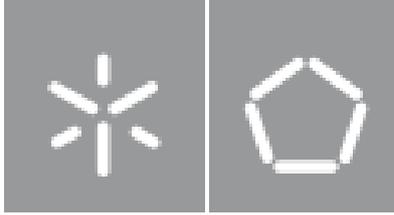




Rafaela Ferreira de Sousa

Neutralização das emissões de um concessionário e oficina automóvel através da reflorestação





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Rafaela Ferreira de Sousa

**Neutralização das emissões de um
concessionário e oficina automóvel através
da reflorestação**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Química e Biológica

Trabalho efetuado sobre a orientação da

**Professora Doutora Maria Alcina Alpoim de Sousa
Pereira**

Engenheiro Hugo Padrão

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos. Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

“Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.”

Albert Einstein

Quero agradecer aos meus pais, família e amigos que me acompanharam e ajudaram ao longo de todo este percurso, permitindo que o mesmo fosse possível, pelo carinho, apoio, esforço e compreensão. Quero de igual modo agradecer ao engenheiro Hugo Padrão, à engenheira Joana Sousa e à professora Alcina Pereira, por todo o conhecimento e aprendizagem transmitida, pelo apoio, orientação e amizade.

Deixo também uma palavra de apreço à Carclasse, assim como aos seus colaboradores, pela forma calorosa com que fui recebida e pela prontidão e fornecimento de todas as condições necessárias para a realização desta dissertação.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração. Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Neutralização das emissões de um concessionário e oficina automóvel através da reflorestação

RESUMO

Ao longo do tempo, verifica-se que a produção de viaturas por parte das indústrias automóveis é cada vez maior, traduzindo-se na crescente necessidade de concessionários e oficinas que realizam os serviços de venda ao consumidor final, assim como de manutenções preventivas e reparações corretivas das mesmas. Contudo, a estes serviços, estão associados impactes bastante negativos como a elevada emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera.

De forma a reduzir os impactes associados às atividades da Carclasse, realizou-se o estudo da pegada de carbono. Para tal, foi elaborada uma ferramenta de reporte de emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE), no Microsoft Excel, tendo como base as diretrizes disponibilizadas no Protocolo GEE. Foram contabilizadas todas as emissões diretas resultantes das atividades da Carclasse (Âmbito 1), assim como as emissões indiretas relacionadas com a compra de energia elétrica (Âmbito 2) e todas as outras emissões indiretas, que por sua vez são consequência das ações da empresa (Âmbito 3).

Após o tratamento e análise dos dados obtidos, foi possível concluir que em 2021, a Carclasse emitiu 2051 toneladas (t) de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), verificando-se que o âmbito 1 contribuiu para a pegada de carbono com a emissão de 707 t CO₂eq (35 %), o âmbito 2 com 496 t CO₂eq (24 %) e, por fim, o âmbito 3 com 847 t CO₂eq (41 %). Verificou-se de igual modo, que foram evitadas 271 t CO₂eq, provenientes da produção de energia renovável pelos painéis fotovoltaicos. Para neutralizar as emissões contabilizadas anteriormente, realizou-se um estudo para 4 espécies diferentes, concluindo-se que seria necessário plantar 156 ha de eucaliptos ou 336 ha de carvalhos ou 337 ha de pinheiro-bravo ou 1 667 ha de azinheira.

De forma a reduzir a sua pegada de carbono, a Carclasse pretende compensar cerca de 20 % das suas emissões através da plantação de pinheiro-bravo e carvalho na região do Gerês.

Palavras-chave: Pegada de carbono, emissões de GEE, compensação.

Offset carbon footprint of a dealer and car workshop by reforestation

ABSTRACT

Over time, we see that the production of vehicles by the automotive industries is increasing, resulting in a growing need for dealers and workshops that perform sales services to the final consumer, as well as preventive maintenance and corrective repairs. However, these services are associated with very negative impacts such as the high emission of greenhouse gases into the atmosphere.

In order to reduce the impacts associated with the activities of Carclasse, the carbon footprint study was carried out. For this purpose, a greenhouse gas (GHG) emissions reporting tool was developed in Microsoft Excel, based on the guidelines provided in the GHG Protocol. All direct emissions resulting from Carclasse's activities were accounted for Scope 1, as well as indirect emissions related to the purchase of electricity (Scope 2) and all other indirect emissions, which in turn are a consequence of the company's actions (Scope 3).

After the treatment and analysis of the data obtained, it was possible to conclude that in 2021, Carclasse emitted 2051 ton carbon dioxide equivalent (CO₂ eq), verifying that scope 1 contributed to the carbon footprint with the emission of 707 ton CO₂ eq (35 %), scope 2 with 496 ton CO₂ eq (24 %) and, finally, scope 3 with 847 ton CO₂ eq (41 %). It was also verified that 271 ton CO₂ eq were avoided, coming from the production of renewable energy by photovoltaic panels. To neutralize the emissions previously accounted for, the study was carried out for 4 different species, concluding that it would be necessary to plant 156 ha of eucalyptus or 336 ha of oak trees or 337 ha of pinus pinaster or 1 667 ha of holm oak.

In order to reduce its carbon footprint, Carclasse intends to offset about 20 % of its emissions by planting Pinus pinaster and oak trees in the Gerês region.

Keywords: Carbon footprint, GHG emissions, compensation.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos do Projeto	2
1.3 A Empresa	2
1.4 Estrutura da Dissertação	3
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Emissão de Gases com Efeito de Estufa	7
2.2 Alterações Climáticas	9
2.2.1 Compromissos Nacionais para a Redução de Emissões de GEE	10
2.3 Pegada de Carbono	11
2.3.1 Pegada de Carbono Mundial e Nacional	12
2.3.2 Inventário de Gases com Efeito de Estufa	13
2.3.3 Métodos de Cálculo da Pegada de Carbono	13
2.4 Sequestro de Carbono	14
CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DE REPORTE DE GEE	18
3.1 Elaboração de um Inventário de Emissões	19
3.2 Fatores de Emissão	20
CAPÍTULO 4 – CASO DE ESTUDO DA PEGADA CARBÓNICA DA CARCLASSE	24
4.1 Cálculo Total da Pegada de Carbono	24

4.1.1	Âmbito 1.....	24
4.1.2	Âmbito 2.....	32
4.1.3	Âmbito 3.....	35
4.1.4	Emissões Totais	52
4.2	Cálculo das Emissões Evitadas.....	53
4.3	Cálculo do Sequestro de Carbono.....	55
CAPÍTULO 5 – MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO DAS EMISSÕES ASSOCIADAS ÀS ATIVIDADES DA CARCLASSE		58
5.1	Medidas de Mitigação.....	58
5.2	Medidas de Compensação	60
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO		62
REFERÊNCIAS		64
ANEXOS		67
Anexo 1 - Questionário.....		67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logotipo da Carclasse - Comércio de Automóveis S.A e respetivas parcerias.	3
Figura 2 - Variação das emissões de GEE em Portugal, adaptado de: (Pereira, et al., 2021).....	7
Figura 3 - Emissões setoriais de gases com efeito de estufa em Portugal, adaptado de: (Pereira, et al., 2021).	8
Figura 4 - Distribuição das áreas totais por espécie florestal em Portugal Continental (“As espécies mais comuns da floresta portuguesa”, 2022).	15
Figura 5 - Consumo e pegada de carbono associada à combustão estacionária.	26
Figura 6 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à combustão estacionária.	27
Figura 7 - Consumo e pegada de carbono associada à combustão móvel da frota da Carclasse.	29
Figura 8 – Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à combustão móvel.	29
Figura 9 - Quantidade e pegada de carbono associada às fugas de gases fluorados.	31
Figura 10 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às emissões fugitivas diretas.	31
Figura 11 – Consumo e pegada de carbono associada à energia elétrica.	33
Figura 12 – Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada ao consumo de eletricidade.	34
Figura 13 – Consumo e pegada de carbono associada à rede de água.	36
Figura 14 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à rede de água.	36
Figura 15 – Consumo e pegada de carbono associada às deslocações diárias dos colaboradores para a Carclasse.	39
Figura 16 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às deslocações diárias dos colaboradores para a Carclasse.	39
Figura 17 - Distância percorrida e pegada de carbono associada ao transporte de produtos.	41
Figura 18 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada ao transporte de produtos.	42
Figura 19 – Distância percorrida e pegada de carbono associada à realização de testes de estrada.	43

Figura 20 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à realização de testes de estrada.	44
Figura 21 - Quantidade e pegada de carbono associada à produção de resíduos.	46
Figura 22 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à produção de resíduos.	47
Figura 23 - Distância percorrida e pegada de carbono associada às viagens de negócios.	49
Figura 24 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às viagens de negócios.	49
Figura 25 – Número de noites e pegada de carbono associada às estadias em hotéis.	51
Figura 26 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às estadias em hotéis.....	51
Figura 27 - Emissões evitadas por todas as instalações da Carclasse.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matrículas de veículos automóveis em Portugal (ACAP, 2022).....	5
Tabela 2 - Matrícula de automóveis ligeiros de passageiros a energia renováveis em Portugal (ACAP, 2022)	6
Tabela 3 - Potencial de Aquecimento Global (IPCC, 2015)	8
Tabela 4 - Indicadores de Sustentabilidade (Vwilão, et al., 2010)	13
Tabela 5 - Tipo de emissões contabilizadas para o cálculo da pegada de carbono da Carclasse	19
Tabela 6 - Fatores de emissão para os indicadores referentes ao âmbito 1	21
Tabela 7 - Fatores de emissão dos indicadores referentes ao âmbito 2	21
Tabela 8 - Fatores de emissão dos indicadores referentes ao âmbito 3	22
Tabela 9 - Consumo anual e pegada de carbono equivalente, para cada um dos indicadores analisados	25
Tabela 10 - Consumo anual e pegada de carbono equivalente, para cada tipo de viatura analisada	28
Tabela 11 - Contribuição de cada indicador para a pegada carbónica associada ao âmbito 1 ...	32
Tabela 12 – Número total de emails enviados com a respetiva pegada de carbono.....	34
Tabela 13 - Contribuição de cada indicador para a pegada carbónica associado ao âmbito 2...	35
Tabela 14 - Distância percorrida e pegada de carbono total referente à distância percorrida diariamente pelos colaboradores para a Carclasse	38
Tabela 15 - Distância percorrida e pegada de carbono referente aos testes de estrada realizados	43
Tabela 16 - Quantidade e pegada de carbono total referente à produção de resíduos.....	45
Tabela 17 – Distância percorrida e pegada de carbono total referente às viagens de negócios .	48
Tabela 18 – Número de noites e pegada de carbono total referente às estadias em hotéis	50
Tabela 19 - Contribuição de cada indicador para a pegada carbónica associado ao âmbito 3...	52
Tabela 20 - Pegada de Carbono Total da Carclasse por âmbito.....	53
Tabela 21 - Comparação entre o consumo real e quantidade de energia fotovoltaica descontada anualmente em cada uma das instalações da Carclasse	54
Tabela 22 - Valores necessários para a determinação do sequestro de carbono, adaptado de: (Pereira, et al., 2020)	56
Tabela 23 - Sequestro de carbono para cada espécie	56

Tabela 24 - Número de hectares a plantar por ano, de forma a neutralizar as emissões da Carclasse para cada uma das espécies.....	57
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GEE	Gases com Efeito de Estufa
CO ₂	Dióxido de Carbono
CH ₄	Metano
N ₂ O	Óxido Nitroso
PNPG	Parque Nacional Peneda-Gerês
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono equivalente
CFCs	Clorofluorcarbonetos
HCFC	Hidroclorofluorcarbonos
ACs	Ares Condicionados
EE	Energia Elétrica
Gt	Giga tonelada
Mt	Mega tonelada
PC	Pegada de carbono
IPCC	Painel Governamental sobre Mudanças Climáticas
UNFCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Há cerca de 200 anos, verificou-se a primeira Revolução Industrial onde ocorreu o aparecimento de novos processos produtivos, resultando numa melhoria da qualidade dos produtos e, conseqüentemente, num aumento da geração de lucros. No seguimento do aumento das populações e das suas necessidades, verificou-se um crescimento da produção em larga escala traduzindo-se na emissão de gases como efeito de estufa bastante prejudiciais para o meio ambiente.

Ao longo dos anos, assistiu-se a uma grande evolução por partes das indústrias automóveis, tornando-se hoje num meio de transporte essencial ao dia a dia das pessoas, visto facilitar e conferir uma grande mobilidade. Contudo, esta globalização traduz-se no elevado consumo de combustíveis e produtos à base de petróleo, afetando diretamente a saúde humana, animal e dos ecossistemas, contribuindo, de igual modo para o aumento do efeito de estufa (Rubio, et al., 2019).

O agravamento das alterações climáticas, evidenciou a necessidade de agir perante este problema. A proteção ambiental e a prevenção da poluição nas empresas são cada vez mais importantes e indispensáveis para a produção de produtos e/ou serviços com maior valor agregado, uma vez que a sociedade atual se encontra cada vez mais preocupada com os efeitos ambientais provocados pela aquisição de novos produtos e serviços, optando por organizações cuja consciencialização ambiental seja superior (Ramos, 2014). Posto isto, é necessário procurar alternativas e formas de reduzir as emissões e riscos para o ambiente em redor da organização. A determinação da pegada de carbono e a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental, são bons exemplos de abordagens para o alcance de um desenvolvimento sustentável, uma vez que possibilitam quantificar a contribuição da empresa para o aumento do efeito de estufa, identificando quais as atividades mais poluentes permitindo minimizar os impactes associados às mesmas, assim como aumentar o ciclo de vida dos seus produtos (Fernandes, 2017).

1.2 Objetivos do Projeto

A presente dissertação foi realizada na empresa Carclasse – Comércio de Automóveis S.A., referente a um concessionário e oficina automóvel, cujo principal objetivo consiste no cálculo da pegada de carbono atual da organização, englobando as emissões diretas e indiretas da sua atividade. Para tal, foram definidos o seguinte conjunto de passos:

- Pesquisar qual o método (norma) mais adequado para o cálculo da pegada de carbono, de modo a quantificar da forma mais real possível a mesma.
- Elaborar um inventário de emissões, de forma a contabilizar todas as emissões diretas e indiretas da organização.
- Validar os fatores de emissão mais adequados ao setor em questão.

Por conseguinte, é pretendido realizar um estudo sobre a quantidade de árvores a plantar para neutralizar as emissões quantificadas, tendo em consideração a capacidade de retenção de dióxido de carbono das espécies selecionadas para o estudo.

Em suma, é esperado determinar da forma mais real possível a pegada de carbono da organização e melhorar o seu desempenho ambiental através da implementação de medidas de mitigação e compensação eficientes.

1.3 A Empresa

A empresa Carclasse – Comércio de Automóveis S.A., encontra-se no setor automóvel há mais de 25 anos e constitui um dos maiores concessionários e oficina da Mercedes-Benz em Portugal.

A Carclasse, procura continuamente a excelência nos seus serviços, assim como se manter a par das principais inovações relacionadas com o setor automóvel, traduzindo-se na sua principal prioridade que incide na dinâmica, profissionalismo e qualidade com que atende os requisitos dos seus clientes, procurando satisfazê-los continuamente (“A Carclasse”, 2022). Tal, é visível a partir do merecido reconhecimento por partes das marcas Premium que representa como a Jaguar, Land Rover, smart, Tesla e Ford. Na figura 1, encontra-se ilustrado o logotipo da organização, assim como o das marcas representadas pela mesma.

Carclasse

A sua Mobilidade é a nossa Missão.



Figura 1 - Logotipo da Carclasse - Comércio de Automóveis S.A e respetivas parcerias.

No total, conta com 7 pontos de venda e oficina em todo o país, mais concretamente, em Barcelos, Braga, Famalicão, Guimarães, Viana do Castelo, e mais 2 em Lisboa, sendo um dos edifícios referentes à Mercedes-Benz e smart e outro à Jaguar e Land Rover. Os edifícios de Barcelos, Braga, Famalicão e Viana do Castelo, são referentes à Mercedes-Benz e smart, enquanto que Guimarães é referente à Mercedes-Benz, smart, Jaguar, LandRover. Em Lisboa e em Guimarães, verifica-se igualmente a existência de um posto de reparação de viaturas da marca Tesla.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação, encontra-se dividida em 6 capítulos, onde em cada um deles são retratadas diferentes temáticas. **No presente capítulo**, foi realizado um breve enquadramento ao tema da dissertação, expondo os principais objetivos, assim como o local onde a mesma teve lugar. **O capítulo 2**, compreende a revisão bibliográfica, onde é efetuada uma abordagem dos conceitos científicos relacionados com o tema, tal como uma introdução ao conceito da pegada de carbono e o estado de arte, fazendo referência a estudos já existentes sobre o assunto em causa. **O terceiro capítulo**, é referente à ferramenta utilizada para o reporte dos GEE associados às atividades da empresa, referenciando a metodologia considerada mais eficiente para a determinação da pegada de carbono, englobando as atividades definidas para o estudo e os respetivos fatores de emissão para cada indicador considerado.

No capítulo 4, é realizado o cálculo da pegada de carbono, sendo possível visualizar todos os dados obtidos, assim como o tratamento dos mesmos. No mesmo, encontram-se todas as equações utilizadas, assim como o cálculo das emissões evitadas, do sequestro de carbono e os resultados obtidos.

No **capítulo seguinte, 5**, encontram-se referenciadas distintas medidas de mitigação e de compensação, de forma a ser possível melhorar o desempenho ambiental da Carclasse, assim como compensar as emissões resultantes das suas atividades.

Por fim, o **último capítulo** desta dissertação é referente às conclusões retiradas com a realização deste estudo.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A indústria automóvel, tem vindo a reafirmar cada vez mais a sua presença no mercado à escala mundial, visto que nos dias que correm, devido à facilidade, comodidade e necessidade, a mobilidade automóvel tem um papel essencial na vida quotidiana. Em Portugal, este setor tem vindo a evoluir significativamente ao longo do tempo, tornando-se numa indústria tecnológica, moderna e competitiva, visto englobar diferentes áreas como o setor metalúrgico, moldes, fabrico de pneus, borrachas, plásticos, vidros, têxteis, etc. Segundo a Associação do Comércio Automóvel de Portugal, em dezembro de 2021 foram matriculados 16 333 veículos automóveis e, ao longo de todo o ano, foram colocados em circulação 180 277 novos veículos (ACAP, 2022). As tabelas 1 e 2, ilustram o número de veículos automóveis matriculados em Portugal no ano de 2021.

Tabela 1 - Matrículas de veículos automóveis em Portugal (ACAP, 2022)

Tipo	Quantidade (jan a dez 2021)	% variação 21/20
Ligeiros de Passageiros	146 637	+ 0,80 %
Ligeiros de Mercadorias	28 790	+ 4,40 %
Total Ligeiros	175 427	+ 1,40 %
Veículos Pesados	4 850	+ 21,30 %
Total	180 277	+ 1,90 %

Através da análise das tabelas 1 e 2, é possível verificar que no decorrer do ano de 2021, foram matriculados 146 637 veículos ligeiros de passageiros, o que se traduziu num aumento de 0,8 % em comparação com o ano de 2020, verificando-se de igual modo que, houve um acréscimo de 54,20 % de veículos ligeiros de passageiros movidos a outro tipo de energia, salientando-se um aumento de, aproximadamente, 64 % nos veículos elétricos quando comparados a 2020.

No que diz respeito aos restantes veículos, é possível concluir que nos ligeiros de mercadorias houve um aumento de 4,40 % em comparação a 2020 e nos pesados houve um aumento de 21,30 % relativamente a 2020.

