub>e/km (rácio calculado utilizando os resultados obtidos através da metodologia *EMEP/EEA Guidebook* recorrendo aos fatores de emissão produzidos pela amostragem realizada). A diferença nos valores unitários deve-se à existência em maior número de veículos de menores dimensões na frota externa de distribuição da SUMOL+COMPAL e também pelo ano em que estudo foi realizado. Em 2011, ano da realização do estudo da pegada de carbono do grupo TRACAR, a frota de veículos da generalidade das empresas era mais poluente devido à existência de motorizações menos eficientes. Ainda assim são valores relativamente próximos, o que parece comprovar os resultados obtidos.

Por forma a facilitar a compreensão dos resultados obtidos foram agrupadas as emissões de GEE (emissões calculadas através da metodologia *EMEP/EEA Guidebook* recorrendo aos fatores de emissão produzidos pela amostragem realizada) por âmbito e foram também produzidos indicadores com os resultados obtidos, os quais se apresentam de seguida.

#### 5.3.1 Emissões por Âmbito

As emissões por âmbito conforme referido anteriormente têm em consideração se estas são de responsabilidade direta da organização ou indireta. Para esta alocação as emissões emitidas por todos os veículos que a empresa controla diretamente foram alocados às emissões de âmbito

um, enquanto todos os outros, onde a SUMOL+COMPAL não possui um controle direto sobre eles foram alocados às emissões de âmbito três. Esta alocação apresenta-se na Figura 5.12.

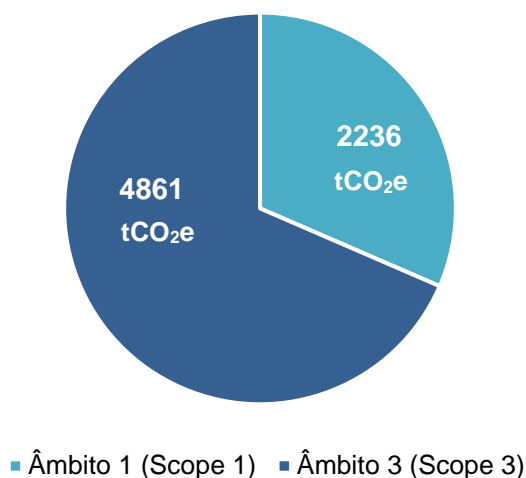


Figura 5.12 – Emissões de GEE frota de serviço e distribuição por âmbito

### 5.3.2 Indicadores

Para dar a conhecer as emissões de poluentes de uma forma mais adequada à realidade da empresa foram calculados vários indicadores. As emissões de GEE utilizadas para o cálculo dos indicadores correspondem ao somatório das emissões obtidas para os três canais logísticos, o canal Pré-Venda ou Horeca, o canal de Longo Curso e canal CNA, utilizando a metodologia *EMEP/EEA Guidebook*, sendo que os fatores de emissão utilizados para o cálculo das emissões, foram os produzidos pela amostragem realizada. Na Tabela 5.22 encontram-se os indicadores calculados.

Tabela 5.22 – Indicadores Calculados

Indicador	Valor	Unidade
Emissões GEE por litro produzido (frota de serviço e distribuição)	2,06	kgCO <sub>2</sub> e/L
Emissões GEE por quilómetro percorrido (frota distribuição externa)	717	gCO <sub>2</sub> e/km
Emissões GEE por peso transportado (frota distribuição externa)	7,14	gCO <sub>2</sub> e/kg

A elaboração destes indicadores teve por base dados dos litros totais produzidos em território nacional, quilómetros percorridos e peso de mercadoria transportada, referentes ao ano de 2018. Estes indicadores servem para a empresa futuramente avaliar eventuais medidas que melhorem o desempenho ambiental, uma vez que existe um ponto de partida conhecido (*baseline*).

No que respeita ao indicador Emissões de GEE por litro produzido foram utilizadas as emissões totais de GEE calculadas. Para os restantes indicadores, apenas foi tida em consideração a frota de distribuição externa uma vez que as emissões de GEE associadas à frota própria de distribuição foram estimadas através dos litros de combustível.

## 6. Limitações do Estudo, Propostas de Melhoria e Caminhos Futuros

### 6.1 Limitações do Estudo

Uma das componentes mais importantes da realização de qualquer estudo é a identificação das suas limitações. O presente trabalho apresenta alguns pontos importantes que merecem serem assinalados.

Em primeiro lugar, há uma incerteza relativa aos próprios resultados obtidos, uma vez que as emissões de GEE por parte dos veículos têm associadas múltiplas variáveis que influenciam os resultados, existindo assim uma potencial propagação do erro dos dados de entrada até ao resultado final. Os fatores de emissão desempenham um papel crucial na realização dos cálculos, sendo que devem ser procurados os que melhor representem a realidade.

A segunda limitação foi não terem sido incluídas no inventário as emissões de GEE emitidas nos transportes rodoviários existentes nas Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores e também nos transportes internacionais, quer em Angola e Moçambique, quer para outros mercados internacionais, sendo que o inventário de emissões ficaria mais completo com a inclusão destes.

A terceira limitação foi não se terem identificado todos os veículos utilizados na distribuição por erros nos dados. Apesar destes constituírem apenas uma pequena parte da percentagem total de veículos, o inventário de emissões estaria mais correto se estes fossem identificados. Não obstante, na realização do inventário de emissões, com a informação que se dispunha, foi sempre privilegiado o cálculo das emissões de GEE de um modo o mais fidedigno possível.

### 6.2 Propostas de melhorias

#### 6.2.1 Melhorias para Futuros Inventários de Emissões

Uma das maiores dificuldades na realização deste trabalho foi a falta de padronização dos dados existentes. Sugere-se, portanto, que exista uma maior sensibilidade por parte das empresas para o registo correto dos dados de atividade para que a realização do inventário de emissões seja uma tarefa menos morosa e mais fiável. Também se sugere que seja explicado às entidades a importância do cálculo da pegada carbónica, com vista, a uma maior fiabilidade dos resultados. Se as empresas estiverem sensibilizadas para a realização deste tipo de estudos, os dados e predisposição para a realização dos cálculos, será maior, e assim existirão inventários de emissões mais fidedignos e mais céleres.

