



Análise e medidas a implementar para a redução das emissões de carbono da empresa France Air Portugal

ANA RITA BARRADAS TATO

junho de 2025

**Análise e medidas a implementar para a redução
das emissões de carbono da empresa *France Air*
Portugal**

Ana Rita Barradas Tato

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica, Área de Especialização em
Gestão Industrial**

Orientador: Professor Paulo António da Silva Ávila

Co-orientadora: Professora Alzira Mota

Júri:

Presidente:

Vogais:

Porto, junho 2025

Agradecimentos

Um agradecimento particular ao meu orientador, o professor Paulo António da Silva Ávila e co-orientadora, professora Alzira Mota, por todo o apoio, orientação e disponibilidade demonstrada ao longo de todo este percurso.

À *France Air Portugal*, que me abriu as portas para a possibilidade de realizar este estágio. Um agradecimento especial aos colegas Vítor Gomes e Shari Alves, pela orientação, disponibilidade e constante apoio no decorrer deste projeto.

Gostaria também de expressar a minha profunda gratidão aos restantes colaboradores da FAP - em especial à Diana Baptista, Vítor Martins, Inês Vinha, Rui Vinhas, Ricardo Silva, Ricardo Fernandes, Vítor Lopes, Carlos Ferreira e Pedro Marcos - pela partilha generosa de informação, pela constante disponibilidade e, acima de tudo, pela boa disposição com que me acolheram desde o primeiro dia. A vossa simpatia e espírito de equipa tornaram esta experiência não só enriquecedora a nível profissional, mas também a nível pessoal.

Um agradecimento especial aos meus colegas de faculdade – Francisca Guimarães, Catarina Lopes e Miguel Tronco – cuja ajuda foi fundamental para o desenvolvimento desta tese. Foram companheiros de muitas batalhas académicas, partilhando desafios, apoio e motivação, tornando este percurso mais leve e risonho.

Agradeço aos meus avós, Valdemar e Cristina, por toda a paciência constante e apoio incondicional que me ofereceram ao longo de todos os anos da minha vida.

Deixo, para o fim, o agradecimento mais especial e profundo, aos meus pais, Sérgio e Marta. Desde o meu primeiro dia de vida, foram e continuam a ser o meu maior alicerce. Sem o apoio constante, os sacrifícios e a dedicação deles, este percurso teria sido incomparavelmente mais difícil. À minha irmã, Inês, sou eternamente grata pelos inúmeros sorrisos que partilhámos, pelos abraços que confortaram nos dias difíceis e pela cumplicidade que tornou cada etapa desta jornada mais leve, alegre e cheia de significado.

Resumo

A presente dissertação tem como principal objetivo calcular a pegada carbónica da *France Air Portugal*, uma empresa do setor de ventilação e climatização, com vista à identificação das principais fontes de emissão de gases de efeito de estufa e à proposta de estratégias de mitigação. Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica aprofundada sobre metodologias de cálculo de emissões, com destaque o *GHG Protocol* e normas internacionais de referência. O estudo recorreu à recolha de dados da empresa relativos ao período de 2020 a 2024, abrangendo fontes de emissão diretas e indiretas associadas às operações, ao consumo energético, às viagens de negócio, à gestão de resíduos e às deslocações dos colaboradores. Os resultados obtidos revelam que as emissões diretas provenientes da frota automóvel e das perdas de gases refrigerantes, bem como o consumo de eletricidade e as viagens aéreas de negócios, representam os principais contributos para a pegada total da empresa. A análise permitiu ainda identificar oportunidades de melhoria, como a transição para viaturas elétricas, a otimização de deslocações profissionais e o reforço da sensibilização interna. A antecipação voluntária da empresa a futuras exigências legais evidencia o seu compromisso com a sustentabilidade e posiciona- de forma competitiva no mercado.

Palavras-chave: Pegada Carbónica, emissões de GEE, *GHG Protocol*, sustentabilidade, transição climática, AVAC

Abstract

This dissertation aims to calculate the carbon footprint of France Air Portugal, a company operating in the ventilation and air conditioning sector, in order to identify the main sources of greenhouse gas emissions and present mitigation strategies. An in-depth literature review was carried out on emission calculation methodologies, with emphasis on the GHG Protocol and international reference standards. The study was based on company data collected from 2022 to 2024, covering both direct and indirect emission sources associated with operations, energy consumption, business travel, waste management and employee commuting. The results show that direct emissions from vehicle fleet and refrigerant gas leaks, as well as electricity consumption and air travel, are the main contributors to the company's overall carbon footprint. The analysis also identified potential areas for improvement, such as the transition to electric vehicles, optimization of business travel and reinforcement of internal awareness. The company's voluntary anticipation of future legal requirements demonstrates its commitment to sustainability and strengthens its competitive position in the market.