Tabela 2 - Matrícula de automóveis ligeiros de passageiros a energia renováveis em Portugal (ACAP, 2022)

Tipo	Quantidade (jan a dez 2021)	% variação 21/20
Elétrico	1 874	+ 63,90 %
Plug-in – Gasolina	1 171	+ 36,10 %
Plug-in – Gasóleo	128	+ 10,60 %
Total Plug-in	1 299	+ 32,00 %
Híbrido – Gasolina	1 084	+ 57,70 %
Híbrido – Gasóleo	320	+ 70,70 %
Total Híbrido	1 404	+ 60,30 %
GPL/Gasolina	708	+ 94,20 %
GNC	1	+ 3,30 %
Total	5 286	+ 54,20 %

De acordo com vários autores (Szejczewski, et al., 2015) é bastante importante para o sucesso de venda dos produtos relacionados com o setor automóvel um bom serviço após-venda, com a devida reparação e manutenção. Este setor, tem vindo a sofrer uma notável evolução nas atividades prestadas pelo mesmo, nomeadamente na obtenção, distribuição e colocação de peças, tendo como principal valor a relação com o cliente. Atualmente, a estes serviços está alocado outro assunto com elevada importância, a consciencialização ambiental. Com o aumento do número de vendas e produção de viaturas, verifica-se igualmente um impulsionamento dos impactes negativos sob o meio ambiente oriundos deste setor. Estes impactes, estão essencialmente relacionados com a elevada emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera, traduzindo-se nas graves alterações climáticas vividas na atualidade.

Ao longo do tempo, o clima tem sofrido distintas alterações, podendo estas serem provocadas por causas naturais, como por exemplo a atividade vulcânica, ou por causas antrópicas, ou seja, pela mão humana, através do consumo elevado dos combustíveis fósseis. As consequências das mesmas consistem num assunto muito debatido, uma vez que são bastante agressivas pondo, conseqüentemente, em causa o ambicionado desenvolvimento sustentável, resultando numa crescente preocupação (Moreira & Ramos, 2016).

Dito isto, é clara a necessidade de envidar esforços para a resolução deste grave problema, de forma a mensurar os seus impactes no meio ambiente, através de abordagens e tecnologias mais

sustentáveis e ecológicas de modo a atingir o tão difícil equilíbrio entre o ambiente, a economia e a sociedade.

2.1 Emissão de Gases com Efeito de Estufa

Em continuidade ao que foi referido anteriormente, os gases com efeito de estufa podem ter origem natural ou antropogénica. Contudo, esta dissertação foca-se maioritariamente nas causas antropogénicas, cuja existência tem vindo a ser cada vez mais preocupante desde a Revolução Industrial devido ao notório crescimento económico e populacional vivido, como é possível verificar na figura 2.

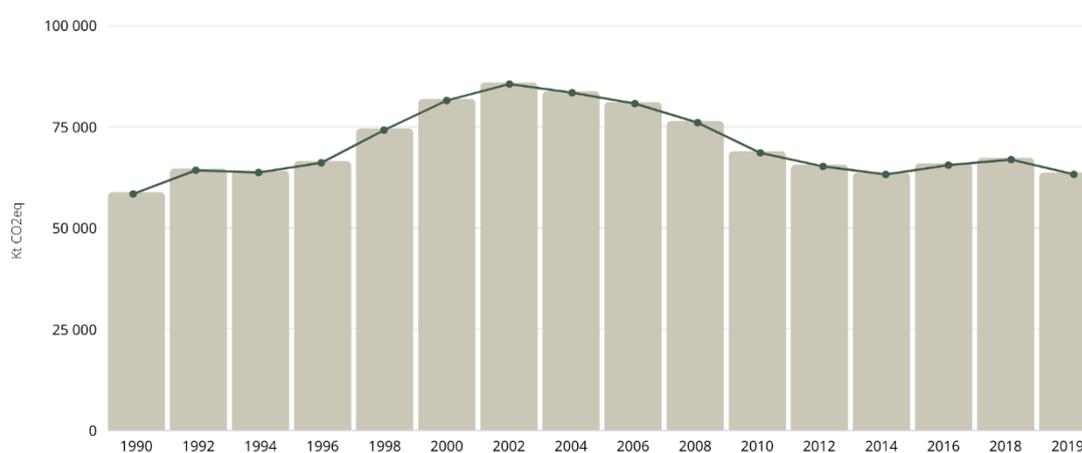


Figura 2 - Variação das emissões de GEE em Portugal, adaptado de: (Pereira, et al., 2021).

Através da análise da figura 2, é possível verificar um aumento significativo da emissão de GEE para a atmosfera em Portugal, à exceção dos anos entre 2004 a 2014. Tal, deve-se essencialmente à crise económica Portuguesa, assim como à melhoria energética dos processos industriais através da utilização de energia renovável. Contudo, a partir de 2015 verifica-se novamente uma subida das emissões resultantes essencialmente dos incêndios ocorridos, mas também da produção em grande massa de forma a impulsionar novamente os setores económicos das organizações (Pereira, et al., 2021).

Em conformidade com a *United Nations Environment Programme*, os gases com efeito de estufa mais preocupantes são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), uma vez que correspondem àqueles que são emitidos em maior quantidade e, conseqüentemente, são aqueles cujo contributo para o efeito de estufa é superior. Para ser possível comparar os efeitos dos distintos gases, recorreu-se ao uso de uma medida de comparação de potencial de

aquecimento global no período de 100 anos (GWP 100), de forma a todas as emissões terem uma equivalência em dióxido de carbono (UNEP, 2019). A tabela 3, ilustra o potencial de aquecimento de cada um desses gases.

Tabela 3 - Potencial de Aquecimento Global (IPCC, 2015)

Gases com Efeito de Estufa (GEE)	GWP 100
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	18
Óxido nitroso (N ₂ O)	265

A presença destes gases na atmosfera é natural, pois sem a sua existência a temperatura da Terra seria bastante inferior, impossibilitando a existência da vida humana. Contudo, a emissão descontrolada destes gases faz com que a temperatura do planeta aumente arrecadando consequências terríveis para a Terra, assim como para a saúde dos seus habitantes. De acordo com as diretrizes para a apresentação de relatórios da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC) (Pereira, et al., 2021), as principais emissões estão associadas a 5 categorias do Painel Governamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC): energia, processos industriais e utilização de solventes (IPPU), agricultura, utilização de terras/solos (LULUCF) e resíduos, como se pode verificar na figura 3.

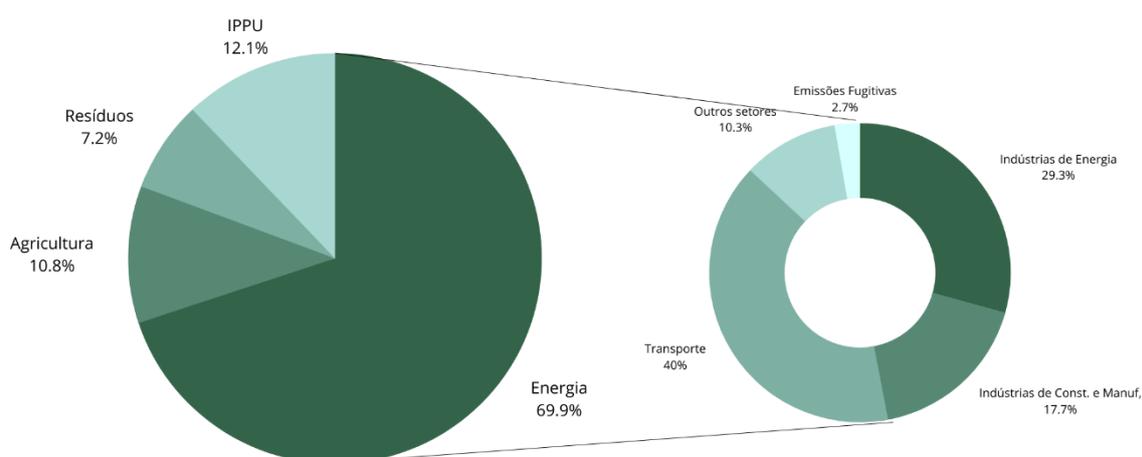


Figura 3 - Emissões setoriais de gases com efeito de estufa em Portugal, adaptado de: (Pereira, et al., 2021).

Através da análise da figura 3, é possível verificar que o setor da energia é o que tem uma maior contribuição para o aumento do efeito de estufa, representando cerca de 70 % das emissões no ano de 2019. Dentro desta categoria, sobressai-se as indústrias energéticas e os transportes com cerca de 21 % e 28 % das emissões totais, respetivamente. Tal, demonstra a dependência da queima de combustíveis fósseis para a produção de eletricidade e para os transportes, cuja procura aumentou significativamente ao longo dos anos devido ao crescimento populacional e da frota automóvel existente, mais concretamente, devido à continua evolução da mobilidade.

Em suma, a principal consequência da elevada emissão por parte destas atividades é o aquecimento global que, por sua vez, é responsável em grande parte pelas alterações climáticas observadas nos últimos tempos.

2.2 Alterações Climáticas

A exploração humana dos combustíveis fósseis, tem aumentando a elevada escala a concentração dos gases anteriormente referidos na atmosfera, resultando num aumento significativo do efeito de estufa. Outras substâncias resultantes exclusivamente das atividades industriais, contribuem de igual modo para o mesmo, como é o caso dos clorofluorcarbonetos (CFCs), hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), hidrocarbonetos e trifluoreto de azoto. A excessiva desflorestação, é de igual modo um fator com elevada contribuição para o aumento do efeito de estufa, uma vez que as árvores são um dos maiores sumidouros de dióxido de carbono (Pereira, et al., 2021).

Posto isto, nas últimas décadas, verificou-se que as alterações climáticas são um facto incontestável, nomeadamente o aumento da temperatura global cujas consequências são bastantes nocivas para a vida no planeta Terra. Estas alterações, aumentam a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos, tais como inundações, secas, ondas de calor e frio, furacões e tornados, afetando a agricultura, os ecossistemas, através da alteração de intervalos geográficos, padrões de migração e abundância de espécies, a saúde, através do favorecimento de pragas e doenças e os oceanos, devido ao aumento do nível médio das águas resultante do degelos dos calotes de gelo, assim como no aumento da acidez do mesmo devido às elevadas concentrações de dióxido de carbono atmosférico dissolvido na água.

2.2.1 Compromissos Nacionais para a Redução de Emissões de GEE

As alterações climáticas referidas anteriormente, precisam de ser combatidas e controladas, de forma a minimizar os impactos das mesmas sobre o planeta, a saúde humana e animal. Para ser possível dar respostas às mesmas, a 31 de maio de 1994, surgiu a UNFCCC, onde Portugal ratificou a 31 de maio de 1994 (Pereira, et al., 2021).

Em 1997 surge o Protocolo de Quioto, criado para aprofundar os compromissos referenciados na Convenção de 1994, cujo principal objetivo consiste na limitação das emissões de gases com efeito de estufa, através da realização de um esforço mundial, com maior destaque nos países industrializados. Os países que aderiram ao Protocolo comprometeram-se a reduzir 5 % das suas emissões quando comparadas aos níveis verificados no ano de 1990 (Peres, 2012). Portugal, ratificou a 31 de maio de 2002, comprometendo-se a não ultrapassar em 27 % as suas emissões de gases com efeito de estufa em relação ao nível registado em 1990.

O Acordo de Paris, teve lugar em 2015 e pretende elevar os compromissos anteriormente realizados acerca do combate das alterações climáticas através da limitação do aumento da temperatura global abaixo de 2 °C, envidando esforços para assegurar apenas um aumento de 1,5 °C. Em 2016, Portugal estabeleceu o objetivo nacional de atingir a neutralidade carbónica até 2050, definindo para tal uma redução de 45 % a 55 % das emissões até 2030, 55 % a 65 % até 2040 e 85 % a 95 % até 2050 (Pereira, et al., 2021).

Como membro pertencente à Convenção, Portugal tem que realizar anualmente Inventários Nacionais de Gases com Efeito de Estufa, assim como um Relatório de Inventário Nacional (NIR), onde deve conter toda a informação referente aos seus inventários. Estes inventários englobam os 6 principais poluentes abrangidos no Protocolo de Quioto, o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorcarbonetos (PFC), enxofre hexafluoreto (SF₆) e trifluoreto de azoto (NF₃), assim como os gases com efeito de estufa indiretos como o monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COVs). Os mesmos, discriminam as emissões associadas a cada ano civil desde 1990, abrangendo todas as emissões ocorrentes no território Português, ou seja, em Portugal Continental e nas duas regiões autónomas da Madeira e Açores, de modo a obter um documento de consulta onde seja possível avaliar a evolução das emissões de gases com efeito de estufa para a atmosfera possibilitando a atuação nos pontos mais críticos de modo a atingir os objetivos propostos até 2050 (Pereira, et al., 2021).

2.3 Pegada de Carbono

Em conformidade ao que foi referido e analisado acerca da figura 3, em Portugal, os setores associados à energia são aqueles cuja emissão de gases com efeito de estufa é superior, evidenciando-se nesse setor a indústria e os transportes visto haver um elevado consumo de combustíveis fósseis.

Nos dias que correm, as organizações apresentam uma preocupação acrescida com o seu desenvolvimento ambiental, procurando avaliar o impacto resultante das suas atividades e serviços. Uma forma de analisar as emissões resultantes de uma organização consta no cálculo da pegada de carbono, contudo, apesar de ser um método cada vez mais usual, não existe uma definição concreta do seu conceito. Vários autores têm diferentes definições sobre a mesma, mas de forma resumida, consiste numa ferramenta bastante importante para a avaliação da emissão de gases com efeito de estufa, através da quantificação das emissões de dióxido de carbono equivalente de todas as atividades envolvidas ao processo produtivo, assim como atividades indiretas à produção. As emissões produzidas numa organização podem ser divididas em três níveis (Pandey, et al., 2011).

- Âmbito 1 - emissões diretas

Emissões resultantes diretamente da atividade da organização, como por exemplo as emissões diretas de combustão estacionária resultante da geração de calor e trabalho mecânico, combustão móvel, ou seja, as emissões resultantes do consumo de combustível dos veículos da empresa, emissões associadas ao processo industrial como a refinação de petróleo e, ainda, as emissões fugitivas diretas resultantes de sistemas de refrigeração.

- Âmbito 2 - emissões indiretas

Neste âmbito, verifica-se a existência de emissões resultantes do consumo de eletricidade e outras fontes de energia compradas ao serviço público. Estas emissões são consequência da queima de carvão, gás natural e outros combustíveis fósseis pelo serviço público para ser possível gerar a energia necessária às atividades da entidade que a compra.

- Âmbito 3 – outras emissões indiretas

Neste caso, as emissões quantificadas estão associadas às consequências das atividades da empresa, ou seja, engloba as emissões relacionadas com a extração e produção de matérias-

primas, transporte de materiais, uso de produtos e serviços vendidos, consumo de água, viagens de negócios, entre outras.

Dito isto, é possível concluir que a análise da pegada carbónica é bastante importante, pois permite identificar quais os pontos mais problemáticos e onde se verifica uma maior emissão de gases com efeito de estufa possibilitando a seleção de medidas mitigadoras eficazes, melhorando consequentemente o desempenho ambiental (Veiga, 2017).

2.3.1 Pegada de Carbono Mundial e Nacional

De acordo com diferentes autores (Oliver & Peters, 2020), os principais responsáveis pela emissão de gases com efeito de estufa a nível mundial, são a China, os Estados Unidos da América, a União Europeia, a Índia, a Rússia e o Japão, emitindo em conjunto cerca de 62 % da concentração total de GEE presentes na atmosfera.

Os mesmos afirmam que em 2018 se registou o valor mais elevado de GEE, verificando-se a emissão de cerca de 52 Gt de CO₂ e 56 Gt CO₂, sem e com a contabilização de LULUCF, verificando-se que a emissão de CO₂, é aquela que mais contribui para o aumento das emissões, seguido do CH₄ e do N₂O.

No que diz respeito a Portugal, de acordo com (Pereira, et al., 2021), em 2018 emitiu-se cerca de 68 Mt CO₂.eq. Apesar de parecer um valor bastante elevado, quando comparado com os anos de 2005 e 2017, verifica-se uma diminuição de 21 % e 4 %, respetivamente. Em seguimento do referido anteriormente, verificou-se de igual modo que o setor mais responsável pela emissão de GEE em Portugal foi o da energia, representando cerca de 70 % das emissões totais, seguido dos processos industriais e uso de produtos com 12 %, da agricultura com 11 % e, por fim, a geração de resíduos com 7 % das emissões totais.

A emissão de GEE para atmosfera, continua a ser preocupante e bastante significativa, pois, apesar do balanço realizado em Portugal ser positivo, a nível mundial ainda não foi possível diminuir nem estagnar as emissões. É cada vez mais importante a contribuição de todos os países para a diminuição das suas emissões, sendo necessária a realização de apelos para a implementação de ferramentas e métodos para quantificação das mesmas, de modo a reduzi-las.

2.3.2 Inventário de Gases com Efeito de Estufa

O cálculo da pegada de carbono é uma ferramenta de Gestão Ambiental bastante importante, pois permite às organizações determinar as emissões de gases com efeito de estufa produzidas, para posteriormente definir quais as medidas de compensação, controlo e mitigação mais eficientes a implementar (Apcer Group, 2021).

Antes de realizar o cálculo da pegada, deve ser realizado um inventário de todas as emissões associadas à organização, de modo a organizar os dados necessários para se obter o valor mais real possível. Com a realização deste levantamento, verifica-se uma facilidade na separação das emissões pelos três grupos anteriormente referidos, assim como na tomada de decisão relativamente à forma como se vai proceder à medição, armazenamento e tratamentos dos respetivos dados (Veiga, 2017).

A quantificação da pegada carbónica, de acordo com o que foi referido anteriormente, permite melhorar as estratégias ambientais já existentes na empresa, servindo como indicador de desenvolvimento sustentável e proteção ambiental, visto corresponder na totalidade a um dos indicadores de sustentabilidade já existentes, como é possível verificar na tabela 4.

Tabela 4 - Indicadores de Sustentabilidade (Vwilão, et al., 2010)

Indicadores Económicos	Indicadores Ambientais	Indicadores Sociais
Consumo de materiais; Produtividade no trabalho; Consumo de energia.	Consumo de água; Emissão de GEE; Gestão de resíduos; Qualidade do ar envolvente.	Evolução populacional; Formação de colaboradores.

2.3.3 Métodos de Cálculo da Pegada de Carbono

De igual modo ao que foi verificado anteriormente, não existe nenhuma metodologia consensual para a realização do cálculo da pegada de carbono (PC), mas sim um leque de metodologias disponíveis na literatura cuja seleção deve ser realizada de acordo com o tipo de emissões associadas à organização. As mais usuais compreendem a ISO 14064 (*International Organization for Standardization*), o PAS 2050 (*Publicly Available Specification*) e o GHG Protocol (*Greenhouse Gas Protocol*).

A ISO elabora normas internacionais que apoiam as organizações a padronizar procedimentos. No caso da ISO 14604, verifica-se a especificação de princípios e requisitos a nível empresarial para a quantificação de emissões de gases com efeito de estufa e redução das mesmas. Tem como principal objetivo quantificar, implementar e informar acerca das emissões produzidas, culminando na realização de relatórios completos (Internation Organization for Standardization, 2021).

O *Publicly Available Specification*, foi desenvolvido pela *British Standards Institution* (BSI) e criado com o intuito de responder à urgente necessidade do mercado relativamente aos impactes das emissões resultantes dos processos de criação, modificação, transporte, armazenamento, utilização, eliminação ou reciclagem de bens e serviços. Com a utilização desta metodologia, é esperado que as empresas, comunidades e outros interessados consigam quantificar com clareza e consistência as emissões de GEE associadas às suas atividades, assim como às dos seus fornecedores (Publicly Available Specification, 2008). Contudo, o método requer informação com um grau de detalhe bastante elevada sobre o ciclo de vida do produto, pelo que é bastante complicado obter esse tipo de informações do fornecedor, comprometendo assim a precisão do cálculo (Barnett, et al., 2012).

O Protocolo GEE, foi desenvolvido pelo Instituto Mundial de Recursos (WRI) em parceria com o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD). O mesmo fornece diretrizes acerca das emissões de gases com efeito de estufa, mais concretamente os abrangidos pelo Protocolo de Quioto, assim como a disponibilização de uma folha de cálculo gratuita, facilitando a simulação da pegada de uma determinada empresa (Protocol GHG, 2018).