Propõe-se também a criação de um documento orientador para a realização do inventário de emissões (que inclui as atividades de transporte) para as empresas nacionais. Constatou-se a existência de vários documentos orientadores para os cálculos, mas todos internacionais. Com a existência de várias metodologias ou guias torna-se muitas vezes difícil para as empresas saber quais os elementos que devem considerar como seja a seleção dos fatores de emissão. Deste modo deverá existir um guia explicativo em português para auxiliar as empresas a efetuar o seu inventário de emissões. A APA como entidade responsável pela elaboração do inventário nacional de emissões de gases com efeito de estufa e comunicação das emissões portuguesas à CQNUAC é a entidade mais competente para criar ou coordenar a elaboração de um documento orientador para auxiliar as organizações. Propõe-se, à semelhança do DEFRA, que apresente uma folha de cálculo com fatores de emissão e um documento explicativo da sua origem e considerações tidas.

Os registos dos quilómetros dos veículos detidos ou alugados pelas empresas terão de ser registados de uma maneira mais correta. Verifica-se em grande parte dos casos a existência de erros nos quilómetros percorridos pelos veículos que são identificados facilmente. O registo é efetuado pelo operador nos postos de combustível, mediante comunicação do condutor, que em grande parte dos casos o faz erradamente. Também por vezes existem erros de digitação dos dados. Terá de ser equacionada outra forma de contabilização, como por exemplo a instalação de sistemas de gestão de frota nos veículos, recorrendo ao Sistema de Posição Global (GPS). Para além do conhecimento da posição real do veículo em determinado instante, estes equipamentos também registam o consumo de combustível, velocidade ou naturalmente os quilómetros percorridos. Reconhece-se, no entanto, que poderá eventualmente existir algum desconforto por parte dos colaboradores das empresas que possuam veículo, pois as organizações têm acesso em tempo real aos movimentos que estes efetuam. Ainda assim considera-se que é algo que deveria ser generalizadamente utilizado.

Deverá também ser explicado com mais detalhe e esclarecimento o problema da dupla contagem de emissões. Existem ainda alguma confusão sobre se o cálculo das emissões de âmbito três de uma organização já foi efetuado por outra organização (âmbito um na última).

Relativamente a melhorias a efetuar na SUMOL+COMPAL para a realização de inventários de emissões de GEE futuros, a empresa deverá, para a frota de serviço e frota de distribuição própria, continuar a efetuar um registo correto dos litros de combustível consumidos pelos veículos, para serem estimadas as emissões. Apesar do cálculo das emissões de GEE ser mais preciso utilizando os litros de combustível consumidos, aconselha-se que exista um registo correto dos quilómetros percorridos de modo a que seja possível também para a frota de serviço e frota de distribuição própria o cálculo e produção de um indicador de emissões de GEE por quilómetro percorrido, à semelhança do calculado para a frota de distribuição externa. No que respeita à frota de distribuição própria, constatou-se que o consumo de combustível por veículo por cada cem quilómetros percorridos (L/100km), à semelhança da frota de serviço, também não

correspondia de um modo razoável ao consumo médio apresentado nas fichas técnicas dos veículos, quer nos dados disponibilizados pela gestão de frota, quer nos dados disponibilizados pela área da logística. Este indicador servirá para existir uma uniformização interna, permitindo assim avaliar as emissões unitárias para o conjunto total da frota de distribuição (própria + externa) e também para a frota de serviço. Para além da uniformização, a produção deste indicador para veículos alugados e detidos pela empresa serviria também para efeitos de *benchmark*, uma vez que quer outras empresas quer os fabricantes de automóveis apresentam para o transporte rodoviário as emissões por quilómetro percorrido. De modo a existir um correto registo dos quilómetros percorridos sugere-se a implementação de um sistema de gestão de frota, com a instalação de um equipamento em cada veículo que seja detido ou alugado pela empresa, de acordo com o referido anteriormente.

No que respeita ao cálculo das emissões de GEE associado à frota de distribuição externa a empresa deverá ter a preocupação em registar os quilómetros percorridos e as informações dos veículos que realizam transportes (matrículas) da maneira mais correta possível. Conforme referido no capítulo quatro foi necessária a correção de vários dados, para ser possível o cálculo das emissões. Quanto mais padronizados e corretos estiverem os dados de atividade, com maior rapidez e eficácia é realizado o inventário de emissões.

Aconselha-se também a utilização de um programa informático como o *Routyn*, para todos os transportes realizados em território nacional e porventura em transportes rodoviários internacionais, se possível. Ao fazê-lo, excluindo eventuais custos inerentes à utilização do programa informático, para além da existência correta dos quilómetros percorridos em cada transporte, as rotas de transporte serão otimizadas, o que trará benefícios ambientais e económicos, uma vez que serão percorridos menos quilómetros e irá existir uma melhor gestão das janelas horárias de entrega. Sempre que os quilómetros percorridos não estejam disponíveis no sistema devem ser atualizados manualmente recorrendo ao *Google Maps* ou a outra ferramenta semelhante. Esta solução deve apenas ser utilizada como último recurso.

Mais ainda, deverão ser reunidas informações sobre os veículos que efetuam transportes para a SUMOL+COMPAL. Para cada matrícula que consta no sistema terá de constar em base de dados a informação sobre o peso bruto total de cada veículo (veículo + carga máxima que pode transportar); o ano do veículo e o combustível que utiliza. Em colaboração com as transportadoras e outros prestadores de serviços terá de ser feito um esforço para serem obtidas estas informações, à medida que as frotas vão sendo atualizadas.

Relativamente ao programa informático SAP aconselha-se a sua parametrização com vista a um cálculo das emissões de uma maneira automática. Para tal propõe-se que seja adicionado ao SAP as informações dos quilómetros percorridos, da categoria de veículo, e correspondente fator de emissão (kgCO<sub>2</sub>e/km) obtido pela amostragem realizada (análise das emissões de GEE por rota de transporte). Ao existir a parametrização destes dados no SAP as emissões são

calculadas automaticamente em cada transporte, sendo que depois é apenas necessário extrair a informação do programa informático. Deixa de haver assim a necessidade de qualquer tipo de cálculo manual, evitando que seja um profissional a desempenhar esta tarefa. No entanto, é necessário referir que os fatores de emissão produzidos neste estudo dizem respeito ao universo de veículos que realizaram transportes em 2018. Embora os veículos pesados possuam uma vida útil elevada, com o decorrer do tempo, as frotas vão sendo atualizadas, sendo que será necessário no futuro realizar uma outra amostragem, se a empresa optar pelo cálculo das emissões por esta via.

### 6.2.2 Outras Melhorias

Na presente década deverá ser mantido e verificado o crescimento da utilização de veículos com fontes de energia alternativas ao gasóleo e gasolina. No entanto, as previsões apontam para que ainda se verifique a circulação de veículos ICE (gasóleo e gasolina) até 2045 sensivelmente. Em linha com o descrito sugere-se aos fabricantes de automóveis que incorporem um contador das emissões de GEE em tempo real no computador de bordo dos veículos. No entanto ter-se-ia de estabelecer a ponte entre o veículo e o registo atualizado numa base de dados para posteriormente estes serem utilizados. Embora eventualmente seja de difícil implementação devido a possíveis custos e questões tecnológicas, ao fazê-lo ter-se-ia informação fidedigna e real sobre as emissões geradas pelos veículos. Variáveis como o tipo de condução, estado do veículo, ou condução em estradas com declive acentuado deixariam de dificultar os cálculos. Uma alternativa seria registar o consumo de combustível dos veículos apresentado no computador de bordo dos veículos numa base de dados para posteriormente ser utilizado para o cálculo das emissões, já que sabendo o consumo de combustível é possível estimar as emissões de uma maneira precisa.

No que respeita ao transporte rodoviário de mercadorias, sugere-se a incorporação nas guias de transporte ou faturas do serviço de transporte as emissões de GEE médias geradas. Seria uma estimativa no caso das guias de transporte, anteriores ao transporte, ou um cálculo mais preciso se estivesse presente na fatura. Logicamente que teria de existir uma utilização geral de programas informáticos de otimização de rotas para conhecimento dos quilómetros a percorrer e percorridos. Esta medida serviria, por um lado para também sensibilizar e consciencializar as partes interessadas sobre o problema das alterações climáticas e também para existir uma maior transparência entre as organizações, potenciando assim a mitigação das emissões poluentes e a descarbonização do setor dos transportes rodoviários de mercadorias.

Sugere-se também que existam incentivos fiscais à aquisição de veículos pesados de mercadorias de maneira a que as empresas possam optar por veículos movidos a fontes de energia alternativas (elétricos, hidrogénio, entre outros) assim que estes estejam disponíveis e mais disseminados no mercado.

Relativamente à energia elétrica, mais concretamente os fornecedores de energia, sugere-se uma atualização mais célere dos fatores de emissão das emissões indiretas de GEE geradas na produção da eletricidade ou a presença nas faturas do *mix* energético conforme já consta, mas sendo atualizado com mais regularidade. Constata-se que estas informações estão presentes, mas são, na grande maioria dos casos, desatualizadas, uma vez que dizem respeito ao trimestre anterior ou mesmo ao ano transato. Esta medida permitiria às organizações estimarem as emissões indiretas de GEE de uma maneira mais precisa e atualizada.

Nas Tabelas abaixo apresenta-se um resumo das melhorias propostas num âmbito mais abrangente (Tabela 6.1) e também melhorias propostas direcionadas especificamente à SUMOL+COMPAL (Tabela 6.2).

Tabela 6.1 – Quadro resumo das melhorias gerais propostas para cálculo das emissões de GEE do transporte rodoviário

Melhorias	Descrição
Inventários de Emissões	Existência de maior sensibilização nas empresas no registo dos dados a utilizar e consciencialização dos seus colaboradores para o cálculo da pegada de carbono
	Criação de um documento orientador para o cálculo da pegada carbónica para as organizações de âmbito nacional
	Sistemas de Gestão de Frota nas empresas, com a introdução de equipamentos nos veículos
	Explicação com mais detalhe a problemática da dupla contagem de emissões
Outras Melhorias	Registo das emissões de GEE no computador de bordo dos veículos ou registo do consumo de combustível numa base de dados
	Incorporação nas guias de transportes ou faturas das emissões médias de GEE emitidas
	Incentivos fiscais aos veículos pesados de mercadorias que utilizem fontes de energia alternativas ao gasóleo
	Atualização mais célere por parte das empresas fornecedoras de energia do <i>mix</i> energético e das emissões de GEE geradas pela produção de energia elétrica

Tabela 6.2 – Quadro resumo das melhorias propostas para futuros inventários de emissões do transporte rodoviário da SUMOL+COMPAL

Melhorias	Descrição
Inventários de emissões	Registo correto dos quilómetros percorridos dos veículos próprios e alugados pela empresa com vista ao cálculo uniforme do rácio das emissões por quilómetro percorrido
	Preocupação em registar os quilómetros percorridos e matrículas dos veículos corretamente de modo a facilitar o cálculo das emissões associadas à frota externa
	Consciencialização dos colaboradores sobre o cálculo da pegada de carbono
	Consciencialização dos colaboradores das necessidades de introduzir os dados no SAP sem erros
	Atualização e parametrização de novos Campos no SAP como vista ao cálculo automático
	Sensibilizar as empresas para a recolha e disponibilização de dados sobre os veículos utilizados

### 6.2.3 Propostas para Diminuição da Pegada Carbónica do transporte rodoviário da SUMOL+COMPAL

Para redução da pegada carbónica da frota de serviço da SUMOL+COMPAL deverão ser pensadas alternativas à utilização de veículos de combustão interna (ICE) uma vez que estes constituem fontes emissões diretas de GEE. Deverá ser concluído o estudo para obtenção ou aluguer de veículos elétricos assim como a avaliação se os mesmos garantem as necessidades da empresa. Sempre que o veículo elétrico não assegure as necessidades para o fim que é pretendido a escolha de novos veículos deve recair em veículos híbridos (PHEV), hidrogénio ou em veículos ICE com a norma EURO mais atual. Também deverá ser realizado um estudo para avaliar a viabilidade da instalação de postos de carregamento rápido para os veículos elétricos em algumas instalações da empresa, estando presente a escolha de um fornecedor de energia elétrica que garante uma origem renovável da mesma. Devem também ser estendidos a todos os colaboradores que utilizam os veículos os programas de eco condução e promover a partilha de veículos (*Carsharing*) nas deslocações. Deverão ainda ser alertados os prestadores de serviços de aluguer de veículos para a necessidade de investirem e criarem parcerias com as marcas para garantirem uma oferta de frota menos poluente. No que respeita à frota de distribuição própria deverá ser equacionada a compra de veículos ICE mais recentes, que possuam motorizações menos poluentes, ou mesmo a aquisição de veículos pesados de mercadorias elétricos ou a hidrogénio, sendo que também será necessária uma análise para garantir a sua viabilidade e satisfação das necessidades existentes.