2.4 Sequestro de Carbono

Em seguimento da informação referida anteriormente acerca da pegada de carbono e da necessidade de agir perante este grave problema, é de extrema importância caminhar-se em direção à neutralidade carbónica. A forma de compensação mais comum das emissões resultantes das atividades organizacionais, pessoais ou governamentais, consiste na reflorestação, uma vez que as árvores são um dos maiores sumidouros de dióxido de carbono existente.

Posto isto, a importância da gestão sustentável das florestas é cada vez mais incontestável, uma vez que, uma floresta bem gerida é sinónimo da obtenção de benefícios intangíveis para a vida terrestre. Estes, compreendem a conservação dos sistemas fluviais garantindo a sua integridade,

a proteção tanto dos solos como dos seus habitats, a obtenção de matérias-primas indispensáveis à indústria e, ainda, a capacidade de fornecer lazer e prazer à sociedade (Vale,2014)

A especificidade da floresta portuguesa, é marcada pela intervenção do homem, assim como por condicionantes ambientais, como o clima, tipo de solo, etc. O clima vivido em Portugal, é do tipo mediterrâneo, associado à elevada precipitação nas estações mais frias e à baixa precipitação com temperaturas mais elevadas nas estações quentes. Tais variações, determinam a variedade florestal existente no país. De Norte a Sul e do Litoral para o Interior, observa-se uma maior capacidade das árvores para resistir a períodos de seca e temperaturas mais elevadas, traduzindo-se em espécies com folhas mais esclerófitas e raízes mais profundas (Pereira, et al., 2009).

Portugal Continental é fortemente representado por quatro grupos de formação florestal, os montados de sobreiro (*Quercus suber*) e azinho (*Quercus ilex L.*), o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e o pinheiro-manso (*Pinus pinea*), os eucaliptais (*Eucalyptus spp.*) e, por fim, os carvalhos (*Quercus spp.*) e os castanheiros (*Castanea spp.*), cuja adaptação ao clima mediterrâneo é a mais resistente. Em 2019, foi divulgado pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), que cerca de 63 % da área florestal é ocupada por montados de sobreiro, azinho e pinhais (Uva, et al., 2015).

Na figura 4, é possível visualizar a distribuição das espécies florestais em Portugal Continental.

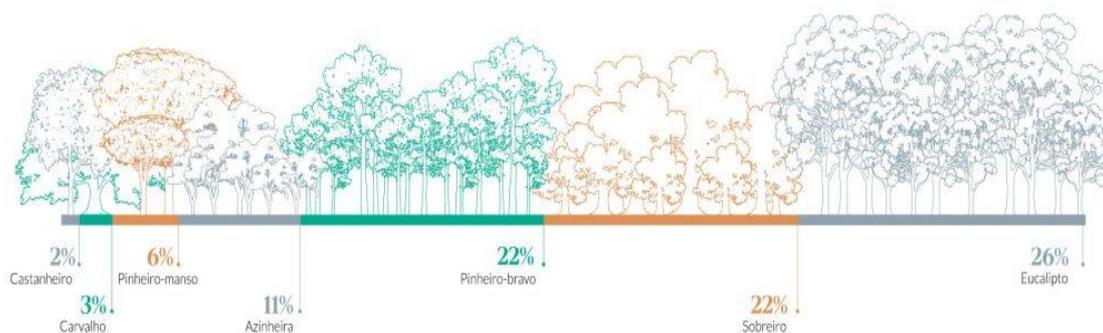


Figura 4 - Distribuição das áreas totais por espécie florestal em Portugal Continental (“As espécies mais comuns da floresta portuguesa”, 2022).

Através da análise da figura 4, é possível concluir que apesar de Portugal, ser representado pelos 4 grandes grupos, apenas 3 espécies, de todas as que foram enumeradas anteriormente, se destacam, mais concretamente o eucalipto, o sobreiro e o pinheiro-bravo. O eucalipto ocupa a

maior área, representando 26 %, correspondente a 737 000 ha (Pereira, et al., 2021), seguido do sobreiro e do pinheiro-bravo, onde ambos representam 22 %, equivalente a 720 000 e 713 000 ha (“As espécies mais comuns da floresta portuguesa”, 2022), respetivamente.

A condição atual das três principais espécies traduz a sua história, uma vez que a expansão da floresta portuguesa no século XX, se deveu à plantação do pinhal e do montado de sobreiro no seguimento da elevada procura por matérias-primas para a indústria, verificando-se ainda que apenas a partir da década de 60 deste mesmo século, se deu o início da plantação dos eucaliptos, em consequência das políticas florestais implementadas (Pereira, et al., 2009).

- Pinheiro-bravo

Esta espécie nativa e pioneira, encontra-se preferencialmente no Norte e Centro. É caracterizada, pelo seu elevado potencial produtivo, visto colonizar solos pobres ou degradados, facilitando o processo de desenvolvimento de outras espécies florestais mais exigentes, como é o caso dos carvalhos. Devido a esta capacidade do pinheiro de sucessão ecológica, o mesmo foi colocado em terrenos agrícolas abandonados de modo a transformar os mesmos em florestas ricas em biodiversidade. Contudo, esta potencialidade encontra-se em risco devido ao aumento significativo dos fogos florestais e cortes prematuros deste tipo de espécies (Pereira, et al., 2009).

- Montado

Trata-se de um sistema composto por uma grande diversidade de povoamentos com elevado valor sociocultural e histórico. É composto por diversas espécies, que por sua vez necessitam de diferentes gestões. Os povoamentos podem ser esparsos com densidades inferiores a 50 árvores por hectare, até florestas enormes com mais de 100 árvores por hectare. Encontram-se predominantemente no Ribatejo, Alentejo e litoral do Algarve. Estes, dependem essencialmente da sua capacidade para manter a infiltração da água, assim como do seu armazenamento no solo, o que pode ser bastante dificultado pelas alterações vividas nos últimos tempos (Pereira, et al., 2009).

- Eucalipto

Conhecido por ser uma árvore de rápido crescimento, com preferência por regiões com chuva abundante e invernos amenos, como se verifica na zona litoral a Norte do Tejo. A sua tendência depende essencialmente dos fatores biológicos como no caso do montado, mas também de decisões políticas e evoluções económicas e de mercados (Pereira, et al., 2009).

Todas as espécies anteriormente referidas têm um papel fundamental na dinâmica do planeta Terra, visto serem grandes reservatórios de dióxido de carbono durante a sua fase de crescimento, uma vez que aumentam consideravelmente a biomassa, traduzindo-se num aumento do armazenamento de carbono (Carvalho, 2018). Contudo, esta capacidade de armazenamento é fortemente afetada pela desflorestação, sobre-exploração de recursos e por um dos principais problemas vividos a nível mundial, as alterações climáticas. Estas alterações têm impactos na distribuição e especificidade da floresta portuguesa, uma vez que a elas estão associados aumentos de seca das regiões do interior Norte e Centro, traduzindo-se em mudanças no padrão geográfico e, também no crescente risco de incêndio em Portugal Continental (Pereira, et al., 2009). Dito isto, é corroborada a importância que as florestas têm para o combate das elevadas concentrações de dióxido de carbono presentes na atmosfera.

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DE REPORTE DE GEE

Em continuidade ao que foi referido anteriormente, o cálculo da pegada de carbono é bastante importante para auxiliar o desempenho ambiental de uma organização, uma vez que permite avaliar quais as atividades que mais contribuem para a libertação de gases com efeito de estufa para a atmosfera, permitindo assim estudar e refletir acerca das suas responsabilidades climáticas.

Dito isto, procedeu-se ao desenvolvimento de uma ferramenta de reporte de GEE e, conseqüentemente, de cálculo da pegada de carbono, com o objetivo de quantificar as emissões equivalentes às atividades diretas e indiretas da organização. Primeiramente, foi realizado um estudo das diferentes metodologias disponibilizadas na literatura, concluindo-se que todas têm como principal objetivo a quantificação das emissões de gases com efeito de estufa de forma a melhorar o desenvolvimento sustentável das organizações. As principais diferenças reportadas consistem nos métodos de cálculo, nas emissões consideradas e se o cálculo é referente a uma organização, cidade, município, região ou país. Posto isto, chegou-se à conclusão que o protocolo GEE seria a metodologia mais concordante com a quantificação a realizar, uma vez que para além de fornecer diretrizes para o cálculo, fornece de igual modo melhores opções práticas para a realização do inventário de GEE, disponibilizando folhas de apoio ao cálculo da pegada, de forma gratuita. A seleção deste método, deveu-se essencialmente ao facto desta metodologia ter uma estrutura mais completa e robusta para reportar as emissões, em especial as associadas ao âmbito 3, cuja contabilização é considerada facultativa pelas restantes, verificando-se uma maior informação, assim como disponibilização de diretrizes no protocolo GEE. Seguidamente, realizou-se um levantamento de todas as informações essenciais à construção da ferramenta, como a identificação dos indicadores e os respetivos fatores de emissão, para de seguida se determinar a pegada de carbono referente a cada indicador.

3.1 Elaboração de um Inventário de Emissões

O primeiro passo antes de iniciar o cálculo da pegada de carbono, corresponde à realização de um inventário de emissões, onde deve ser feito um levantamento de todas as atividades e serviços que emitam gases com efeito de estufa para a atmosfera.

Na tabela 5, encontram-se enumerados os dados obtidos do levantamento realizado para todas as atividades e serviços dos 7 estabelecimentos da Carclasse.

Tabela 5 - Tipo de emissões contabilizadas para o cálculo da pegada de carbono da Carclasse

Fonte de Emissão	Descrição	Tipo de Emissão
Combustão Estacionária	Consumo de gás natural, gás propano e diesel.	Âmbito 1 – Emissão direta
Combustão Móvel	Distância percorrida pela frota da Carclasse.	Âmbito 1 – Emissão direta
	Distância percorrida pelos colaboradores da Carclasse.	Âmbito 3 – Emissão indireta
	Distância percorrida pelo transporte de produtos para a Carclasse (<i>upstream</i>).	Âmbito 3 – Emissão indireta
	Distância percorrida na realização de testes de estrada.	Âmbito 3 – Emissão indireta
Fugas de Gases Fluorados	Fugas verificadas nos equipamentos de ar condicionado dos edifícios e viaturas.	Âmbito 1 – Emissão direta
Energia Elétrica	Consumo de eletricidade em todas as instalações da Carclasse.	Âmbito 2 – Emissão Indireta

Tabela 5 - Tipo de emissões contabilizadas para o cálculo da pegada de carbono da Carclasse (continuação)

Fonte de Emissão	Descrição	Tipo de Emissão
Energia Elétrica	Número de emails enviados por todas as instalações da Carclasse.	Âmbito 2 – Emissão indireta
	Produção de eletricidade a partir de painéis fotovoltaicos.	Emissão Evitada
Rede de Água	Consumo de água em todas as instalações da Carclasse.	Âmbito 3 – Emissão Indireta
Resíduos	Geração de resíduos resultantes das atividades da Carclasse.	Âmbito 3 – Emissão Indireta
Estadias	Número de noites passadas em hotéis.	Âmbito 3 – Emissão Indireta
Viagens de Negócios - avião	Distância percorrida, assim como o número de passageiros.	Âmbito 3 – Emissão Indireta

3.2 Fatores de Emissão

O cálculo foi realizado através da ferramenta Excel e vai de acordo com o método sugerido pelo protocolo GEE, que consiste na multiplicação dos dados da atividade (indicador) pelo fator de emissão adequado. Primeiramente, é realizado o cálculo separadamente para cada gás, ou seja, para o dióxido de carbono, metano e óxido nítrico, como é possível visualizar na equação 1.

$$t \text{ CO}_2 \text{ eq} = \text{dados da atividade} \times \text{FE (equação 1)}$$

FE – Fator de emissão da atividade em questão e pode estar em kg CO₂ equivalente, kg CH₄ em CO₂ equivalente e, ainda, em kg N₂O em CO₂ equivalente.

De seguida, soma-se os três valores calculados, obtendo-se a quantidade de dióxido de carbono equivalente.

Nas tabelas 6, 7 e 8, encontram-se explicitados os fatores de emissão para cada indicador, assim como a sua unidade de medida.

Tabela 6 - Fatores de emissão para os indicadores referentes ao âmbito 1

Indicador	Unidade	Fator de Emissão			Fonte
		kg CO ₂ eq	kg CH ₄ em CO ₂ eq	kg N ₂ O em CO ₂ eq	
Gás Natural	m ³	2,02	2,74x10 ⁻³	1,07x10 ⁻³	(Defra, 2018)
Gás Propano (GPL)	m ³	1541,40	1,19	0,95	
Gerador Diesel	m ³	2475,07	0,26	37,00	
Combustão Móvel – Frota Carclasse	Ligeiro Diesel	L	2,70	2,97x10 ⁻⁶	(Protocol GEE, 2018)
	Ligeiro Gasolina	L	2,32	1,03x10 ⁻⁴	
	Ligeiro Híbrido	L	2,32	1,42x10 ⁻⁴	
	Ligeiro Elétrico	L	0,00	0,00	
	Comercial Diesel	L	2,70	4,28x10 ⁻⁶	
	Comercial Gasolina	L	2,32	6,98x10 ⁻⁵	
	Pesados Diesel	L	2,70	1,19x10 ⁻⁵	
Gases Fluorados -Ar Condicionado	kg	Calculado diretamente no conversor da APA.			
Gases Fluorados - Viaturas	kg	Calculado diretamente no conversor da APA.			

Através da análise da tabela 6, é possível verificar que o fator de emissão associado às emissões resultantes da distância percorrida pelos veículos ligeiros elétrico da Carclasse é zero e, por isso, não existem emissões associadas a este consumo.

Tabela 7 - Fatores de emissão dos indicadores referentes ao âmbito 2

Indicador	Unidade	Fator de Emissão			Fonte
		kg CO ₂ eq	kg CH ₄ em CO ₂ eq	kg N ₂ O em CO ₂ eq	
Eletricidade	kWh	0,25	-	-	(DGEG, 2022)
Emails	Nº de emails	0,02	-	-	(Berners-Lee, 2020)

Tabela 8 - Fatores de emissão dos indicadores referentes ao âmbito 3

Indicador	Unidade	Fator de Emissão			Fonte	
		kg CO ₂ eq	kg CH ₄ em CO ₂ eq	kg N ₂ O em CO ₂ eq		
Água	m ³	0,15	-	-	(Defra, 2018)	
Combustão Móvel						
Transporte Colaboradores	Ligeiro Diesel	km	0,17	4,14x10 ⁻⁶	1,88x10 ⁻³	(Defra, 2018)
	Ligeiro Gasolina	km	0,17	3,20x10 ⁻⁴	3,60x10 ⁻⁴	
	Ligeiro Híbrido	km	0,12	1,70x10 ⁻⁴	1,10x10 ⁻³	
	Ligeiro Elétrico	km	0,05	2,10x10 ⁻⁴	3,50x10 ⁻⁴	
	Ligeiro GPL	km	0,20	5,00x10 ⁻⁵	4,10x10 ⁻⁴	
	Autocarro	km x n ^o	0,10	0,00	8,20x10 ⁻⁴	(Defra, 2018)
	Metro/ Comboio	passageiro	0,03	0,00	1,80x10 ⁻⁴	
	Motociclo	km	0,11	1,58x10 ⁻³	5,90x10 ⁻⁴	
Transporte <i>Upstream</i>	Camiões	km	0,85	1,70x10 ⁻⁴	1,28x10 ⁻²	(Protocolo GEE, 2018)
	Carrinhas	km	0,18	0,00	1,86x10 ⁻²	(Defra, 2018)
Transporte <i>Downstream</i>		km	0,18	0,00	1,86x10 ⁻²	(Defra, 2018)
Testes de Estrada	Ligeiros	km	0,17	4,14x10 ⁻⁶	1,88x10 ⁻³	(Defra, 2018)
	Comercial	km	0,18	0,00	1,86x10 ⁻²	
	Pesados	km	0,85	1,70x10 ⁻⁴	1,28x10 ⁻²	(Protocolo GEE, 2018)

Tabela 8 - Fatores de emissão dos indicadores referentes ao âmbito 3 (continuação)

Indicador	Unidade	Fator de Emissão			Fonte
		kg CO ₂ eq	kg CH ₄ em CO ₂ eq	kg N ₂ O em CO ₂ eq	
Geração de Resíduos nas Operações					
Papel e Cartão	t	21,29	-	-	(Defra, 2018)
Metal	t	21,29	-	-	
Absorventes e trapos	t	21,29	-	-	
Acumuladores de Chumbo	t	21,29	-	-	
Plástico	t	21,29	-	-	
Resíduos de Construção	t	0,99	-	-	
Mistura de Resíduos Urbanos	t	467,05	-	-	
Borracha	t	21,29	-	-	
Vidro	t	21,29	-	-	
Viagens de Negócios - Avião	km x n° passageiro	0,10	1,00x10 ⁻⁵	9,10x10 ⁻⁴	
Estadias em Hotéis					
Portugal	n° de noites	26,00	-	-	(Defra, 2018)
Espanha	n° de noites	18,70	-	-	
França	n° de noites	6,50	-	-	
Áustria	n° de noites	13,90	-	-	
Espanha	n° de noites	18,70	-	-	
França	n° de noites	6,50	-	-	
Áustria	n° de noites	13,90	-	-	

CAPÍTULO 4 – CASO DE ESTUDO DA PEGADA CARBÓNICA DA CARCLASSE

Para a realização deste cálculo, foi necessária a recolha de todos os dados indispensáveis para a execução do seu tratamento na folha de cálculo. Nos seguintes gráficos, encontram-se ilustrados todos os consumos relativos ao ano 2021 da empresa Carclasse, com a respetiva pegada de carbono em kg CO₂ equivalente, para os diferentes âmbitos anteriormente referidos. Após ser realizada a discussão de todos os dados obtidos, é possível visualizar a análise global referente ao ano de 2021.

Neste mesmo capítulo, encontra-se também o cálculo das emissões de energia evitadas no ano de 2021, resultantes da obtenção de energia solar proveniente dos painéis fotovoltaicos colocados nos diferentes edifícios da empresa, assim como o cálculo realizado para a obtenção do número necessário de árvores a plantar de modo a neutralizar as emissões de dióxido de carbono da Carclasse.

4.1 Cálculo Total da Pegada de Carbono

4.1.1 Âmbito 1

O preenchimento da folha de cálculo, iniciou-se com a análise das emissões associadas ao âmbito 1, mais concretamente com as associadas à **combustão estacionária**, que incluiu os dados do consumo de gás natural presente na Carclasse de Braga, Famalicão e Lisboa, do consumo de gás propano em Barcelos, Guimarães e Viana do Castelo e, por fim, do consumo associado ao gerador a diesel em Lisboa. As redes de gás natural e gás propano, são utilizadas maioritariamente nas oficinas de colisão, mais concretamente na estufa de pintura, assim como para o aquecimento de água para utilização nos balneários e na copa. Relativamente ao gerador a diesel, este é somente utilizado em caso de falha de energia, de modo a garantir o funcionamento de determinados equipamentos indispensáveis às atividades da Carclasse.

Os consumos mensais para todos os indicadores foram obtidos através da análise e leitura das faturas correspondentes. De modo a ser possível apresentar todos os dados na mesma unidade de medida, m³, os consumos mensais de gás natural em kWh foram multiplicados por um fator de conversão (kWh/m³) explicitado nas faturas. No caso do gás propano, os consumos em kg foram divididos pela densidade (kg/m³) referenciada na folha de apoio ao cálculo da pegada de carbono disponibilizada pela Defra (Defra, 2018). Após se terem obtido todos os consumos na

mesma unidade de medida, estes foram multiplicados pelos respetivos fatores de emissão para seguidamente se determinar a pegada de carbono equivalente.

Na tabela 9, é possível visualizar os consumos anuais para cada um dos dados analisados.