A redução da pegada carbónica na distribuição de produtos da SUMOL+COMPAL associada à frota externa passa pela avaliação e posterior escolha de prestadores de serviços de transporte que possuam uma frota de veículos o mais atualizada possível, ou seja, que possuam veículos com normas EURO mais recentes e também com demonstração de certificações energéticas das suas frotas. Também deverá ser encorajada aos prestadores de serviços a aquisição de veículos com tecnologias menos poluentes como é o caso preferencial de veículos elétricos ou hidrogénio e eventualmente de veículos movidos a GNL, embora existam estudos que demonstram que estes emitam mais poluentes não contribuidores para o aumento do efeito de estufa do que os veículos movidos a gasóleo, como é o caso dos NO<sub>x</sub>.

Terá também de existir um maior diálogo entre todas as partes interessadas para conjuntamente melhorar o desempenho ambiental. Na Tabela 6.3 é apresentado um resumo das medidas propostas para a diminuição da pegada carbónica da SUMOL+COMPAL no que concerne à atividade rodoviária da empresa.

Tabela 6.3 - Quadro resumo das propostas para diminuição da pegada carbónica da atividade rodoviária da SUMOL+COMPAL

Propostas para redução das emissões no transporte rodoviário da SUMOL+COMPAL
Finalização do estudo de viabilidade de substituição dos veículos da empresa por elétricos ou outros combustíveis mais limpos.
Substituição dos veículos da empresa por novos com menores emissões de GEE ou veículos que utilizem energia alternativa sempre que possível
Realização de estudo para avaliar a introdução de postos de carregamento para veículos elétricos em algumas instalações da empresa
Estender os programas de eco condução a todos os colaboradores que utilizam veículos da empresa e promover a partilha de veículos nas deslocações ( <i>carsharing</i> )
Equacionar a substituição da frota de distribuição própria por veículos ICE mais recentes ou movidos a eletricidade ou hidrogénio
Privilegiar os prestadores de serviços de transportes que possuam frotas mais recentes e certificações energéticas das suas frotas
Encorajar os prestadores de serviços de transportes a adquirirem veículos menos poluentes

### 6.3 Visão Futura da Mobilidade da SUMOL+COMPAL e Desenvolvimentos Futuros

A contribuição para o objetivo de ser atingida a neutralidade carbónica em 2050 será cada vez mais uma prioridade para as organizações. Nos próximos anos existirão mudanças a vários níveis sempre com vista à redução da pegada ambiental e mitigação das consequências das alterações climáticas. O caminho terá de ser percorrido correndo por vezes alguns riscos, investindo em tecnologias novas ou menos difundidas, que muitas vezes ainda não são custo-eficazes. A SUMOL+COMPAL como grande empresa portuguesa do setor agroalimentar tem também um papel a desempenhar, devendo, sempre que possível, otimizar os seus processos de aquisição de matérias-primas, produção e distribuição de produtos para melhorar o seu desempenho ambiental e assim contribuir para o objetivo comunitário.

No que respeita aos transportes rodoviários, tema central deste estudo, terá de ser reduzida a dependência presente dos combustíveis fósseis associada à deslocação dos colaboradores e à distribuição de produtos, através de uma aposta em veículos menos poluentes, escolha de

prestadores de transporte com frotas mais atualizadas e/ou programas de partilha de veículos (*carsharing*). A SUMOL+COMPAL na sua visão e estratégia para mitigar ao máximo possível o seu impacto ambiental encontra-se a trabalhar conjuntamente com todas as partes interessadas, sendo a área da sustentabilidade cada vez mais participativa nas atividades de outras áreas.

Partindo deste compromisso, elaborou-se uma perspetiva da evolução das emissões de GEE para a atividade rodoviária da empresa até 2050 (Figura 6.1). Utilizando a previsão do RNC 2050 para este setor e também os resultados obtidos (resultados apresentados à empresa) efetuou-se uma previsão da evolução das emissões de GEE para a frota de serviço (curva superior na Figura 6.1) e para a frota de distribuição (curva inferior na Figura 6.1). Admitiu-se uma redução linear das emissões seguindo as projeções e marcos previstos no documento. Também, para ambos os casos, foram tidas em consideração as emissões indiretas associadas ao uso de veículos elétricos e a hidrogénio (assumindo que todo o hidrogénio é produzido através da eletrólise da água), cujo cálculo foi baseado num estudo recente efetuado (Matias, 2019).

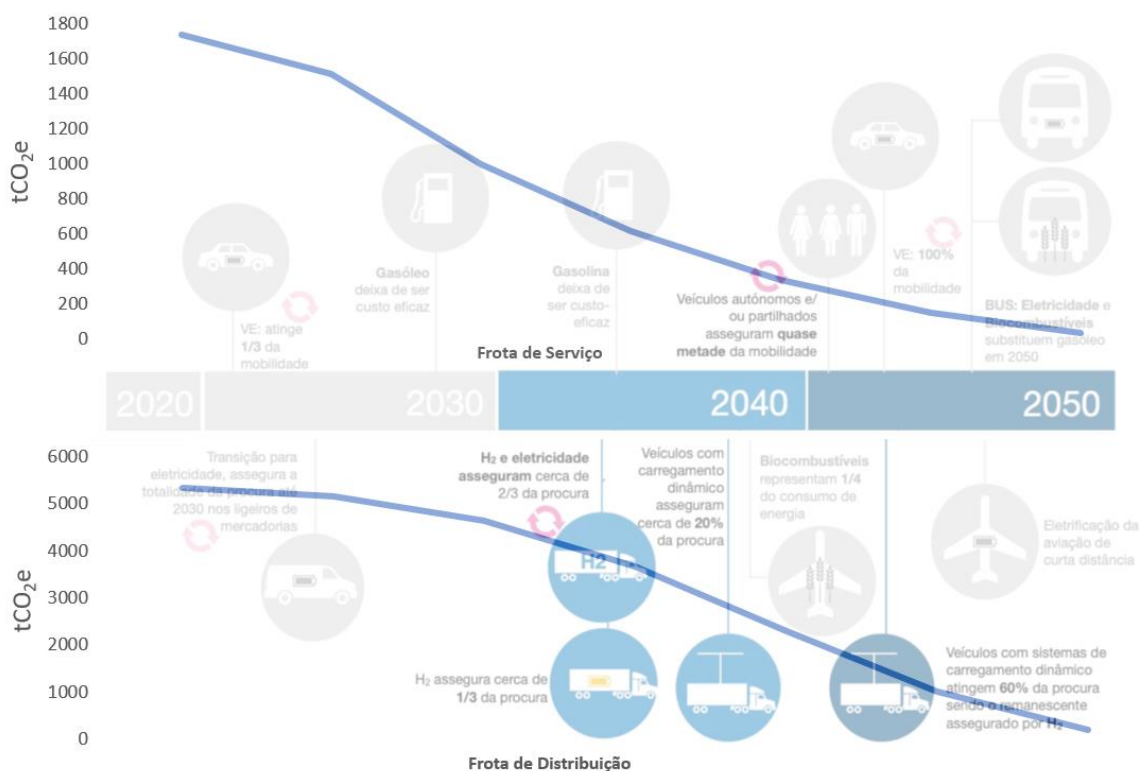


Figura 6.1 – Visão da evolução das emissões de GEE até 2050 para a frota de serviço e distribuição da SUMOL+COMPAL (Adaptado de APA, 2019)