Tabela 9 - Consumo anual e pegada de carbono equivalente, para cada um dos indicadores analisados

Indicador	Consumo (m ³)	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Gás Natural	36 890,92	74,57	64,09	74,43	0,10	0,04
Gás Propano	26,75	41,30	35,48	41,24	0,03	0,03
Gerador a Diesel	0,20	0,51	0,43	0,50	5,20x10 ⁻⁵	0,01
Total	36 917,55	116,38	100	116,17	0,13	0,08

Através da análise da tabela 9, é possível verificar que o gás natural corresponde ao indicador mais consumido anualmente pela Carclasse e, conseqüentemente é aquele cuja contribuição para a pegada de carbono também é maior. O consumo anual de gás propano é cerca de 1400 vezes inferior ao consumo de gás natural, contudo, a sua contribuição para a pegada de carbono é apenas metade da do gás natural. Através da comparação dos fatores de emissão de ambos os indicadores, foi possível concluir que o consumo de 1 m³ de gás propano é equivalente a 1 543,54 kg CO₂eq, enquanto que o consumo de 1 m³ de gás natural equivale apenas a 2,02 kg CO₂eq, comprovando que a utilização de gás propano é mais prejudicial para o meio ambiente do que a utilização de gás natural.

Relativamente ao gerador a diesel, o seu baixo consumo quando comparado com os restantes indicadores, deve-se ao facto de ser apenas utilizado quando ocorrem cortes ou falhas de energia e, por isso, só carregado semestralmente de forma a estar sempre apto para as devidas situações de emergência.

A figura 5, retrata o consumo mensal de todas as instalações da Carclasse, assim como a respetiva pegada de carbono.



Figura 5 - Consumo e pegada de carbono associada à combustão estacionária.

Através da análise da figura 5, é possível concluir que se observa um aumento dos consumos nos meses de janeiro ($4\,210\text{ m}^3$), maio ($3\,717\text{ m}^3$), novembro ($3\,745\text{ m}^3$) e dezembro ($4\,057\text{ m}^3$), o que pode estar relacionado com um aumento do número de entrada de carros em oficina, traduzindo-se num aumento do consumo destes gases. É também possível concluir que o consumo anual destes gases é de $36\,918\text{ m}^3$ equivalente a 116 toneladas de $\text{CO}_2\text{ eq}$.

O gráfico 6, ilustra a contribuição de cada instalação para a pegada de carbono associada ao consumo de gás natural, propano e gerador a diesel.

Pela análise da figura 6, é possível visualizar que a filial cuja contribuição para a pegada de carbono é maior é a de Lisboa com 41 % das emissões totais, seguida de Guimarães com 15 %, Famalicão e Braga com 12 %, Viana do Castelo com 11 % e, por fim, Barcelos com 9 %. Os consumos destes gases, são proporcionais às áreas das oficinas e número de entradas de viaturas, observando-se assim que as instalações com maiores contribuições correspondem aquelas cujas áreas de oficina e número de entradas de viaturas são maiores, traduzindo-se num maior consumo dos gases e, conseqüentemente numa maior emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera.

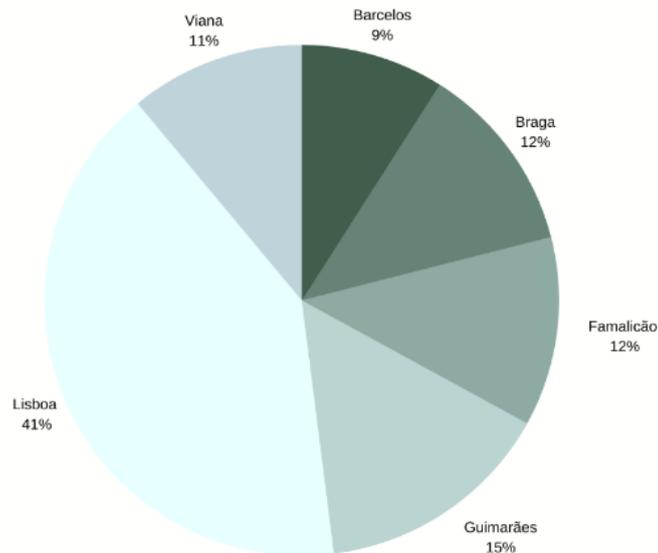


Figura 6 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à combustão estacionária.

Após a realização do levantamento e, posterior tratamento de todas as emissões associadas à combustão estacionária, seguiu-se para o tratamento dos dados associados às emissões originadas pela **queima de combustíveis fósseis da frota automóvel da empresa**. Estes dados, foram obtidos através da análise e tratamento de um inventário realizado pela Carclasse, com os diferentes tipos de veículos e combustível pertencentes à organização. De forma, a tornar mais fácil o tratamento deste âmbito, separou-se o tipo de viatura assim como o respetivo tipo de combustível e fez-se o somatório da quantidade de combustível consumido no ano de 2021. De seguida, multiplicou-se esse valor pelo fator de emissão correspondente obtendo-se a pegada de carbono associada.

Os diferentes tipos de veículos pertencentes à organização englobam, os automóveis ligeiros que são utilizados maioritariamente para as deslocações casa – local de trabalho (pelos colaboradores que possuem carro da empresa) e para as viagens de negócios. Inclui também os comerciais, onde estão incluídas carrinhas e carros comerciais para a entrega de mercadorias, entre outras funções operacionais, assim como carros de passageiros com maiores dimensões como os SUVs. As viaturas do tipo comercial, foram selecionadas de acordo com a folha de apoio ao cálculo da pegada de carbono disponibilizada pelo protocolo GEE. Por fim, engloba também viaturas pesadas, como é o caso dos camiões, utilizados essencialmente para serviços de apoio, transporte de viaturas e resíduos.

Na tabela 10, é possível visualizar os consumos anuais de combustível para cada um dos dados analisados.

Tabela 10 - Consumo anual e pegada de carbono equivalente, para cada tipo de viatura analisada

Indicador	Consumo (L)	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Ligeiro Diesel	125 436,01	338,35	58,33	338,32	3,73x10 ⁻³	0,03
Ligeiro Gasolina	22 951,28	53,23	9,18	53,23	2,68x10 ⁻³	4,91x10 ⁻⁴
Ligeiro Híbrido	8 570,85	19,88	3,43	19,88	1,22x10 ⁻³	2,54x10 ⁻⁴
Comercial Diesel	53 795,39	145,10	25,01	145,10	2,30x10 ⁻⁴	3,45x10 ⁻⁴
Comercial Gasolina	3 545,82	8,22	1,42	8,22	2,47x10 ⁻⁴	1,00x10 ⁻⁴
Pesado	5660,74	15,27	2,63	15,27	6,71x10 ⁻⁵	6,32x10 ⁻⁵
Total	219 960,09	580,06	100	580,03	8,17x10⁻³	0,03

Através da análise da tabela 10, é possível observar que o tipo de viatura que mais contribui para a pegada de carbono foi o ligeiro a diesel, que por sua vez é a que existe em maior quantidade na frota da Carclasse, sendo utilizada para a realização de viagens de negócios, deslocações casa – local de trabalho por colaboradores com viaturas da frota interna e como viaturas de serviço pelos clientes quando deixam as suas viaturas nas oficinas.

De seguida, encontram-se ilustrados na figura 7, os consumos mensais de combustível por toda a frota das diferentes instalações da Carclasse, tal como as emissões de CO₂eq associadas.

Pela análise da figura 7, verifica-se que no mês de julho se verificou um aumento significativo do consumo de combustíveis face aos restantes meses. Tal, poderá ter ocorrido, devido à realização de um maior número de viagens em negócios ou até mesmo pela ocorrência de formações, sendo necessária a deslocação de um maior número de colaboradores. Através da mesma, é possível concluir que em 2021, a frota da Carclasse consumiu 219 960 L de combustível fóssil, traduzindo-se na emissão de 580 toneladas de dióxido de carbono para a atmosfera.

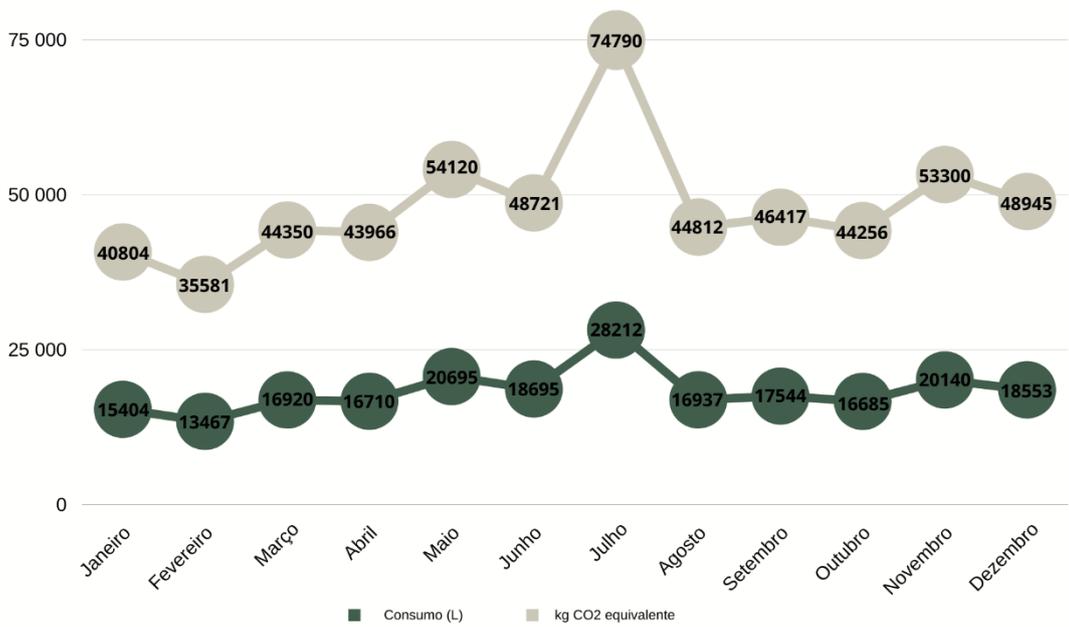


Figura 7 - Consumo e pegada de carbono associada à combustão móvel da frota da Carclasse.

De igual modo ao observado anteriormente, realizou-se um gráfico resumo, onde se encontra apresentada a contribuição de cada filial da Carclasse para a pegada de carbono associada à queima de combustíveis móveis. Tal, é possível de visualizar a partir do gráfico ilustrado na figura 8, onde se pode concluir que a instalação cuja contribuição para a pegada carbónica é superior é a de Braga, com aproximadamente 42 % das emissões totais. Esta, é seguida de Lisboa com 35 %, Famalicão e Guimarães com 7 %, Viana com 5 % e, por fim, Barcelos com 4 %.

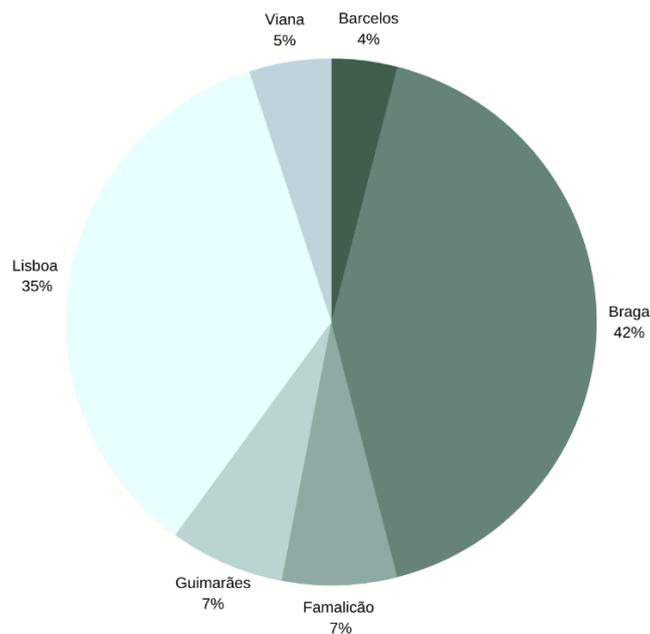


Figura 8 – Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à combustão móvel.

Por fim, os dados das **emissões fugitivas diretas** foram consultados a partir das fichas de intervenção realizadas que discriminam a existência ou não de fugas, tal como as quantidades administradas. Para tal, recorreu-se à análise das mesmas realizadas aos **equipamentos de ar condicionado dos edifícios**, concluindo-se que não se obtiveram fugas em 2021 e, conseqüentemente, não houve contribuição deste parâmetro para o cálculo final da pegada.

No que diz respeito aos gases fluorados (HCF-134a) colocados nos ares condicionados das viaturas, na administração dos mesmos nas oficinas da Carclasse, não se verificam fugas, pois a colocação é feita através de um sistema fechado, contudo, até à próxima manutenção existem sempre fugas associadas. Para a determinação da pegada de carbono referente à Carclasse, contabilizou-se as fugas após a manutenção para toda a frota da Carclasse, obtendo-se os resultados de ilustrados na figura 9.

A partir da análise da figura 9, é possível concluir que nos meses de junho, julho e agosto há um aumento das fugas quantificadas, o que está relacionado com o facto de ter havido um maior número de manutenções realizadas às viaturas da frota interna nesses meses. É também possível afirmar, que em 2021, quantificou-se 7,64 kg de fugas de gases fluorados colocados nos ACs das viaturas que se traduziu na emissão de, aproximadamente 11 toneladas de CO₂ eq para a atmosfera. Os gases administrados são correspondentes ao HFC-134a e têm um potencial de aquecimento global (PAG) cerca de 1 430 vezes superior ao do dióxido de carbono, pelo que o seu impacto é bastante elevado quando comparado a quantidades idênticas com as dos restantes indicadores.

A figura 10, representa a contribuição de cada instalação da Carclasse para a pegada de carbono associada às emissões fugitivas diretas. Pela análise da mesma, é possível verificar que a Carclasse de Lisboa, corresponde à filial cuja contribuição para a PC é superior, verificando-se a emissão de 39% das emissões totais, seguida de Braga com 24 %, Barcelos com 12 %, Guimarães e Famalicão com 9 % e Viana com 7 %.

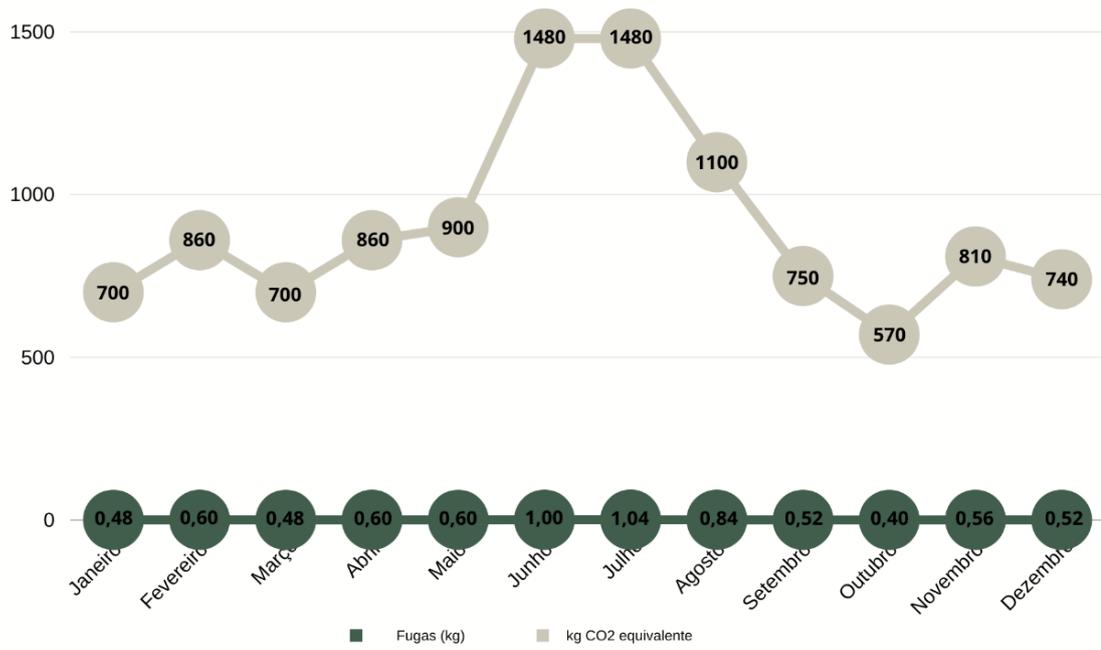


Figura 9 - Quantidade e pegada de carbono associada às fugas de gases fluorados.

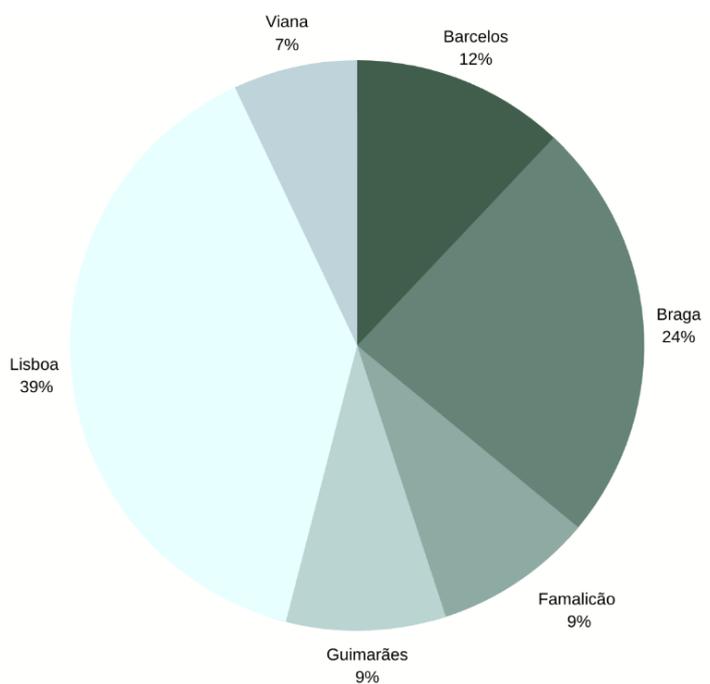


Figura 10 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às emissões fugitivas diretas.

A tabela 11, ilustra a contribuição de cada indicador do âmbito 1 para a pegada de carbono da Carclasse.

Tabela 11 - Contribuição de cada indicador para a pegada carbónica associada ao âmbito 1

Indicador	t CO ₂ eq total	%
Combustão Estacionária	116,37	16,45
Combustão Móvel	580,06	82
Emissões Fugitivas	10,95	1,55
Total	707,38	100

A partir da análise da tabela 11, é possível concluir que a combustão móvel é aquela cuja contribuição é superior, representando 82 % das emissões totais referentes ao âmbito 1, seguida da combustão estacionária com 17 % e, por fim, as emissões fugitivas diretas com 2 %. O consumo de combustível da frota interna é muito elevado, pois incluiu todas as deslocações de negócios realizadas por via terrestre, parte dos resíduos transportados, deslocações diárias dos colaboradores com viatura da empresa e, ainda, as deslocações realizadas pelos clientes quando deixam as suas viaturas nas oficinas, sendo por isso o indicador do âmbito 1 cuja contribuição para a PC é a mais elevada.

4.1.2 Âmbito 2

O tratamento das emissões indiretas associadas ao âmbito 2, iniciou-se com a análise dos dados do consumo de **eletricidade**, de seguida apresentado. Estes dados foram obtidos através da leitura e análise das faturas mensais, assim como a partir da consulta da plataforma E-REDES, onde se encontra disponível um histórico com os consumos mensais para todas as instalações da Carclasse. Para ser possível determinar a emissão associada aos consumos lidos, multiplicou-se o consumo pelo fator de emissão correspondente.

Seguidamente, encontram-se ilustrados na figura 11 os consumos mensais de energia elétrica para todas as instalações da Carclasse.