No que respeita à frota de serviço até 2025 é de esperar uma redução nas emissões de GEE, mas não muito acentuada uma vez que a empresa ainda se encontra numa fase de transição para mobilidade elétrica ou menos poluente. A partir de 2025, com uma existência significativa

de veículos com motores sem serem a combustão interna, existirá uma redução mais acentuada que se manterá até 2050.

Relativamente à frota de distribuição a evolução segue a mesma tendência, mas com algumas diferenças importantes que devem ser realçadas. Na presente década a redução das emissões de GEE será muito menos acentuada, do que o previsto para a frota de serviço. O facto de neste momento ainda não existirem, na grande maioria dos casos, veículos alternativos aos veículos ICE que sejam custo-eficazes para as empresas condiciona o aumento da sua utilização. Também a existência de alguns problemas tecnológicos, como a falta de autonomia dos veículos para fazer face às necessidades existentes, ou a falta de infraestruturas (postos de carregamento de veículos elétricos por exemplo), contribuem para que a redução nas emissões não seja mais célere. Na década de 2030, com a existência prevista de melhores soluções na mobilidade não fóssil, verificar-se-á um aumento mais acentuado de veículos com fontes de energia alternativas, o que paralelamente levará a uma redução das emissões de GEE mais rápida.

No que respeita a trabalhos futuros a desenvolver e a realizar, é desejável a inclusão dos transportes rodoviários internacionais e das Regiões Autónomas no inventário de emissões, que completará o inventário de emissões de GEE da distribuição de produtos da SUMOL+COMPAL. Também devem ser calculadas as emissões de GEE resultantes das deslocações casa-trabalho-casa dos colaboradores da empresa e também do transporte de matérias primas para as unidades industriais, cobrindo assim todos os transportes de âmbito rodoviário.

Também deverão ser avaliadas as emissões de GEE resultantes de outras atividades, como o transporte aéreo de colaboradores ou o transporte marítimo de produtos e matérias-primas. Recomenda-se a realização de ACV aos vários produtos que são introduzidos no mercado para assim existir um cálculo das emissões de GEE numa perspetiva total (*cradle-to-grave*) e também a análise de outros parâmetros ambientais relevantes.



## 7. Conclusões

O objetivo principal da presente dissertação foi a realização do inventário de emissões de GEE do transporte rodoviário da SUMOL+COMPAL em 2018, mais especificamente da frota de serviço, própria e alugada, e frota de distribuição, própria e externa, através da utilização e avaliação de diferentes metodologias de quantificação.

Com vista à realização de um inventário o mais preciso possível foram comparados os resultados obtidos através das metodologias do *EMEP/EEA Guidebook* (adaptada na frota de serviço) e do DEFRA, seguindo as linhas orientadoras do *GHG Protocol*. Para a frota de serviço e frota de distribuição própria o cálculo foi efetuado tendo em consideração o combustível consumido e a incorporação de biocombustíveis de acordo com a realidade nacional. Estes dados de atividade foram utilizados porque se encontravam disponíveis e também porque as emissões de GEE são melhor estimadas utilizando os litros de combustível consumidos. No que respeita à frota de distribuição externa, o cálculo foi efetuado através dos quilómetros percorridos, uma vez que os litros de combustível consumidos não eram conhecidos.

No cálculo das emissões de GEE geradas na distribuição de produtos pela frota externa, foi efetuada uma metodologia própria que consistiu na análise de rotas de entrega de produtos. Realizaram-se noventa análises de rotas para os três canais logísticos considerados (canal Horeca ou Pré-venda, canal de Longo Curso e canal CNA), onde foram utilizados os pressupostos e fatores de emissão de ambas as metodologias. A análise de rotas teve em consideração também a incorporação de biocombustível (gasóleo rodoviário B7) e a percentagem real da ocupação com carga dos veículos (fator de carga), obtida através das guias de transporte e da capacidade de carga dos veículos. Foi assim realizada uma interpolação linear dos fatores de emissão disponibilizados pelo *EMEP/EEA Guidebook* e pelo DEFRA, para a carga real transportada pelos veículos dado que apenas são disponibilizados valores de emissão para os fatores de carga 0 %, 50 % e 100 %.

Posteriormente ao cálculo das emissões recorrendo à análise das rotas foram produzidos fatores de emissão por categoria de veículos em cada canal logístico. Dada a existência de um número elevado de transportes de produtos, não foi possível analisar as emissões de GEE em todos os trajetos de entrega, tendo sido considerada a média das emissões obtidas nas análises de rotas efetuadas. Posteriormente foram calculados os fatores de emissão por categoria de veículos, nos três canais (Horeca ou Pré-Venda, Longo Curso e CNA), tendo sido depois calculadas as emissões para a totalidade dos transportes, por categoria de veículos de acordo com a diferenciação das metodologias utilizadas.

Relativamente aos resultados obtidos, quer para a frota de serviço, quer para a frota de distribuição, os valores foram sempre inferiores utilizando as orientações e fatores de emissão

do *EMEP/EEA Guidebook*. O resultado total das emissões de GEE obtido utilizando a metodologia *EMEP/EEA Guidebook* (metodologia adaptada no caso da frota de serviço e frota de distribuição própria) foi de 7 097 tCO<sub>2</sub>e, enquanto o resultado total das emissões de GEE obtido através da metodologia do DEFRA foi de 7 998 tCO<sub>2</sub>e, que corresponde a uma diferença em termos percentuais de 11,27 % (901 tCO<sub>2</sub>e). Quando se analisam os poluentes discriminadamente verifica-se que é o CO<sub>2</sub> que representa a maior percentagem do total de emissões, cerca de 99,12 % no caso dos resultados obtidos pela metodologia *EMEP/EEA Guidebook* (metodologia adaptada no caso da frota de serviço e frota de distribuição própria) e 98,72 % no caso dos resultados obtidos através da metodologia do DEFRA. No que respeita ao CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O estes representam 0,08 % e 0,80 % do total das emissões calculadas através do *EMEP/EEA Guidebook* e 0,02 % e 1,26 % do total de emissões calculadas através da metodologia do DEFRA.