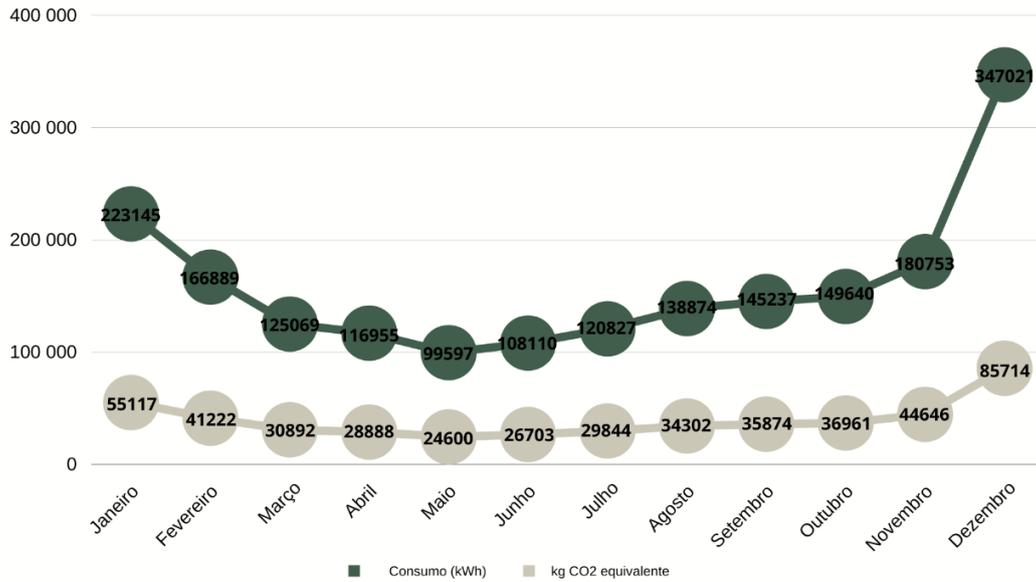


Figura 11 – Consumo e pegada de carbono associada à energia elétrica.

A partir da visualização da figura 11, é possível concluir que os meses cujo consumo e pegada de carbono associada são superiores correspondem aos de janeiro (223 145 kWh), fevereiro (166 889 kWh), setembro (145 237 kWh), outubro (149640 kWh), novembro (180 753 kWh) e dezembro (347 021 kWh). Verificou-se um consumo mais elevado nesses meses, uma vez que se tratam de meses mais frios e escuros, traduzindo consequentemente numa menor produção de energia fotovoltaica, havendo um maior consumo de energia elétrica proveniente da rede pública. As 7 instalações da Carclasse em 2021 consumiram 1 922 117 kWh de energia elétrica, o que se traduz na emissão de aproximadamente 475 toneladas de dióxido de carbono para a atmosfera.

A figura 12, ilustra a contribuição de cada instalação individualmente para a pegada de carbono referente ao consumo e compra de energia elétrica.

Pela análise do diagrama ilustrado na figura 12, é possível verificar que a Carclasse de Lisboa com 43 % das emissões totais, é a que mais contribui para a emissão de dióxido de carbono para a atmosfera, seguida de Guimarães e Famalicão com 16 %, Braga com 9%, Expo com 6 % e, por fim, Viana e Barcelos com 5 %. Verifica-se de igual modo ao que foi observado anteriormente, que estes consumos são diretamente proporcionais à área das instalações.

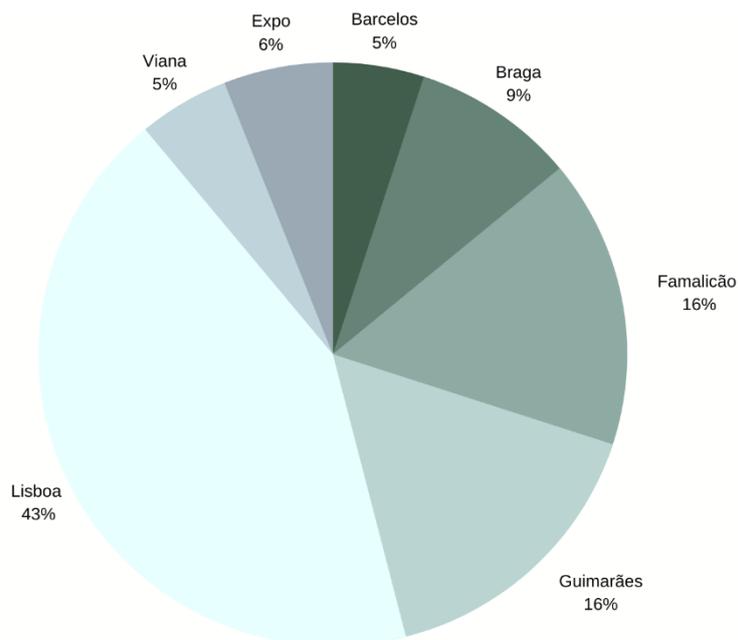


Figura 12 – Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada ao consumo de eletricidade.

O tratamento das emissões referentes ao âmbito 2, termina com a análise dos dados resultantes do **número de emails** enviados em 2021. Este indicador encontra-se incluído neste âmbito, uma vez que a emissão associada ao envio e receção de um email provém da eletricidade necessária para alimentar o kit utilizado pelo dispositivo onde o mesmo foi escrito, pela rede que o envia, pelo centro de dados em que são armazenados e pelo dispositivo que leu o email. Os dados conseguidos para este tratamento, são provenientes da plataforma de gestão, contudo foi apenas possível quantificar o número total de emails enviados pela Carclasse, não sendo possível determinar o número por filial, nem por mês. A tabela 12, ilustra a pegada de carbono associada a este indicador.

Tabela 12 – Número total de emails enviados com a respetiva pegada de carbono

Indicador	Número de emails enviados	t CO ₂ eq
Emails enviados	1 268 418	21,56

A partir da análise da tabela 12, verifica-se que em 2021, foram enviados 1 268 418 emails, equivalentes a aproximadamente 22 toneladas de dióxido de carbono emitidas para a atmosfera.

De igual modo ao verificado anteriormente, a tabela 13 ilustra a contribuição de cada um dos indicadores para a pegada de carbono referente ao âmbito 2.

Tabela 13 - Contribuição de cada indicador para a pegada carbónica associado ao âmbito 2

Indicador	t CO ₂ eq total	%
Eletricidade	399,45	94,88
Emails Enviados	21,56	5,12
Total	421,01	100

Através da observação da tabela 13, é possível concluir que a compra de energia elétrica à rede pública é responsável pela maioria das emissões associadas ao âmbito 2, representado 95 % das emissões totais. Isto deve-se ao facto das instalações da Carclasse, serem compostas por duas ou três oficinas e cerca de 20 escritórios na maioria das suas instalações, traduzindo-se em consumos elevadíssimos de energia elétrica.

4.1.3 Âmbito 3

O cálculo da Pegada Carbónica associada ao terceiro âmbito, iniciou-se com o tratamento das emissões resultantes do **consumo de água da rede**, utilizada maioritariamente nas atividades de rega, serviços de lavagem de viaturas, nos balneários, na copa e nas redes sanitárias. Os consumos foram determinados através da consulta das faturas mensais, sendo de seguida multiplicados pelo fator de emissão correspondente. Na figura 13, é possível visualizar os resultados obtidos do tratamento destes dados.

Através da análise da figura 13, verifica-se que o consumo anual de água é de 10 471 m³, equivalente a aproximadamente 2 toneladas de dióxido de carbono. É também possível observar que existe um aumento do consumo associado aos meses de verão, que pode estar relacionado com um aumento das atividades nas empresas, mais concretamente devido a um maior número de veículos para o serviço de lavagens, ou por haver maiores períodos de tempo de rega, devido ao aumento da temperatura sentido nesses meses.



Figura 13 – Consumo e pegada de carbono associada à rede de água.

Na figura 14, encontra-se ilustrada a contribuição de cada uma das instalações para a pegada carbónica referente ao consumo de água.

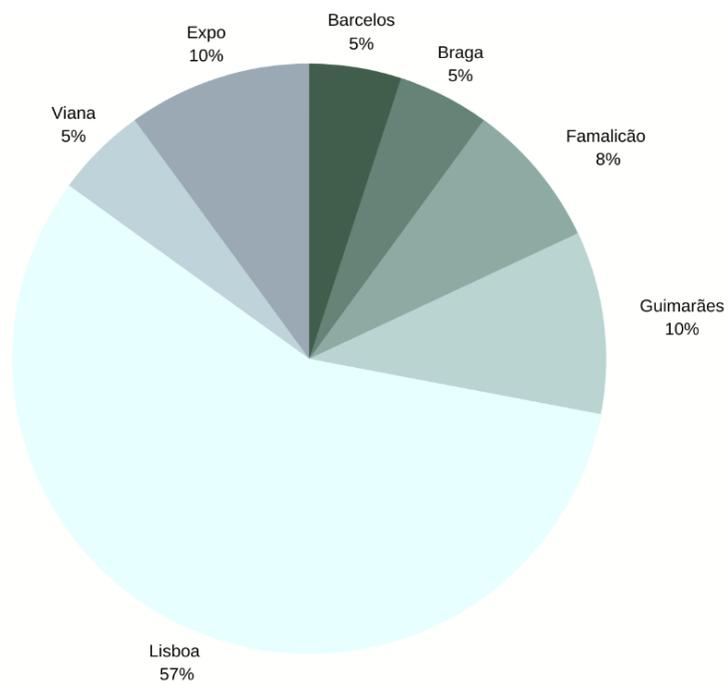


Figura 14 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à rede de água.

Pela análise do gráfico ilustrado na figura 14, é possível concluir que a Carclasse de Lisboa tem um maior peso para a pegada de carbono contribuindo com 57 % das emissões totais, seguida da Carclasse de Guimarães e da Expo com 10 %, Famalicão com 8 % e, por último Barcelos, Braga e Viana com 6 %. No que diz respeito aos consumos de Lisboa, Guimarães, Famalicão, Barcelos e Viana, estes são proporcionais à área das instalações, verificando-se que quanto maior é a instalação maior será o consumo de água e, conseqüentemente maior será a sua contribuição.

Os valores relacionados com a Carclasse da Expo contrariam o que foi anteriormente referido, visto que são bastante elevados face ao número de colaboradores e atividade que a empresa possui. Entrou-se em contacto com a entidade responsável pelo serviço e, constatou-se que a mesma só se deslocava à organização de 6 em 6 meses para fazer as leituras dos consumos e, devido a isso, os consumos dos restantes meses eram obtidos a partir de estimativas não traduzindo o consumo real da empresa. Posto isto, para a contabilização da pegada carbónica referente ao ano de 2021, considerou-se os valores faturados, pois apesar de não serem reais não se sabe qual o verdadeiro valor consumido. Contudo, em 2022 este erro foi retificado, através do envio mensal dos valores obtidos no contador para a entidade referente, de modo a obter os consumos mais reais possíveis.

Seguidamente, realizou-se o tratamento de dados associados à combustão móvel, iniciando-se o mesmo com a análise dos dados resultantes do questionário (em anexo) realizado a todos os colaboradores, cujo meio de transporte não é propriedade da empresa, sobre a **distância percorrida diariamente para a Carclasse**. De igual forma ao realizado anteriormente para a combustão móvel da frota da Carclasse, separou-se o tipo de viatura assim como o respetivo combustível e fez-se o somatório dos quilómetros realizados no ano de 2021. De seguida, multiplicou-se esse valor pelo fator de emissão correspondente obtendo-se a pegada de carbono associada.

A tabela 14, ilustra as distâncias anualmente percorridas para cada meio de transporte utilizado.

Tabela 14 - Distância percorrida e pegada de carbono total referente à distância percorrida diariamente pelos colaboradores para a Carclasse

Indicador	Distância (km)	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Ligeiro Diesel	2 008 250	338,26	68,62	334,47	0,01	3,78
Ligeiro Gasolina	686 500	119,66	24,27	119,20	0,22	0,25
Ligeiro Híbrido	12 500	1,49	0,30	1,48	2,13x10 ⁻³	0,01
Ligeiro Elétrico	45 000	2,46	0,50	2,44	0,01	0,02
Ligeiro GPL	4 000	0,79	0,16	0,79	2,00x10 ⁻⁴	1,64x10 ⁻³
Transportes Públicos	276 250	20,44	4,15	20,27	0,01	0,16
Motociclo	86 750	9,85	2	9,66	0,14	0,05
Total	3 119 250	492,17	100	488,31	0,39	4,27

Pela análise da tabela 14, é possível concluir que o meio de transporte mais utilizado pelos colaboradores, para se deslocarem diariamente à Carclasse, é o veículo ligeiro a diesel e, consequentemente é aquele cuja contribuição para a pegada carbónica é superior. O segundo meio de transporte mais utilizado são os veículos ligeiros a gasolina, seguidos dos transportes públicos, cuja preferência se relevou superior em Lisboa, o que pode estar relacionado com o maior tráfego de automóveis sentido nessa cidade.

A figura 15, ilustra os quilómetros realizados por todos os meios de transporte utilizados pelos colaboradores de cada filial, assim como a pegada de carbono associada a cada uma delas.

Através da análise da figura 15, é possível afirmar que a variação dos valores não é muito significativa, uma vez que variam apenas de acordo com os dias úteis de cada mês, visto ser constante a distância percorrida. Pode-se também retirar que a distância percorrida anualmente referente às deslocações diárias dos colaboradores da Carclasse é de 3 119 250 km, o que é equivalente a 492 toneladas de CO₂eq.

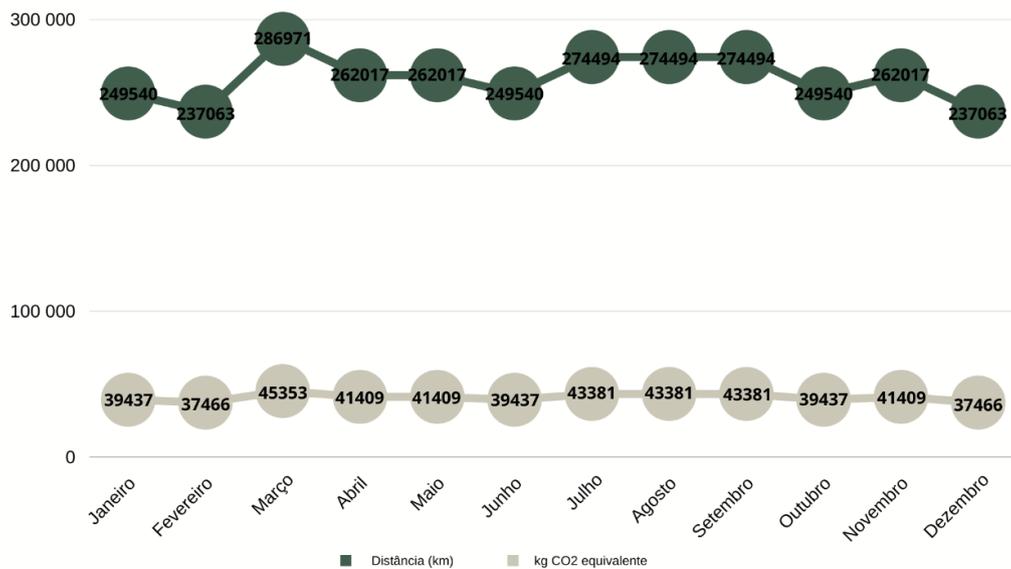


Figura 15 – Consumo e pegada de carbono associada às deslocações diárias dos colaboradores para a Carclasse.

De igual modo ao observado anteriormente, o gráfico 16 traduz a contribuição de cada uma das instalações para a pegada de carbono associada a este indicador.

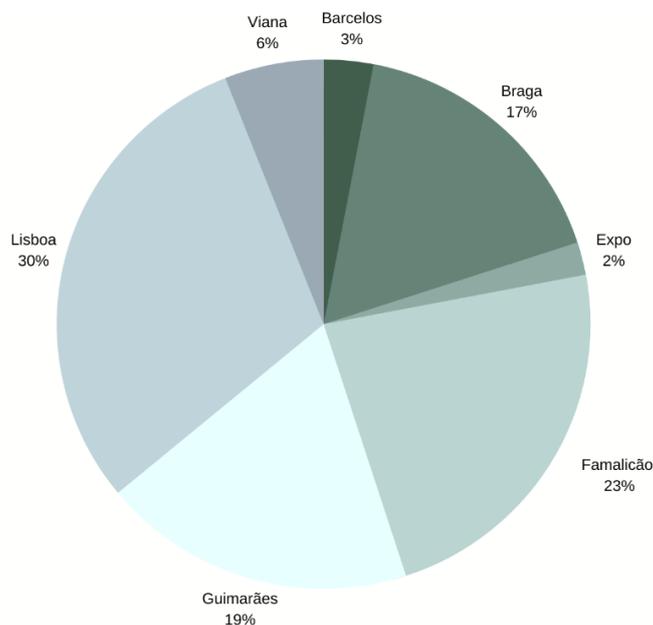


Figura 16 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às deslocações diárias dos colaboradores para a Carclasse.

Pela análise do diagrama ilustrado na figura 16, é possível verificar que a Carclasse de Lisboa é a que mais contribui representando 30 % das emissões totais, seguida de Famalicão com 23 %,

Guimarães com 19 %, Braga com 17 %, Viana com 6 %, Barcelos com 3 % e, por fim, Expo com 2 %.

De seguida, procedeu-se à determinação das emissões associadas ao transporte de produtos (*upstream*) e produtos finais (*downstream*).

No que diz respeito ao **transporte *upstream***, foram incluídos os dados associados ao transporte de viaturas novas e usadas para a Carclasse, assim como de peças.

As viaturas novas, são provenientes da MB Portugal na Abrunheira e seguem para a cada uma das instalações da Carclasse separadamente. Para determinar o número de quilómetros realizados pelo transporte das mesmas, recorreu-se ao histórico de vendas, determinando-se o número de carros vendidos no ano de 2021. Cada camião transporta apenas 11 carros ligeiros ou 6 carros comerciais/carrinhas ou 1 camião, a partir destes dados foi possível determinar o número de camiões necessários para o transporte de viaturas e, conseqüentemente, determinou-se o número de quilómetros realizados mensalmente através da multiplicação do número de camiões pela distância do stand até cada edifício da Carclasse. Relativamente, aos veículos usados, estes podem ser adquiridos em diferentes stands e locais de venda, verificando-se que muitas das vezes são obtidos por trocas diretas com os clientes e, devido a isso, foi estimado um valor médio de 50 km para cada veículo vendido no ano de 2021.

No que diz respeito ao transporte de peças para a Carclasse, verificou-se que existem todos os dias entregas, à exceção de domingos e segundas, para Barcelos, Braga, Famalicão, Guimarães e Lisboa, provenientes do fornecedor da Mercedes localizado em Espanha na Guadalajara. Na quantificação dos quilómetros realizados diariamente por este fornecedor Espanhol, foi tido em consideração que o mesmo se desloca a outras empresas e, por isso, a distância percorrida foi dividida pelo número de empresas a que o mesmo se desloca. Verificou-se também a realização de entregas de 2 em 2 semanas por fornecedores mais pequenos para cada uma das filiais, percorrendo em média 60 km para cada entrega. Por fim, estes valores determinados foram todos somados e multiplicados pelo fator de emissão correspondente, determinando assim a pegada de carbono associada. Os dados finais resultantes da distância percorrida por estes transportes encontram-se ilustrados na figura 17.

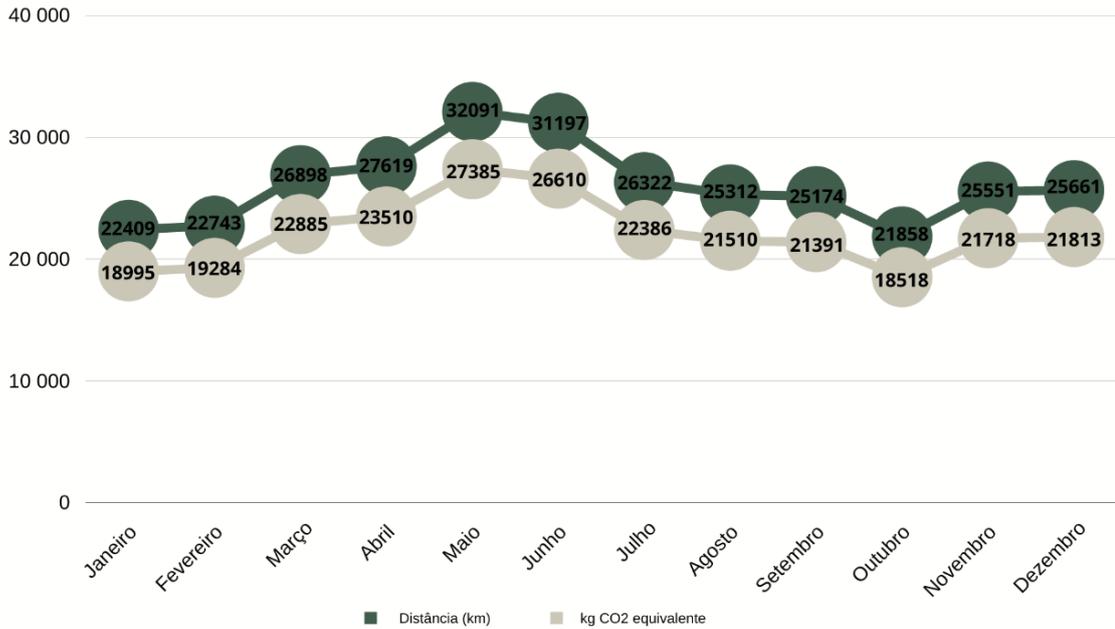


Figura 17 - Distância percorrida e pegada de carbono associada ao transporte de produtos.