Para a frota de serviço o resultado obtido foi de 1 763 tCO<sub>2</sub>e utilizando o *EMEP/EEA Guidebook* (metodologia adaptada) e de 1 817 tCO<sub>2</sub>e utilizando a metodologia do DEFRA, o que corresponde uma diferença de 2,97 %, (54 tCO<sub>2</sub>e). No que respeita à frota de distribuição (própria e externa) utilizando o *EMEP/EEA Guidebook* (metodologia adaptada no caso da frota de distribuição própria) o resultado obtido foi de 5 334 tCO<sub>2</sub>e e utilizando as orientações e fatores de emissão do DEFRA o resultado obtido foi de 6 181 tCO<sub>2</sub>e, existindo deste modo uma diferença de 13,70 % (847 tCO<sub>2</sub>e).

Dado que a metodologia do *EMEP/EEA Guidebook* incorpora mais variáveis no cálculo de emissões de poluentes por parte dos veículos que a do DEFRA, os resultados obtidos através do *EMEP/EEA Guidebook* deverão ser eventualmente os mais precisos, ou seja, mais próximos da realidade.

Para avaliar se os resultados das emissões obtidos para a frota de distribuição externa requerem ou não uma análise, mesmo que por amostragem, das rotas de entrega face a uma outra estratégia mais simples foi realizado um novo cálculo das emissões de GEE para os três canais logísticos considerados (Horeca ou Pré-Venda, de Longo Curso e CNA), através de um modo simplificado. Para tal foi apenas utilizada a metodologia do *EMEP/EEA Guidebook*, uma vez que esta considera mais variáveis no cálculo da emissão de poluentes.

Os resultados obtidos mostram que existe um ligeiro incremento nas emissões de GEE calculadas através do modo de cálculo simplificado, comparativamente aos resultados obtidos mediante a análise das rotas, que se traduz em termos percentuais, em 1,88 % de diferença, no total dos três canais. Através da análise das rotas e posterior utilização dos fatores de emissão produzidos, obteve-se um resultado de 4 861 tCO<sub>2</sub>e e através do cálculo mais simples foi obtido um valor de 4 954 tCO<sub>2</sub>e, existindo uma diferença de 93 tCO<sub>2</sub>e.

Conclui-se que, apesar da análise das rotas de entrega trazerem maior precisão no cálculo das emissões dos poluentes emitidos pelos veículos, tal não compensa, dado o tempo que é necessário despendido para a realização da análise detalhada das rotas, não existindo um benefício prático significativo na sua realização, exceto quando o número de transportes (rotas efetuadas) for muito reduzido.

Os resultados apresentados à empresa, no que concerne à frota de distribuição externa, foram os obtidos através da utilização dos fatores de emissão produzidos pela análise das rotas de entrega já que esse trabalho fez parte da investigação desenvolvida. O resultado total das emissões de GEE das atividades de transporte consideradas foi de 7 097 tCO<sub>2</sub>e. Para a frota de serviço o resultado apresentado foi de 1 763 tCO<sub>2</sub>e enquanto para a frota de distribuição foi de 5 334 tCO<sub>2</sub>e. Foi também realizada a alocação do resultado obtido na frota de distribuição pela frota própria e externa, onde para frota própria existe a emissão de 473 tCO<sub>2</sub>e, enquanto a frota externa é responsável por 4 861 tCO<sub>2</sub>e. Estes resultados dizem respeito aos valores obtidos através da metodologia *EMEP/EEA Guidebook* (metodologia adaptada no caso da frota de serviço e frota de distribuição própria), uma vez que como referido anteriormente estes consideram-se os resultados mais próximos da realidade visto que o *EMEP/EEA Guidebook* apresenta mais variáveis na emissão de GEE por parte dos veículos do que a metodologia do DEFRA, como é o caso das normas EURO, diferentes tipos de condução (condução urbana, em autoestrada ou em estradas rurais) ou as emissões de CO<sub>2</sub> geradas pela queima de lubrificantes.

Por fim, realça-se a importância da realização dos inventários de emissões de GEE. Estes constituem um primeiro passo para saber qual o contributo das pessoas e das organizações para o aquecimento global e conseqüentes alterações climáticas e também para tomar decisões para a sua redução. A existência de cada vez mais estudos de pegada carbónica de vários âmbitos e o tema das emissões de GEE estar cada vez mais presente na sociedade indicam que a consciencialização e preocupação está a crescer, o que poderá ajudar a acelerar a descarbonização da economia.



## Referências

- APA (2019). Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050). Agência Portuguesa do Ambiente. Acedido em: janeiro de 2020, Disponível em: <https://Descarbonizar2050.Pt/2050>. <https://descarbonizar2050.pt/>
- APA (2020). *Políticas - Alterações Climáticas - Mitigação*. Agência Portuguesa do Ambiente Acedido em: janeiro de 2020 Disponível em: <https://apambiente.pt/index.php?ref=16esubref=81esub2ref=117>
- Auvinen, H., Clausen, U., Davydenko, I., de Ree, D., Diekmann, D., Ehrler, V., ... & Ton, J. (2013). Calculating emissions along supply chains—towards the development of a harmonized methodology. *13th WCTR, Rio de Janeiro, Brazil*. Boulter, P. G., e McCrae, I. S. (2007). *ARTEMIS: Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems - Final Report*. <https://doi.org/10.1007/s41491-019-0027-x>
- Caro, F., Corbett, C. J., Tan, T., e Zuidwijk, R. (2013). Double counting in supply chain carbon footprinting. *Manufacturing and Service Operations Management*, 15(4), 545–558. <https://doi.org/10.1287/msom.2013.0443>
- Chang, J., Viollet, Y., Alzubail, A., Abdul-Manan, A. F. N., e Al Arfaj, A. (2015). Octane-on-Demand as an Enabler for Highly Efficient Spark Ignition Engines and Greenhouse Gas Emissions Improvement. *SAE Technical Papers, 2015-April*(April). <https://doi.org/10.4271/2015-01-1264>
- Climate Focus (2016). *Double Counting in the Paris Agreement. December 2015*, 1–4. Acedido em: março de 2020. Disponível em: <https://climatefocus.com/sites/default/files/20160105%20-v.2.0%20Double%20Counting%20and%20Paris%20Agreement%20FIN.pdf.pdf>
- DEFRA (2018). *Government GHG conversion factors for company reporting. Department for Environment Food and Rural Affairs*. Acedido em: maio de 2019 até julho de 2020. Disponível em: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/726911/2018\\_methodology\\_paper\\_FINAL\\_v01-00.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/726911/2018_methodology_paper_FINAL_v01-00.pdf)
- DGEG e APA (2019). *Plano Nacional Energia e Clima 2021-2030 (PNEC 2030)*. Direção-Geral de Energia e Geologia e Agência Portuguesa do Ambiente. Acedido em: maio de 2020. Disponível em: [https://apambiente.pt/\\_zdata/Alteracoes\\_Climaticas/Mitigacao/PNEC/PNEC%20PT\\_Templ ate%20Final%202019%2030122019.pdf](https://apambiente.pt/_zdata/Alteracoes_Climaticas/Mitigacao/PNEC/PNEC%20PT_Templ ate%20Final%202019%2030122019.pdf)
- EMEP/EEA (2016a). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016: Technical guidance to prepare national emission inventories. European Environment Agency*. 21, 124. <https://doi.org/10.2800/92722>
- EMEP/EEA (2016b). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Exhaust Emissions 1.A.3.b.i-iv*. 1–20. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b->

i/view

- EUROSTAT (2019). *Energy, Transport and environment statistics - 2019 edition*.  
<https://doi.org/10.2785/660147>
- Fontaras, G., Franco, V., Dilara, P., Martini, G., e Manfredi, U. (2014). Development and review of Euro 5 passenger car emission factors based on experimental results over various driving cycles. *Science of the Total Environment*, 468–469(2014), 1034–1042.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.09.043>
- Gao, T., Liu, Q., e Wang, J. (2013). A comparative study of carbon footprint and assessment standards. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 9(3), 237–243.  
<https://doi.org/10.1093/ijlct/ctt041>
- Green, J. F. (2010). Private standards in the climate regime: The greenhouse gas protocol. *Business and Politics*, 12(3). <https://doi.org/10.2202/1469-3569.1318>
- Harangozo, G., e Szigeti, C. (2017). Corporate carbon footprint analysis in practice e With a special focus on validity and reliability issues. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1177–1183. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.237>
- ifeu INFRAS e IVE (2018). *EcoTransIT: Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports. Methodology and Data*. Acedido em: março de 2020. Disponível em: [https://www.ecotransit.org/download/EcoTransIT\\_World\\_Methodology\\_ShortVersion\\_2018.pdf](https://www.ecotransit.org/download/EcoTransIT_World_Methodology_ShortVersion_2018.pdf)
- ISO (2018). *Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification ISO 14067*. International Organization for Standardization.
- ISO (2020). *ISO 14001 Environmental Management Systems - Revision*. International Organization for Standardization.
- IPCC (2014). Climate Change 2014 Synthesis Report. In *IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland.  
[https://doi.org/10.1016/S0022-0248\(00\)00575-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0248(00)00575-3)
- IPCC (2020). *Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change*. Acedido em: janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>
- Karjalainen, P. (2013). The carbon footprint of the Finnish beverage industry for years 2000–2012 as calculated with CCaLC. *Pro gradu-tutkielma. Bio-ja ympäristötieteellinen tiedekunta. Helsingin yliopisto. Saatavissa internetistä: http://bit.ly/1OnuQLt*.
- Kousoulidou, M., Ntziachristos, L., Gkeivanidis, S., Samaras, Z., Franco, V., & Dilara, P. (2010). Validation of the COPERT road emission inventory model with real-use data. In *US EPA 19th Annual International Emission Inventory Conference. Emissions Inventories—Informing Emerging Issues* (Vol. 40).
- Mancini, M. S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., e Marchettini, N. (2016). Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation. *Ecological*

- Indicators*, 61. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.040>
- Matias, P. (2019). *Avaliação da transição para uma frota elétrica - O caso de estudo da Empresa Schindler*. Dissertação de Mestrado. [https://run.unl.pt/bitstream/10362/92939/1/Matias\\_2019.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/92939/1/Matias_2019.pdf)
- Mendes, P. J. S. (2010). *Que estratégia para enfrentar a progressão de marcas próprias do distribuidor?: Caso Sumol+ Compal*. Dissertação de Mestrado. <https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/1946/1/Caso%20Sumol%20Compal%20Vers%c3%a3o%20final.pdf>
- Pandey, D., Agrawal, M., e Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: Current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1–4), 135–160. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y>
- Peres, T. A. F. (2012). *Quantificação da pegada de carbono associada a uma frota de viaturas de mercadorias com rota georreferenciada*. Dissertação de Mestrado. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/69286/1/000155311.pdf>
- Latham, S., Petley, L. J., Hickman, A. J., & Cloke, J. (2000). A review of available road traffic emission models. *TRL Report*, 457. <https://trl.co.uk/sites/default/files/TRL457.pdf>
- Schmied, M., & Knörr, W. (2012). Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 16258. European Association for Forwarding. *Transport, Logistics and Customs Services (CLECAT)*. [https://www.clecat.org/media/CLECAT\\_Guide\\_on\\_Calculating\\_GHG\\_emissions\\_for\\_freight\\_forwarding\\_and\\_logistics\\_services.pdf](https://www.clecat.org/media/CLECAT_Guide_on_Calculating_GHG_emissions_for_freight_forwarding_and_logistics_services.pdf)
- Sinden, G. (2009). The contribution of PAS 2050 to the evolution of international greenhouse gas emission standards. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(3), 195–203. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0079-3>
- Sjödin, Å., e Jerksjö, M. (2008). Evaluation of European Road Transport Emission Models Against on-Road Emission Data As Measured By Optical Remote Sensing. *17th International Conference "Transport and Air Pollution" 2008*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2009.09.012>
- SUMOL+ COMPAL Marcas, S.A. (2020). +FRESCAS, N.43.
- Tauringana, V., e Chithambo, L. (2015). The effect of DEFRA guidance on greenhouse gas disclosure. *British Accounting Review*, 47(4), 425–444. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2014.07.002>
- Teixeira, F. A. M. (2011). *Pegada de Carbono do grupo TRACAR*. Dissertação de Mestrado. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61510/1/000148937.pdf>
- UE (2016). EU SCIENCE HUB - Well-to-Wheel Analyses. União Europeia. Acedido em: março de 2020. Disponível em: <https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/activities/wtw>
- UN (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development - "Our Common Future"*. United Nations. Acedido em: abril de 2020. Disponível em: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/UN%20WCED%201987%20Brundtland%20Report.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/UN%20WCED%201987%20Brundtland%20Report.pdf)
- Vieira, R. J. M. (2011). *Avaliação das emissões de dióxido de carbono numa refinaria: o caso*