Através da análise da figura 17, é possível afirmar que a variação dos valores não é muito significativa, uma vez que o número de entregas realizadas mensalmente é mais ou menos constante, verificando-se apenas aumentos nas distâncias percorridas quando o número de camiões necessários para o transporte de viaturas novas e a distância percorrida pelos carros usados aumentam, uma vez que não ocorre mensalmente. Pode-se também retirar que a distância percorrida anualmente para a entrega de produtos em todas as instalações da Carclasse é de 312 836 km, o que é equivalente a 266 toneladas de CO₂ eq.

De igual modo ao apresentado anteriormente, o gráfico 18 traduz as contribuições de cada instalação para a pegada carbónica associada ao transporte de produtos para a Carclasse.

Pela análise da figura 18, é possível verificar que a Carclasse de Lisboa é a que mais contribui representando 28 % das emissões totais, seguida de Braga com 24 %, Famalicão e Guimarães com 13 %, e, por fim Barcelos e Viana com 11 %.

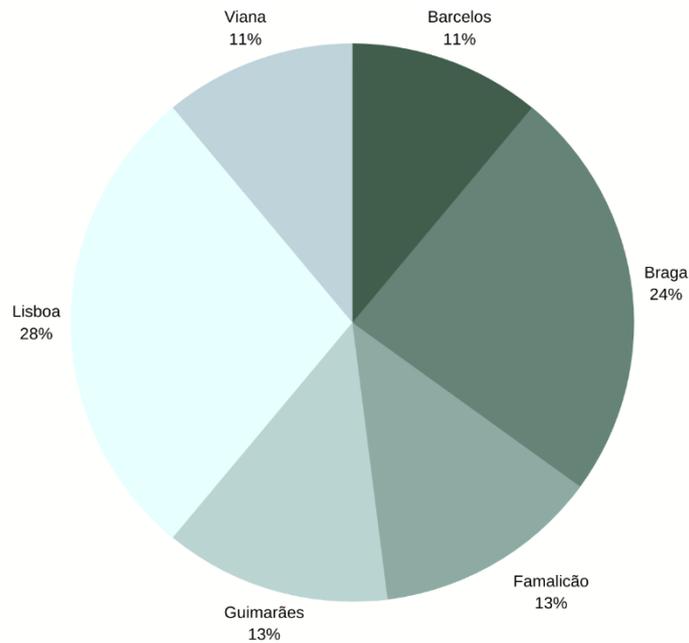


Figura 18 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada ao transporte de produtos.

Relativamente ao **transporte de produtos finais (*downstream*)**, verificou-se que são feitas entregas aos clientes todos os dias pelas filiais de Braga, Famalicão, Guimarães e Lisboa e de 2 em 2 dias por Barcelos e Viana, percorrendo em média 50 km para cada entrega, contudo estes serviços são realizados por viaturas pertencentes à Carclasse, estando as suas emissões contabilizadas no âmbito 1.

O seguinte parâmetro da combustão móvel tratado, é referente aos **testes de estrada** realizados nas viaturas dos clientes de modo a verificar se a mesma se encontra devidamente apta para o seu levantamento. Para a determinação da pegada de carbono associada a este indicador, recorreu-se à plataforma de gestão da Carclasse de forma a contabilizar o número de quilómetros realizados por cada viatura, para de seguida se multiplicar pelo fator de emissão mais apropriado.

A tabela 15, ilustra as distâncias anualmente percorridas para cada tipo de viatura submetida a teste de estrada nas oficinas da Carclasse.

Através da análise da tabela 15, é possível concluir que o maior número de testes de estrada é realizado em veículos ligeiros, representando 63 % das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera. De seguida, seguem-se os pesados com uma contribuição de aproximadamente de 29 % e, por fim, os comerciais responsáveis por 8 % das emissões.

Tabela 15 - Distância percorrida e pegada de carbono referente aos testes de estrada realizados

Indicador	Distância Percorrida (km)	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Ligeiro	128 141	21,58	63,42	21,34	5,31x10 ⁻⁴	0,24
Comercial	14 228	2,61	7,66	2,58	0	0,03
Pesados	11 357	9,84	28,93	9,69	1,93x10 ⁻³	0,15
Total	153 726	30,64	100	30,23	2,46x10⁻³	0,42

A figura 19, ilustra a distância total percorrida mensalmente em resultado da realização dos testes de estrada para todas as instalações da Carclasse, com as respetivas toneladas de CO₂ equivalente.

A partir da análise da figura 19, é possível verificar uma subida dos quilómetros realizados de maio a setembro o que está diretamente relacionado com o facto de serem os meses com maior fluxo de viaturas nas oficinas, traduzindo-se na necessidade de mais realizações de testes de estrada, de modo a garantir que o veículo se encontra em condições favoráveis para o seu levantamento por parte do cliente. É igualmente possível concluir que em 2021 realizaram-se 153 726 km em testes de estrada, equivalente a 34 toneladas de dióxido de carbono.

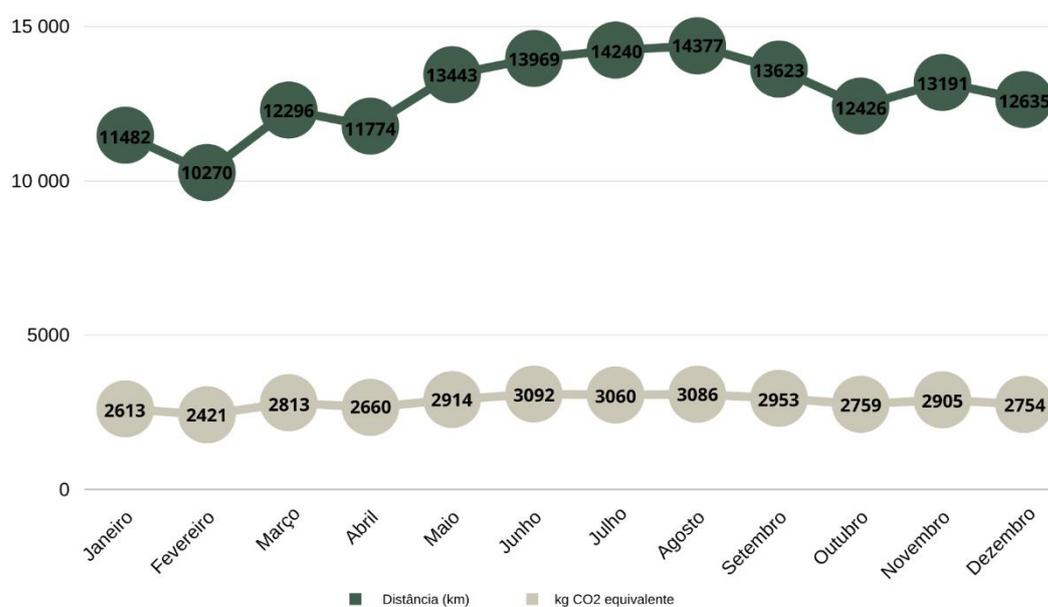


Figura 19 – Distância percorrida e pegada de carbono associada à realização de testes de estrada.

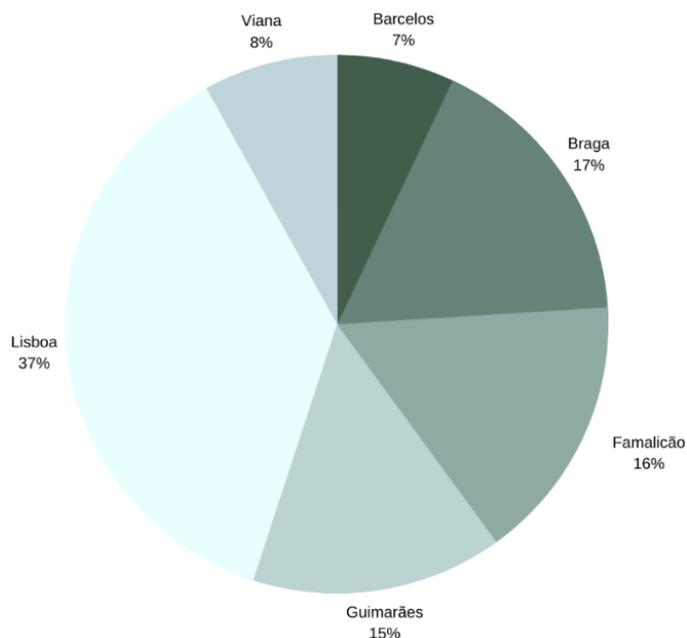


Figura 20 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à realização de testes de estrada.

Na figura 20, é possível visualizar a contribuição de cada instalação para a pegada de carbono referente a este indicador, sendo possível concluir que a instalação cuja contribuição é maior é a de Lisboa, responsável por 37 % das emissões, seguida de Braga com 17 %, Famalicão com 16 %, Guimarães com 15 %, Viana com 8 % e, por fim, Barcelos com 7 %. De igual modo ao verificado anteriormente, as contribuições determinadas são diretamente proporcionais aos tamanhos das oficinas de cada instalação, que por sua vez são proporcionais ao fluxo de viaturas nas mesmas.

Após a quantificação das emissões referentes à combustão móvel, procedeu-se ao tratamento das emissões resultantes da **produção de resíduos sólidos provenientes das operações** de todas as instalações da Carclasse. De acordo com o explicado anteriormente, estes resíduos são produzidos em grande parte nas oficinas, existindo apenas uma pequena produção de cartão/papel, resíduos orgânicos, como resto de comida, e plástico provenientes dos serviços administrativos. Estes dados foram obtidos através da consulta da plataforma SILIAmb, onde estão arquivados todos os resíduos produzidos ao longo do ano de 2021.

De acordo com as diretrizes do Protocolo GEE, as emissões evitadas resultantes da reciclagem não são contabilizadas na pegada de carbono da Carclasse, pois são apenas atribuídas aos utilizadores dos materiais reciclados e não aos produtores dos resíduos. Contudo existem diferentes contribuições para os resíduos depositados diretamente em aterro e para aqueles que são valorizados. Os fatores de emissão referentes aos resíduos que vão para os aterros sanitários,

englobam as emissões associadas à recolha, transporte e às emissões resultantes da deposição em aterro. Os fatores referentes aos resíduos que são valorizados, englobam apenas o transporte dos mesmos até ao local de valorização. Após ser feita a separação entre os resíduos produzidos que vão diretamente para enterro e aqueles que vão para valorização, foi multiplicado pelo valor final o fator de emissão correspondente. Neste parâmetro foram considerados os resíduos enunciados na tabela 16.

Através da análise da tabela 16, é possível concluir que o resíduo produzido em maior quantidade é o metal, contudo a sua contribuição é apenas a segunda maior, visto ser reciclado e não depositado diretamente em aterro, o que não se verifica nos resíduos urbanos. É também possível verificar que os resíduos de construção, são os que menos contribuem para a pegada de carbono, contudo não são os produzidos em menor escala. Tal, está diretamente relacionado com o facto do seu fator de emissão ser inferior aos dos restantes resíduos, visto ter uma baixa contribuição para a libertação de gases com efeito de estufa para a atmosfera, uma vez que não se trata de um resíduo perigoso nem de difícil descarte.

Através da análise da tabela 16, é possível concluir que o resíduo produzido em maior quantidade é o metal, contudo a sua contribuição é apenas a segunda maior, visto ser reciclado e não depositado diretamente em aterro, o que não se verifica nos resíduos urbanos. É também possível verificar que os resíduos de construção, são os que menos contribuem para a pegada de carbono, contudo não são os produzidos em menor escala. Tal, está diretamente relacionado com o facto do seu fator de emissão ser inferior aos dos restantes resíduos, visto ter uma baixa contribuição para a libertação de gases com efeito de estufa para a atmosfera, uma vez que não se trata de um resíduo perigoso nem de difícil descarte.

Tabela 16 - Quantidade e pegada de carbono total referente à produção de resíduos

Indicador	Quantidade (t)	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Papel e Cartão	18,09	0,39	0,90	0,39	-	-
Metal	84,95	1,81	4,25	1,81	-	-
Absorventes e trapos	19,29	0,41	0,96	0,41	-	-
Acumuladores de chumbo	36,56	0,78	1,83	0,78	-	-
Plástico	81,01	1,72	4,05	1,72	-	-

Tabela 17 - Quantidade e pegada de carbono total referente à produção de resíduos (continuação)

Indicador	Quantidade (t)	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Resíduos Construção	12,58	0,02	0,04	0,02	-	-
Resíduos Urbanos	78,42	36,63	85,99	36,63	-	-
Borracha	32,83	0,70	1,64	0,70	-	-
Vidro	6,84	0,15	0,34	0,15		
Total	370,54	42,59	100	42,59	-	-

A figura 21, ilustra a quantidade total de resíduos sólidos produzidos mensalmente para todas as instalações da Carclasse, assim como a sua pegada carbônica associada.

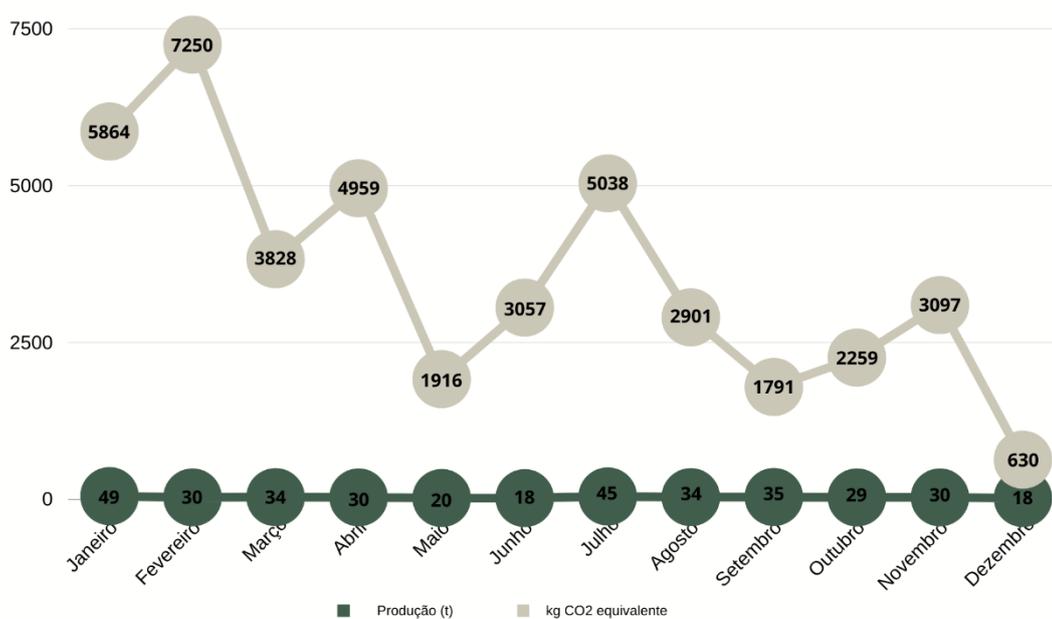


Figura 21 - Quantidade e pegada de carbono associada à produção de resíduos.

Igualmente ao que foi concluído para os dados resultantes do transporte de resíduos, o valor referente à produção de resíduos varia ao longo do ano, porque há resíduos que não são produzidos todos os meses ou pode haver uma produção maior ou menor de mês para mês, traduzindo nas visíveis variações. A partir dos resultados ilustrados na figura 21, é também possível concluir, que anualmente são produzidas 371 toneladas de resíduos sólidos, equivalentes a 43 toneladas de CO₂eq.

Na figura 22, encontra-se ilustrado um gráfico resumo com as contribuições de todas as instalações da Carclasse para a pegada de carbono referente à produção de resíduos. Através da análise da figura 22, é possível verificar que a filial cuja contribuição para a pegada de carbono é maior é Braga com 36 % das emissões totais, seguida de Famalicão com 26 %, Guimarães com 17 %, Viana com 16 %, Lisboa com 4 % e, por fim, Barcelos com 1 %. As contribuições obtidas são proporcionais à produção de resíduos urbanos, verificando-se assim que as organizações com maior produção de resíduos urbanos, são as que, conseqüentemente, contribuem mais para a pegada de carbono, uma vez que estes resíduos são depositados diretamente em aterro, tendo um impacto bastante mais significativo na pegada de carbono.

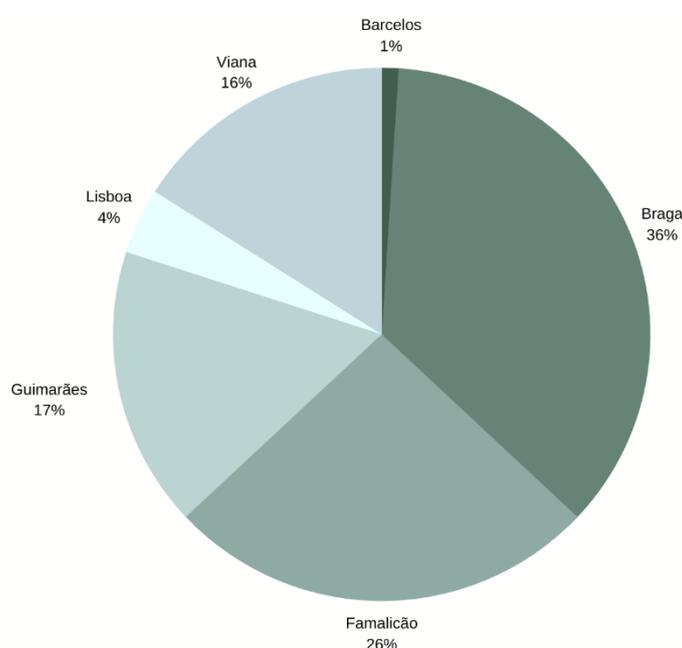


Figura 22 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada à produção de resíduos.

Seguidamente, iniciou-se o tratamento referente às **viagens de negócios**. O protocolo GEE, engloba neste parâmetro as viagens de negócios por terra, mar e ar, contudo para a Carclasse só se quantificou as viagens de avião, pois não existem viagens de negócio por barco e as deslocações por terra realizadas são feitas pela frota da Carclasse, que já se encontram contabilizadas no âmbito 1. Para a realização deste cálculo, foram consultadas as faturas resultantes da compra de bilhetes de forma a identificar o local de partida e de chegada, assim como o número de passageiros. Após a obtenção destes dados, multiplicou-se a distância percorrida (km) pelo número de passageiros e depois pelo respetivo fator de emissão. No tratamento dos mesmos,

verificou-se que as viagens realizadas tiveram diferentes destinos, mais concretamente, Madrid, França e Áustria.

Na tabela 17, é possível visualizar separadamente a contribuição anual das viagens para cada um destes destinos, sendo possível concluir, que as viagens com maior contribuição para a pegada de carbono são as realizadas à Áustria, uma vez que é o país que se encontra a uma maior distância. O destino mais próximo de Portugal, é Madrid e através da análise dos resultados obtidos, verifica-se que é o segundo destino com maior contribuição para a pegada de carbono, o que está diretamente relacionado com o facto de grande parte das formações realizadas em países estrangeiros serem lá.