- de estudo da refinaria de Sines. Dissertação de Mestrado.  
[https://run.unl.pt/bitstream/10362/6186/1/Vieira\\_2011.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/6186/1/Vieira_2011.pdf)
- Wang, H., & McGlinchy, I. (2009, September). Review of vehicle emission modelling and the issues for New Zealand. In *Proceedings of the 32nd Australasian Transport Research Forum*.
- WBCSD E WRI (2011). *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*. World Business Council for Sustainable e World Resources Institute. Acedido em: de maio de 2019 a abril de 2020 . Disponível em:  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard\\_041613\\_2.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf)
- WBCSD E WRI (2020). *GHG Protocol Standards*. World Business Council for Sustainable e World Resources Institute. Acedido em: fevereiro de 2020. Disponível em:  
<https://ghgprotocol.org/standards>
- WBCSD E WRI (2020). *Guidance Built on GHG Protocol*. World Business Council for Sustainable e World Resources Institute. Acedido em: março de 2020. Disponível em:  
<https://ghgprotocol.org/Guidance-Built-on-GHG-Protocol>
- Wiedmann, T., e Minx, J. (2007). A Definition of ' Carbon Footprint. *Science*, 1(01), 1–11.  
<https://doi.org/10.1088/978-0-750-31040-6>

## Anexo I

AGENDA DE  
SUSTENTABILIDADE  
SUMOL+COMPAL 2025

+EQUILÍBRIO

## ENERGIA: PEGADA DE CARBONO

DA NOSSA FROTA E FROTA EXTERNA



A **emergência climática** é já uma realidade evidente e, por isso, os governos e a sociedade terão de unir esforços no combate ao aquecimento global (principal causa das alterações do clima).

As emissões de gases com efeito de estufa, causadas pelo Homem, terão de ser reduzidas e Portugal tem como objetivo ser **neutro nas emissões de carbono no ano de 2050**, para minimizar as consequências das alterações climáticas na vida de todos nós.

*É da nossa natureza contribuir para o desenvolvimento sustentável e combater as alterações climáticas!*

A S+C pretende diminuir a sua pegada de carbono, e para tal, vai calcular todas as emissões diretas da sua atividade, bem como outras significativas ao longo da sua cadeia de valor.

A primeira etapa consistiu no cálculo das emissões de carbono relativamente à frota da S+C e à frota externa, associada à distribuição dos nossos produtos em Portugal Continental.

FROTA S+C



2 240 TONELADAS  
DE CARBONO EMITIDAS

DISTRIBUIÇÃO (FROTA EXTERNA)



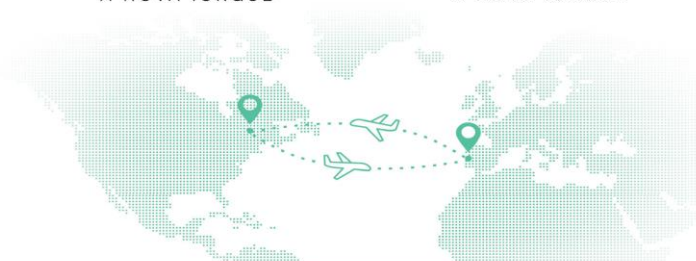
4 900 TONELADAS  
DE CARBONO EMITIDAS

=

1 244 VIAGENS  
DE IDA E VOLTA DE LISBOA  
A NOVA IORQUE\*

=

2 272 VIAGENS  
DE IDA E VOLTA DE LISBOA  
A NOVA IORQUE\*



\*viagem aérea de ida e volta de Lisboa a Nova Iorque considerando 1 passageiro que viaja em classe económica.

A realização deste estudo foi importante para conhecermos o nosso impacte ambiental e também para implementarmos medidas para a sua redução.

Figura 1 – Artigo sobre o estudo realizado na revista interna da SUMOL+COMPAL

## Anexo II

Tabela 1 - Resultados por tipo de poluente frota de serviço

Poluente	Emissões GEE NIR APA (EMEP/EEA Guidebook Adaptado) (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	1 753 582	1 790 917
CH <sub>4</sub>	2 167	326
N <sub>2</sub> O	6 841	25 448

Tabela 2 – Resultados por tipo de poluente total frota de distribuição

Poluente	Emissões GEE NIR APA (EMEP/EEA Guidebook Adaptado) (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	5 281 148	6 104 942
CH <sub>4</sub>	3 150	1 083
N <sub>2</sub> O	49 760	75 642

Tabela 3 – Resultados por tipo de poluente frota de distribuição própria

Poluente	Emissões GEE NIR APA (EMEP/EEA Guidebook Adaptado) (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	469 579	483 099
CH <sub>4</sub>	5	70
N <sub>2</sub> O	3 381	7 014

Tabela 4 – Resultados por tipo de poluente total de distribuição externa

Poluente	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	4 811 569	5 621 843
CH <sub>4</sub>	3 145	1 013
N <sub>2</sub> O	46 379	68 628

Tabela 5 – Resultados por tipo de poluente canal Horeca ou Pré-Venda

Poluente	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	842 061	1 091 084
CH <sub>4</sub>	1 350	291
N <sub>2</sub> O	4 663	8 900

Tabela 6 – Resultados por tipo de poluente canal Longo Curso

Poluente	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	3 921 023	4 466 010
CH <sub>4</sub>	1 671	697
N <sub>2</sub> O	41 461	58 480

Tabela 7 – Resultados por tipo de poluente canal CNA

Poluente	Emissões GEE <i>EMEP/EEA Guidebook</i> (KgCO <sub>2</sub> e)	Emissões GEE DEFRA (KgCO <sub>2</sub> e)
CO <sub>2</sub>	48 485	64 749
CH <sub>4</sub>	124	25
N <sub>2</sub> O	255	1 248