Tabela 18 – Distância percorrida e pegada de carbono total referente às viagens de negócios

Indicador	Distância x nº passageiros	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
França	3 600	0,35	9,75	0,35	4,00x10 ⁻⁵	3,30x10 ⁻³
Espanha	14 080	1,37	38,10	1,35	1,41x10 ⁻⁴	0,01
Áustria	19 248	1,87	52,15	1,85	1,90x10 ⁻⁴	0,02
Total	36 928	3,58	100	2,96	3,50x10⁻⁴	0,03

No gráfico ilustrado na figura 23, é possível visualizar as emissões de dióxido de carbono equivalentes a todas as viagens realizadas pelos colaboradores da Carclasse, ao longo do ano de 2021. O número de viagens realizadas anualmente é relativamente baixo e apenas se verificam para a Carclasse de Braga, Famalicão, Guimarães e Lisboa. A maioria destas deslocações, estão associadas a formações que os colaboradores participam, de modo a desenvolverem as suas competências e, conseqüentemente melhorar os serviços prestados pela empresa. No ano de 2021, foram realizados 36 928 km em viagens de negócios de avião, traduzindo na emissão de 3,58 toneladas de dióxido de carbono.

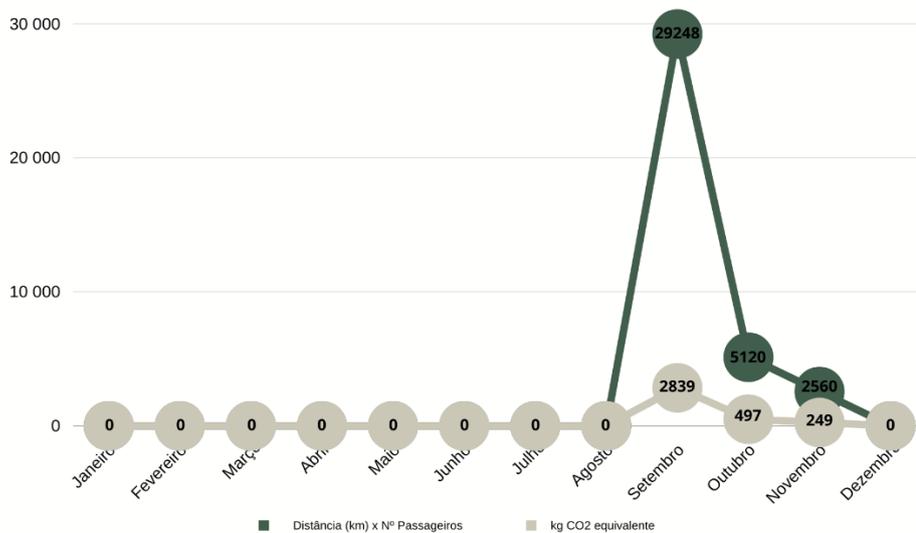


Figura 23 - Distância percorrida e pegada de carbono associada às viagens de negócios.

O gráfico resumo com a contribuição de cada filial para a pegada carbónica encontra-se ilustrado na figura 24.

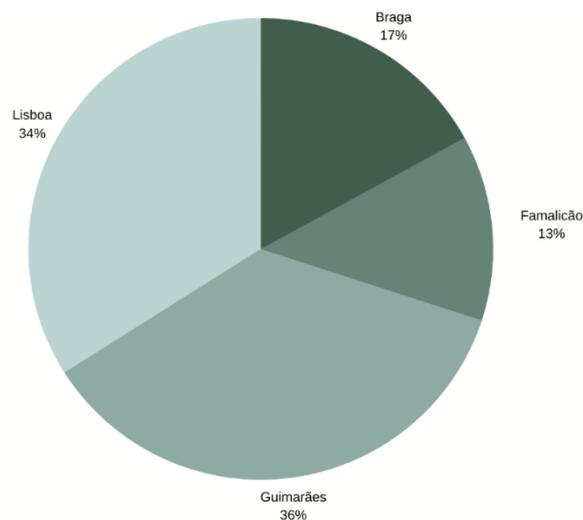


Figura 24 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às viagens de negócios.

Através da análise da figura 24, verificou-se que a Carclasse de Guimarães é a instalação cuja contribuição é superior, seguida de Lisboa, Braga e, por fim, Famalicão.

Seguidamente, procedeu-se ao tratamento das emissões referentes às **estadias em hotéis**, resultantes das deslocações para o estrangeiro ou em Portugal para formações, reuniões, etc. De igual modo ao que foi realizado anteriormente, estes valores foram obtidos através da análise das

faturas resultantes do pagamento da estadia. A partir das mesmas, é possível determinar o número de noites passadas no hotel sendo de seguida multiplicado pelo fator de conversão de modo a obter o resultado final em toneladas de CO₂ equivalente. Para a determinação das emissões associadas a este parâmetro, foram analisadas as estadias em hotéis tanto em Portugal como no estrangeiro, como é possível visualizar na tabela 18.

Através da análise da tabela 18, é possível verificar que o destino com maior contribuição para a pegada carbónica é Portugal com 85 % das emissões totais, seguido de Espanha com 12 %, Áustria com 3 % e, por fim, França com aproximadamente 0 %, visto haver um total de três noites passadas nesse mesmo local durante um ano.

Tabela 19 – Número de noites e pegada de carbono total referente às estadias em hotéis

Indicador	Nº de noites	t CO ₂ eq	%	GEE (t CO ₂ eq)		
				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Portugal	254	5,18	84,71	5,18	-	-
França	3	0,02	0,32	0,02	-	-
Espanha	40	0,75	12,24	0,75	-	-
Áustria	12	0,17	2,73	0,17	-	-
Total	309	6,11	100	5,93	-	-

Os resultados totais obtidos para todas as instalações encontram-se representados na figura 25.

Através da análise da figura 25, é possível verificar que o número de noites passadas em hotéis varia bastante de mês para mês, uma vez que não são todos os meses que ocorrem formações ou necessidades de deslocações para outros países ou para outras instalações da Carclasse mais distantes da filial onde estão normalmente a trabalhar. Pode-se também concluir que em 2021 foram passadas 309 noites em hotéis, sendo equivalente a aproximadamente 6 toneladas de CO₂ eq.

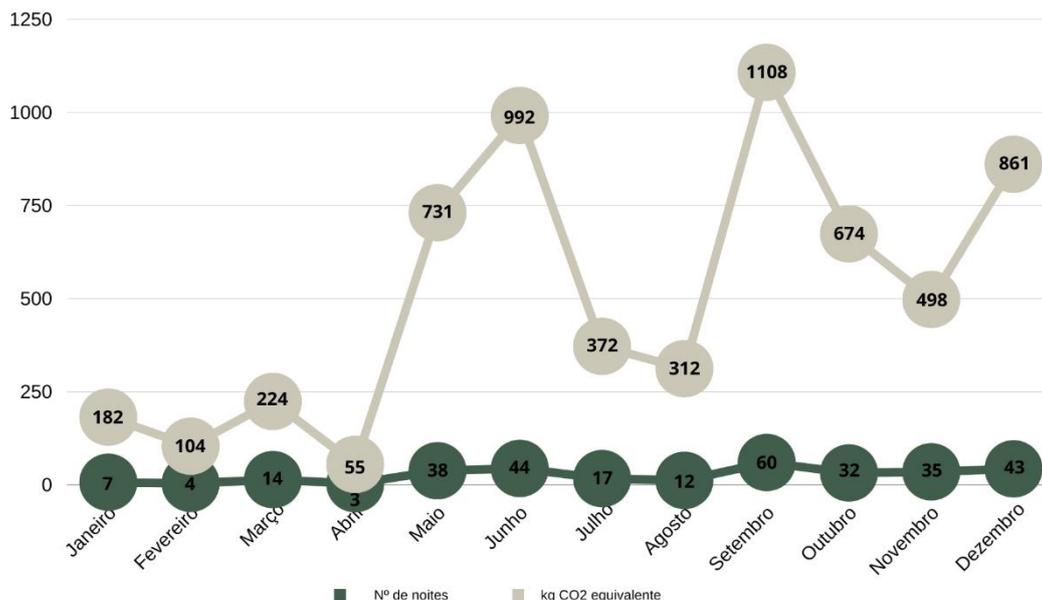


Figura 25 – Número de noites e pegada de carbono associada às estadias em hotéis.

De forma a ser possível verificar qual a filial da Carclasse que mais contribuiu para a pegada carbónica, realizou-se o gráfico de seguida ilustrado na figura 26, onde se verificou que a instalação cuja contribuição é maior para a pegada de carbono referente às estadias em hotéis é Guimarães com 43 % das emissões totais, seguido de Famalicão com 22 %, Lisboa com 14 %, Viana com 12 %, Barcelos com 5 %, Braga com 4 % e, por fim, Braga com 4 %.

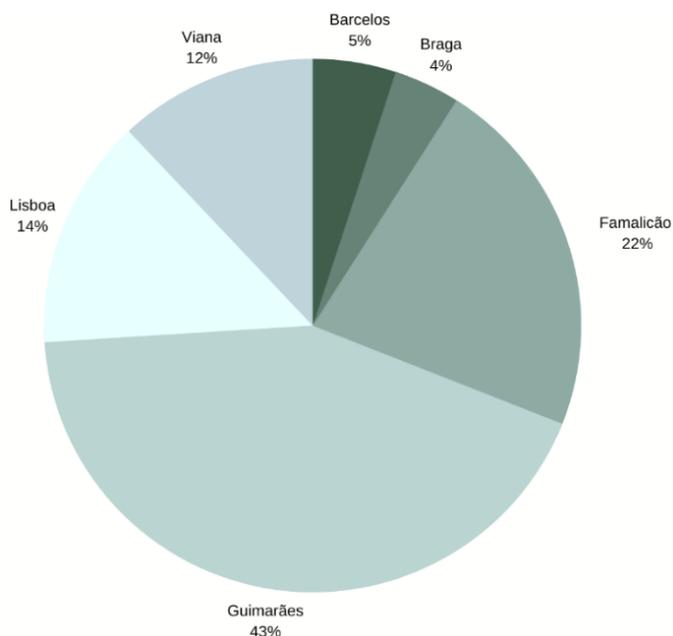


Figura 26 - Contribuição das diferentes instalações para a pegada de carbono associada às estadias em hotéis.

Por fim e, de igual modo ao verificado anteriormente, a tabela 19 ilustra a contribuição de cada um dos indicadores para a pegada de carbono referente ao âmbito 3.

Tabela 20 - Contribuição de cada indicador para a pegada carbónica associado ao âmbito 3

Indicador	t CO₂eq total	%
Rede de Água	1,56	0,18
Transporte Colaboradores	492,97	58,21
Transporte <i>Upstream</i>	266	31,41%
Testes de Estrada	34,03	4,02%
Resíduos Sólidos	42,59	5,03%
Viagens de Negócios	3,58	0,42%
Estadias em Hotéis	6,11	0,72%
Total	846,85	100

Através da observação da tabela 19, é possível concluir que os indicadores referentes à combustão móvel, mais concretamente, ao transporte de colaboradores e ao transporte *upstream* são responsáveis pela maioria das emissões associadas ao âmbito 3, representado, aproximadamente, 90 % das emissões totais. Isto deve-se ao facto das instalações da Carclasse, empregarem aproximadamente 550 colaboradores, onde pelo menos 70 % dos mesmos se deslocam para o seu local de trabalho com a sua própria viatura ou por transportes públicos. Relativamente ao transporte de produtos, a sua alta contribuição relacionada com o facto da Carclasse realizar serviços de oficina e venda de peças, sendo por isso evidente a necessidade de ter o stock sempre atualizado.

4.1.4 Emissões Totais

A tabela 20, ilustra a pegada de carbono total da Carclasse, em toneladas de CO₂ equivalente, sendo possível concluir que o âmbito cuja contribuição é maior é o terceiro, correspondendo a 41 % das emissões da Carclasse, uma vez que, engloba grande parte das emissões resultantes indiretamente das suas atividades. Este é seguido pelo âmbito 1 com 35 % e, por fim, o âmbito 2 com 24 % das emissões totais.

Tabela 21 - Pegada de Carbono Total da Carclasse por âmbito

Âmbito	t CO ₂ equivalente	% t CO ₂ equivalente
Âmbito 1	707,38	34,50
Âmbito 2	496,33	24,20
Âmbito 3	846,85	41,30
Total	2050,55	100

Por fim, é possível afirmar que em 2021, a pegada de carbono associada às atividades das diferentes instalações da Carclasse é de 2051 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

4.2 Cálculo das Emissões Evitadas

A Carclasse, para reduzir o seu consumo de energia elétrica proveniente da rede pública, apostou na instalação de painéis fotovoltaicos em Barcelos, Braga, Famalicão, Guimarães, Lisboa e Viana do Castelo para a produção de energia renovável.

De modo a verificar os impactos da produção fotovoltaica nos seus consumos, determinou-se o consumo mensal real para todas as instalações. Este estudo foi conseguido, através da comparação entre os dados do diagrama de cargas disponibilizado na plataforma E-REDES e os relatórios diários de produção de energia fotovoltaica provenientes da plataforma da entidade KW (fusion.solar). Através desta análise, foi possível calcular o consumo real, que consiste na soma entre o consumo de energia elétrica (EE) proveniente da rede (valor faturado mensalmente) e o consumo de EE proveniente dos painéis fotovoltaicos, assim como os rendimentos fotovoltaicos descontados diretamente nos consumos mensais da Carclasse. Com isto, observou-se uma redução da pegada carbónica da empresa, visto haver uma diminuição na compra de energia à rede pública, evitando-se a libertação de gases para a atmosfera. De forma a quantificar as emissões evitadas, multiplicou-se o fator de emissão de CO₂ eq utilizado anteriormente pelos rendimentos obtidos em kWh, de acordo com a equação 2.

$$EV (t CO_2eq) = FE (kg CO_2eq/kWh) \times \text{Rendimento}(kWh) \text{ (Equação 2)}$$

EV – Emissão Evitada

Na figura 27, é possível verificar os rendimentos fotovoltaicos mensais obtidos, assim como a quantidade de emissões evitadas.

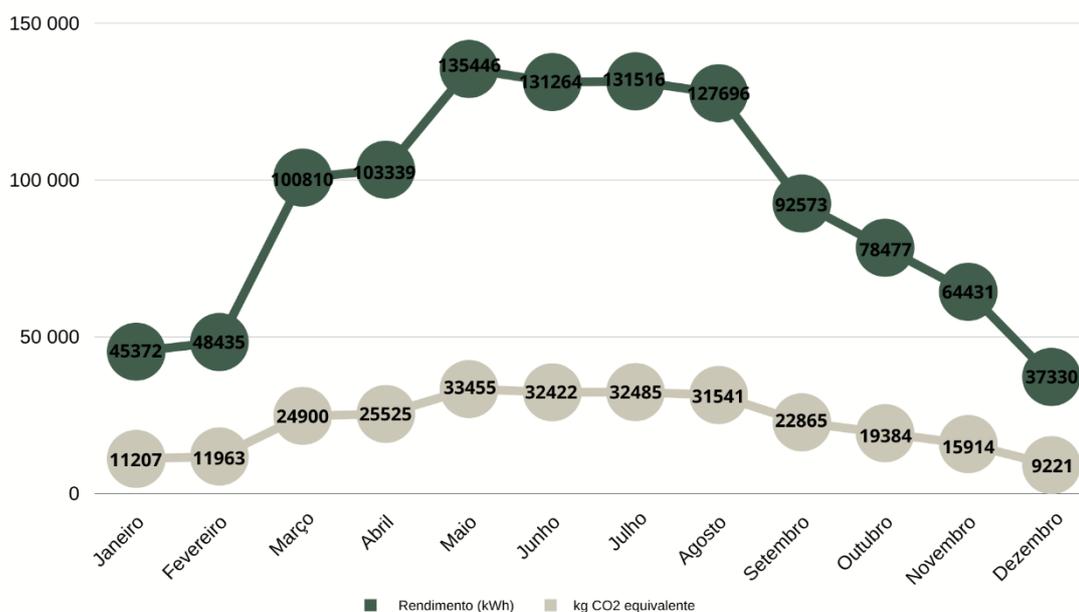


Figura 27 - Emissões evitadas por todas as instalações da Carclasse.

Através da análise da figura 27, é possível concluir que com a instalação dos painéis fotovoltaicos nas diferentes instalações da Carclasse, foram evitadas 271 toneladas de CO₂ eq, verificando-se um aumento da produção nos meses de primavera e verão, uma vez que os painéis são alimentados através da energia solar.

Na tabela 21, é possível visualizar o consumo real e a quantidade de energia fotovoltaica descontada anualmente para cada uma das instalações, assim como a sua capacidade de autoprodução. No que diz respeito ao consumo real, este está de acordo com os resultados discutidos na análise das emissões resultantes do consumo de EE no âmbito 2, ou seja, quanto maior a instalação maior o consumo de energia, tal como a quantidade de energia fotovoltaica produzida. É também possível concluir que em 2021, a Carclasse teve a capacidade de produzir cerca de 40 % do seu consumo.

Tabela 22 - Comparação entre o consumo real e quantidade de energia fotovoltaica descontada anualmente em cada uma das instalações da Carclasse

Filial	Consumo Real (kWh)	Energia Fotovoltaica (kWh)	% auto-consumo
Barcelos	185 057,93	83 363,19	45,05
Braga	381 257,78	207 010,12	54,30
Famalicão	282 026,02	125 486,13	44,49

Tabela 23 - Comparação entre o consumo real e quantidade de energia fotovoltaica descontada anualmente em cada uma das instalações da Carclasse (continuação)

Filial	Consumo Real (kWh)	Energia Fotovoltaica (kWh)	% auto-consumo
Guimarães	470 828,46	170 895,21	36,30
Lisboa	1 251 015,97	426 048,55	34,06
Viana	185 125,10	83 885,60	45,31
Total	2 755 311,26	1 096 688,80	100

4.3 Cálculo do Sequestro de Carbono

Em seguimento ao que foi referido anteriormente acerca da importância das florestas para o sequestro de carbono, foi determinado o número de hectares a plantar para compensar todas as emissões diretas e indiretas associadas às atividades da Carclasse, de forma a neutraliza-las. Este cálculo foi apenas determinado para algumas espécies presentes nos 4 principais grupos florestais presentes em Portugal Continental, nomeadamente para o pinheiro-bravo, carvalho, eucalipto e a azinheira. Para tal, recorreu-se às seguintes fórmulas e valores disponibilizados no inventário nacional da Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

$$RCE = TMC \times CBA \times (1 + CBB) \times TC \text{ (Equação 3)}$$

RCE – Retenção de Carbono por Espécie

TMC – Taxa Média de Crescimento

CBA – Fator de Conversão de Biomassa acima do Solo

CBB – Fator de Conversão de Biomassa abaixo do Solo

TC – Fração de Carbono na Biomassa

A tabela 22, ilustra os valores necessários para a determinação do sequestro de carbono para cada uma das espécies selecionadas para a realização deste estudo. Na tabela 23, observam-se as quantidades de CO₂ equivalente retido para cada uma das espécies. O valor final obtido, foi determinado tendo em consideração 10 anos como o tempo médio de vida das árvores.

Tabela 24 - Valores necessários para a determinação do sequestro de carbono, adaptado de: (Pereira, et al., 2020)

Espécie	TMC (m³/ha/ano)	CBA	CBB	TC
Pinheiro-bravo	5,60	0,53	0,10	0,51
Eucalipto	9,50	0,63	0,25	0,48
Azinhiera	0,50	0,80	0,75	0,48
Carvalho	2,90	0,90	0,33	0,48

Tabela 25 - Sequestro de carbono para cada espécie

Espécie	Retenção de Carbono (t/ha/ano)	Retenção de CO ₂ eq (t/ha/ano) (Fernandes, 2020)
Pinheiro-bravo	1,67	6,08
Eucalipto	3,59	13,17
Azinhiera	0,34	1,23
Carvalho	1,67	6,10

Por fim, determinou-se o número final de hectares a plantar de forma a neutralizar as emissões associadas às atividades da Carclasse, para cada uma das espécies individualmente. Tal, foi calculado através da equação 4:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de hectares a plantar} = \frac{\text{t CO}_2 \text{ equivalente total}}{\text{t/ha/ano}} \text{ (Equação 4)}$$

Através da análise da tabela 24, é possível concluir que as espécies com maior capacidade de retenção de dióxido de carbono são os eucaliptos, sendo preciso plantar aproximadamente 156 ha para a neutralização das emissões resultantes das atividades da Carclasse. De seguida, verifica-se que o carvalho e o pinheiro-bravo têm uma capacidade de retenção parecida, verificando-se a necessidade de plantar 336 e 337 ha, respetivamente. Por fim, verifica-se que é necessário plantar 1 667 ha de azinheiras para a neutralização de todas as emissões da Carclasse.

Tabela 26 - Número de hectares a plantar por ano, de forma a neutralizar as emissões da Carclasse para cada uma das espécies

Espécie	Número de hectares a plantar por ano
Pinheiro-bravo	337,26
Eucalipto	155,70
Azinhreira	1 667,12
Carvalho	336,16

CAPÍTULO 5 – MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E COMPENSAÇÃO DAS EMISSÕES ASSOCIADAS ÀS ATIVIDADES DA CARCLASSE

A Carclasse – Comércio de Automóveis S.A., é um concessionário e oficina automóvel com distintas instalações na região do Norte e duas em Lisboa. Uma vez que, aos seus serviços estão associados a produção de resíduos perigosos, assim como de efluentes líquidos e gasosos, a sua preocupação ambiental tem vindo a aumentar cada vez mais ao longo do tempo. Anualmente, são realizadas monitorizações ambientais, onde se verifica o registo de informações acerca do consumo anual de eletricidade, água e gás consumido, tal como dos resíduos produzidos e transportados para outras organizações com o intuito de valorizar e reciclar os mesmos evitando a sua rejeição direta.

Em 2023, a Carclasse pretende compensar cerca de 20% das suas emissões com a plantação de 60 hectares de carvalhos e pinheiros-bravos na região do Gerês, assim como implementar e certificar um Sistema de Gestão Ambiental apoiado pela norma NP ISO 14001, de forma a obter um melhor desenvolvimento sustentável através da aplicação de medidas e estratégias mitigadores eficazes.

5.1 Medidas de Mitigação

De forma a melhorar o desempenho ambiental da organização, após a determinação da pegada de carbono e, conseqüente identificação das atividades com maior emissão, pretende-se implementar diversas medidas de modo a reduzir as emissões de GEE.

Com a determinação da pegada de carbono verificou-se que os indicadores cuja contribuição para a pegada de carbono é superior, são a **combustão móvel** e o **consumo de energia elétrica (eletricidade e emails)**.

1. Combustão móvel

Este indicador foi responsável pela emissão de 67% das emissões totais verificadas em 2021. E, por isso, de modo a reduzir a contribuição do mesmo, a Carclasse no presente ano aderiu ao Pacto de Mobilidade Empresarial de Braga, comprometendo-se a implementar um conjunto de ações, de forma a promover uma mobilidade descarbonizada, multimodal e inclusiva. Com a adesão a este pacto, a empresa pretende fortalecer a sua estratégia de sustentabilidade, assim como reduzir as emissões de GEE associados à sua frota de forma a contribuir para a construção de um futuro mais sustentável.

Para tal ser possível, a mesma encontra-se a envidar esforços para:

- Atualizar a sua frota, aumentando o número de viaturas híbridas e elétricas;
- Certificar-se pela norma NP ISO 14001, através da implementação de um Sistema de Gestão Ambiental;
- Aumentar o número de carregadores elétricos nas suas instalações para assegurar o carregamento das viaturas de serviço, clientes e colaboradores;
- Criação de uma plataforma *carsharing*, de forma a facilitar a utilização de transportes partilhados.

2. Energia elétrica

O consumo de energia elétrica por todas as instalações da empresa, contribuiu com a emissão de 24% das emissões totais. Atualmente, a Carclasse encontra-se inserida numa Comunidade Energética em parceria com o Continente, a RTP e o ISEL, verificando-se a partilha de excedentes de energia renovável produzidos, procurando evitar o desperdício dos mesmos e reduzir o consumo de energia proveniente da queima de combustíveis fósseis nas suas instalações reduzindo consequentemente a sua contribuição para a PC.

Até dezembro de 2023, a Carclasse pretende implementar as seguintes medidas para reduzir o seu consumo de energia elétrica proveniente da rede pública:

- Aumentar a sua área de painéis fotovoltaicos em Lisboa, de forma a reduzir a sua necessidade de consumo de energia proveniente da queima de combustíveis fósseis, aumentando assim a produção de energia renovável;
- Substituir equipamentos elétricos antigos por equipamentos mais recentes, mais concretamente lâmpadas tradicionais por lâmpadas com maior eficiência energética;
- Reprogramar as temperaturas de inverno e verão nos equipamentos de ar condicionado de forma a ter consumos constantes.

3. Combustão estacionária

Este indicador emitiu cerca de 6% das emissões totais, verificando-se que para a redução do mesmo é urgente substituir as redes de gás propano (GPL) existentes por redes de gás natural, devido ao elevado contributo do gás propano para o aumento do efeito de estufa.

4. Resíduos sólidos

A produção de resíduos sólidos resultantes das atividades da Carclasse contribuiu com cerca de 2% para a pegada total. Esta contribuição é bastante baixa quando comparada com outros indicadores, uma vez que, a empresa monitoriza a produção de resíduos e faz a respetiva separação dos diferentes fluxos de resíduos produzidos. Contudo, pretende reavaliar os operadores de gestão tendo em consideração o destino atribuído aos resíduos produzidos pela mesma. Pretende de igualmente modo implementar o projeto *paper less*, que consiste na digitalização de todos os processos e procedimentos do serviço após-venda reduzindo, conseqüentemente, a produção de papel nas oficinas e área comercial. De igual modo, envida cada vez esforços para eliminação de plástico de uso único nas atividades e no embalamento de peças.

5. Água

Por fim, o consumo de água foi responsável pela emissão de 0,1% de todas as emissões contabilizadas. Apesar de baixa, existe medidas a implementar para reduzir o consumo da mesma. É pretendida a colocação de redutores nas torneiras, assim como a renovação dos sistemas de lavagem de viaturas. Em Lisboa, foi recentemente realizada a substituição do tubo de lavagem por um mais moderno tendo se verificado uma redução nos consumos de água.

5.2 Medidas de Compensação

No que diz respeito às medidas de compensação, estas podem ser feitas através da plantação de árvores, organização de atividades sociais para a melhoria do meio ambiente como recolha de lixo em praias ou parques ou através da inserção em projetos de reflorestação com outras entidades.

A Carclasse, de modo, a melhorar o seu desenvolvimento sustentável, pretende compensar parte das suas emissões a partir da plantação de árvores num terreno com 60 hectares na região do Gerês. Inicialmente, a organização pretendia apenas plantar pinheiros-bravos (*Pinus pinaster*), contudo após a realização da pesquisa, decidiram que pretendiam também plantar carvalhos (*Quercus róber*), uma vez que se trata de uma árvore bastante comum na região do Minho e por ter uma taxa de absorção de dióxido de carbono muito semelhante à do pinheiro-bravo.

No âmbito do referido anteriormente, o pinheiro-bravo trata-se de uma espécie heliófila, com folha persistente e com elevada plasticidade/rusticidade. Quando atingem idades adultas, podem chegar aos 20 a 25 metros de altura e 55-60 cm de diâmetro. Esta espécie encontra-se ao longo

das bacias do rio Tejo e Sado até ao rio Minho e interior Norte e Centro, pouco resistente ao frio, mas resistente aos défices hídricos estivais, demonstrando preferência por solos permeáveis de textura ligeira (Soares, et al., 2020).

No que diz respeito, ao carvalho, este pertence à família das fagáceas (*Fagaceae*), que incluiu de igual modo, os castanheiros e as faias. São caracterizados por serem espécies rústicas, com preferência para zonas com sol e com alguma humidade, encontram-se espalhados por todo o país, verificando-se que a Sul predomina o sobreiro e a azinheira e a Norte o carvalho-roble e o carvalho-negral (Ezequiel, 2021).

De acordo com os estudos realizados, é corroborada a possibilidade da plantação destas espécies na área idealizada pela empresa. Para que a plantação de pinheiro-bravo seja conseguida com sucesso, é necessário o levantamento de alguns requisitos acerca do terreno de forma a obter a maior produtividade possível do pinheiro. Para tal, deve-se optar por realizar a plantação entre outubro e março, selecionando o outono quando se trata de climas mais seco e para perto da primavera quando a região é caracterizada por invernos mais rigorosos (Soares, et al., 2020). Relativamente ao carvalho, este é frequentemente encontrado em zonas com altitudes inferiores, apresentando folha caduca, com folhas verdes vibrantes, podendo atingir os 40 metros de altura (Ezequiel, 2021).

Dito isto, a partir dos valores utilizados no capítulo 4 e do tamanho do terreno onde a plantação irá ter lugar, determinou-se que com a plantação das espécies selecionadas, será possível compensar cerca de 20% das emissões totais da Carclasse, e espera-se que num futuro próximo seja possível compensar as restantes, de forma a caminhar cada vez mais na direção da tão ambicionada neutralidade carbónica.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO

Com a realização da presente dissertação, foi possível comprovar a importância da pegada de carbono para a quantificação da contribuição de uma dada empresa para o aumento do efeito de estufa resultante da emissão de gases bastante prejudiciais para a atmosfera. Com a determinação da mesma, a Carclasse passa a ter conhecimento das atividades mais prejudiciais associadas ao seu processo produtivo, facilitando a implementação de ações sobre as mesmas, permitindo, conseqüentemente, que haja uma melhoria do desempenho ambiental.

A metodologia selecionada para o cálculo da pegada de carbono foi baseada nas diretrizes disponibilizadas pelo Protocolo GEE, sendo quantificadas as emissões referentes ao âmbito 1 (emissões diretas), âmbito 2 (emissões indiretas relacionadas com o consumo de EE) e ao âmbito 3 (todas as outras emissões indiretas). A ferramenta de cálculo da pegada de carbono, contabilizou as emissões resultantes das 7 instalações da Carclasse no ano de 2021, verificando-se a emissão de 2051 t CO₂eq.

No que diz respeito ao **âmbito 1**, verificou-se que foram emitidas 707 t CO₂eq no ano de 2021, sendo a combustão móvel a atividade com maior contribuição para a pegada de carbono, representando 82 % das emissões totais. Esta, é seguida da combustão estacionária com 17 % e, por fim, as emissões fugitivas diretas nas viaturas com cerca de 2 % das emissões totais.

O **âmbito 2**, referente apenas às emissões indiretas relacionadas com o consumo de energia, contribuiu para a pegada de carbono com a emissão de 496 t CO₂eq, sendo 96 % destas emissões associadas com consumo de eletricidade e apenas 4 % associadas ao envio de emails.

Por fim, no tratamento dos dados referentes ao **âmbito 3**, verificou-se que em 2021 foram emitidas 847 t CO₂eq, sendo possível concluir que é o âmbito com maior contribuição para a PC da Carclasse. Neste mesmo âmbito, verificou-se que o indicador com maiores emissões associadas foi o transporte de colaboradores representando 58 % das emissões totais deste âmbito, seguido do transporte de matérias primas com 31 %, geração de resíduos sólidos com 5 %, testes em estrada para verificação do estado das viaturas dos clientes com 4 % e, por fim as estadias em hotéis, viagens de negócios (voos internacionais) e consumo de água da rede pública com 0,7 %, 0,4 % e 0,2 %, respetivamente.

Após o tratamento e análise destes dados, foi possível concluir que a combustão móvel e a eletricidade são sem dúvida as atividades que mais contribuem para a PC, o que vai de acordo

com o referido anteriormente, acerca de serem categorias cuja dependência pela queima de combustíveis fósseis é a mais elevada.

A consciencialização da Carclasse face às problemáticas ambientais é elevada e traduz-se nas medidas e ações já implementadas pela mesma. Esta, apresenta nas filiais de Barcelos, Braga, Famalicão, Guimarães, Lisboa e Viana do Castelo painéis fotovoltaicos, cuja produção é descontada diretamente nos consumos mensais de energia elétrica proveniente da rede pública. Em 2021, com a produção de energia renovável, esta evitou a emissão de 271 t CO₂eq para a atmosfera, verificando-se que a mesma tem a capacidade de produzir cerca de 40 % do seu consumo de EE.

A fase seguinte à determinação da pegada de carbono associada a uma organização, consiste na compensação das emissões contabilizadas. Neste estudo, foi quantificada a quantidade de hectares a plantar de forma a neutralizar todas as emissões contabilizadas. Este cálculo foi realizado tanto para plantações de pinheiro-bravo, eucalipto, azinheira e de carvalho, chegando-se a conclusão que seria preciso plantar 156 ha de eucalipto ou 337 ha de pinheiros-bravos ou 336 ha de carvalhos ou 1 667 ha de azinheiras para compensar todas as suas emissões.

Na medida do possível, a Carclasse pretende compensar as suas emissões, tendo escolhido um terreno com 60 ha na região do Gerês, possibilitando a compensação de 20 % das suas emissões.

Em suma, espera-se que este estudo seja continuado e que num futuro próximo a Carclasse atinja a tão desejada neutralidade carbónica através da prática das medidas e ações referidas.

REFERÊNCIAS

- A Carclasse. (2022). Retrieved from: <https://www.carclasse.pt/>
- ACAP (2022). *Mercado Automóvel em Portugal – Queda de 32,7% em 2021 relativamente a 2019*. Retrieved from: <https://www.acap.pt/pt/noticia/577/mercado-automovel-em-portugal-queda-de-327-em-2021-relativamente-a-2019>
- Apcer Group. (2021). *Pegada de Carbono*. Retrieved from: <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/174/pegada-de-carbono>
- As espécies mais comuns da floresta portuguesa. (2022). Retrieved from: <https://florestas.pt/conhecer/as-especies-florestais-mais-comuns-da-floresta-portuguesa/>
- Barnett, A., Barraclough, R.W., Bacerra, V., Nasuto, S. (2012). *A comparison of methods for calculating the carbon footprint of a product*.
- Berners-Lee, M. (2020). *How bad are Bananas? The carbon footprint of everything*. Londres: Profile Books.
- Carvalho, A. (2018). *Efeito de substituição de espécies florestais no armazenamento de carbono nas áreas de montanha da Região Mediterrânea* (Master's thesis, Instituto Politécnico de Bragança).
- Defra. (2018). *Relatório de Emissões de Gases com Efeito de Estufa*.
- Direção Geral de Energia e Geologia. (2022). *Energia*. Retrieved from: <https://www.dgeg.gov.pt/>
- Ezequiel, J. (2021). *Florestas*. Retrieved from: <https://florestas.pt/conhecer/quercus-a-grande-diversidade-de-carvalhos-em-portugal/>
- Fernandes, A. (2017). *Contribuição para a implementação de um sistema de gestão ambiental pelo referencial NP EN ISO 14001:2015. Estudo desenvolvido em empresa de moldes em aço – ramo automóvel* (Master's thesis, Escola Superior de Saúde do Porto).
- Fernandes, M. (2020). *Desenvolvimento e Validação de uma Ferramenta de Cálculo da Pegada de Carbono Aplicada ao Sector do Turismo Nacional* (Master's thesis, Escola Superior de Saúde do Porto).
- Garrido, N. (2009). *Quantificação da absorção de carbono no Vale do Lima* (Master's thesis, Universidade de Aveiro).

International Organization for Standardization. (2021). *Identify investments, understand the risks*. Retrieved from: <https://www.iso.org/home.html>

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*. Geneva, Switzerland, IPCC.

Moreira, A.I. & Ramos, C.M. (2016). Alterações climáticas e as suas consequências: deslocamento populacionais forçados. *The Overarching Issues of the European Space: Rethinking Socioeconomic and Environmental Problems*, pp 203-2019.

Oliver, J. & Peters, J. (2020). Trends in global CO₂ and total greenhouse gas emission: 2019 report. *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague*.

Pandey, D., Agrawal, M. & Pandey, J. (2011) Carbon footprint: current methods of estimation. *Environ Monit Assess (178)*, 135-160.

Pereira, H., Domingues, T., Pedroso, C., Proença, V., Rodrigues, P., Ferreira, M., ..., Nogueira, A. (2020). *Uma avaliação dos serviços dos ecossistemas em Portugal* (cap. 6).

Pereira, J., Correia, A., Correia, A. & Borges, J. (2009). Relatório sobre a Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment, *Uma Avaliação dos Ecossistemas de Portugal: Florestas* (cap. 6).

Pereira, T., Amaro, A., Borges, M. & Silva, R. (2020). *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases 1990-2018, Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Amadora, APA.

Pereira, T., Amaro, A., Borges, M. & Silva, R. (2021). *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases 1990-2019, Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*. Amadora, APA.

Peres, T. (2012). *Quantificação da Pegada de Carbono Associada a uma Frota de Viaturas de Mercadorias com Rota Georreferenciada* (Master's thesis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto).

Pinto, R. (2021). *Desenvolvimento de um modelo de referência de boas práticas sustentáveis para o setor da atividade de colisão automóvel* (Master's thesis, Instituto Superior de Engenharia do Porto).

- Protocol GHG. (2018). *Greenhouse Gas Emission Inventory Report version 2.0*.
- Publicly Available Specification. (2008). *PAS 250 – Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gase emissions of goods and services*.
- Ramos, R. (2014). *Avaliação da Pegada de Carbono da IKEA Industry Paços de Ferreira* (Master's thesis, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto).
- Regulamento (EU) no 2018/841 do Parlamento Europeu e do Conselho de 30 de maio. *Jornal Oficial da União Europeia*. (2018). Retrieved from: <https://www.dre.pt/>
- Rubio, F., Llopis-Albert, C., Valero, F. & Besa, A. (2019) Sustainability and optimization in the automotive setor for adaptation to governmnet vehicle pollutant emission regulations. *Journal of Bussiness Research*.
- Soares, P., Calado, N. & Carneiro, S. (2020). *Manual de boas práticas para o pinheiro-bravo*.
- Szwejczewski, M., Goffin, K. & Anagnostopoulos, Z. (2015) Product service systems, after-sales service and new product development. *International Journal of Production Research* 53 (17), 5334-5353.
- United Nations Environment Programme. (2019). Emissions Gap Report 2019. Retrieved from: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2019>
- Uva, J. Onofre, R., Moreira, J., & Faias, S. (2015). *6º Inventário Florestal Nacional, Relatório Final*.
- Vale, D. (2014). *Sequestro de carbono pela floresta portuguesa: possíveis cenários de valorização económica* (Master's thesis, Faculdade de Economia da Universidade do Porto).
- Veiga, B. (2017). *Pegada de Carbono empresarial – uma aplicação do método MC3 à Domingos da Silva Teixeira S.A.* (Mater's thesis, Universidade do Minho).
- Vvilão, R., Venâncio, C., Liberal, P. & Venâncio, P. (2010) *SIDS Portugal Indicadores-chave 2010*. APA.

ANEXOS

Anexo 1 - Questionário

Questionário realizado aos colaboradores, para ser possível a realização do tratamento das emissões associadas ao consumo de combustível do âmbito 1.

QUESTIONÁRIO - DESLOCAÇÃO COLABORADORES

No âmbito da realização do estudo da Pegada Carbónica da Carclasse, pedia a sua colaboração respondendo às seguintes questões.

Nome *

A sua resposta _____

Qual o seu estabelecimento Carclasse? *

Barcelos

Braga

Expo

Famalicão

Guimarães

Lisboa

Viana do Castelo

Como é feita a sua deslocação para a Carclasse? *

Viatura Própria

Viatura da Empresa

Táxi/ Uber

Bicicleta/ Trotinete

Motociclo

Barco/ Ferry

Outra: _____

Qual o combustível utilizado pelo seu meio de transporte? *

Gasolina

Diesel

Elétrica

Híbrida

Não Sei

Qual a estimativa diária de km (ida e volta) realizados na deslocação para a Carclasse? *