KEYWORDS: Carbon footprint, GHG emissions, GHG Protocol, sustainability, climate transition, HVAC

Índice

Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiii
Acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura do relatório.....	4
2. Apresentação da empresa e do problema.....	5
2.1. Apresentação da empresa.....	5
2.2. Apresentação do problema.....	8
3. Revisão Bibliográfica.....	11
3.1. Pegada Carbónica.....	11
3.1.1. Definição de Pegada Carbónica.....	11
3.1.2. Gases de Efeito de Estufa.....	11
3.1.3. Importância da Pegada Carbónica.....	12
3.1.4. Benefícios para as empresas.....	14
3.2. Enquadramento Legal.....	15
3.2.1. Pacto Ecológico Europeu.....	15
3.2.2. Diretivas da União Europeia.....	17
3.2.3. Regime Europeu de Comércio de Licenças de Emissão (RCLE-UE).....	18
3.2.4. Diretiva de Relatórios de Sustentabilidade Corporativa (CSRD).....	19
3.2.5. Acordo de Paris.....	20
3.3. Metodologias de cálculo da Pegada Carbónica.....	20
3.3.1. <i>GHG Protocol</i>	21
3.3.2. Conjunto de normas ISO 14060.....	23
3.3.3. PAS 2050.....	29
3.3.4. EN 15804.....	30
3.3.5. Comparação entre os métodos.....	30
3.3.6. Cálculo da Pegada Carbónica.....	32
3.4. Revisão de Casos de Estudo.....	34
3.4.1. Caso de estudo 1: Avaliação da pegada carbónica da Universidade Nacional da Colômbia (Cano et al., 2023).....	34
3.4.2. Caso de estudo 2: Iniciativa de pegada de carbono da Amsterdam Standard (Adam Matysiak, 2024).....	35

3.4.3. Caso de estudo 3: Avaliação da pegada de carbono na produção de MDF na China (Wang et al., 2018).....	37
3.4.4. Caso de estudo 4: Pesquisa sobre a pegada carbónica de água engarrafada (BIER, 2012) 38	
3.4.5. Caso de estudo 5: EPD de tijolos cerâmicos – Alemanha (Bauen mit Backstein, 2016) 40	
4. Cálculo da pegada carbónica da <i>France Air Portugal</i>	43
4.1. Definição dos limites organizacionais	43
4.2. Identificação das fontes de emissão de GEE.....	43
4.3. Cálculo das emissões do âmbito 1	45
4.3.1. Emissões diretas de combustão móvel.....	45
4.3.2. Emissões diretas fugitivas	49
4.4. Cálculo das emissões do âmbito 2	53
4.4.1. Energia elétrica	53
4.5. Cálculo das emissões do âmbito 3	56
4.5.1. Carregamentos elétricos fora das instalações próprias.....	56
4.5.2. Emissões de eliminação de resíduos.....	57
4.5.3. Viagens de negócio	61
4.5.4. Deslocações pendulares dos colaboradores.....	67
5. Resultados e Discussão	73
5.1. Apresentação de resultados.....	73
5.1.1. Âmbito 1.....	73
5.1.2. Âmbito 2.....	75
5.1.3. Âmbito 3.....	78
5.2. Discussão de resultados	83
6. Conclusão	91
6.1. Conclusões finais	91
6.2. Limitações e trabalhos futuros.....	92
Referências.....	93
Declaração de Integridade	99
Apêndice A – Âmbito 1.....	101
Apêndice B – Âmbito 3.....	105

Lista de Figuras

Figura 1 – <i>France Air Portugal</i>	5
Figura 2 – Escritório do Porto retirado do <i>Google Maps 2024</i>	6
Figura 3 – Valores das filiais do Grupo <i>Airvance (France Air Portugal)</i>	7
Figura 4 – Certificado <i>Great Place To Work</i>	7
Figura 5 - Benefícios da pegada carbónica nas empresas adaptado de Harangozo & Szigeti, 2017.....	15
Figura 6 - Áreas de foco do Pacto Ecológico Europeu (M. Chodkowska-Miszczuk & Lewandowska, 2024).....	16
Figura 7 - Visão geral dos âmbitos e das emissões do GHG Protocol ao longo da cadeia de valor (WBSCD & WRI, 2011).....	23
Figura 8 - Relação entre a família de normas ISO 14060 de GEE (ISO, 2018b).....	25
Figura 9 – Abordagens e ciclo de vida de um produto (Han Kim et al., 2024).....	29
Figura 10 – Etapas para o cálculo das emissões de GEE adaptado de João Francisco Nascimento Sarmiento, 2024.....	33
Figura 11 – Taxa de perda anual dos equipamentos.....	51
Figura 12 - Seleção dos fatores de emissão do âmbito 2 (APA, 2024).....	54
Figura 13 – Exemplo dos dados de uma e-GAR.....	58
Figura 14 – Operações de valorização (Jornal Oficial da União Europeia, 2005).....	60
Figura 15 – Exemplo de seleção do fator de emissão para metais ferrosos (EPA, 2024).....	60
Figura 16 – Estimativa da distância do voo (Travel Math).....	63
Figura 17 – Exemplo de seleção dos fatores de emissão 2024 (DEFRA, 2024).....	64
Figura 18 – Exemplo de determinação do FE para a Islândia.....	66
Figura 19 – Exemplo de seleção dos fatores de emissão por meio de transporte para o ano 2024 (EPA, 2024).....	70
Figura 20 - Gráfico da distribuição das emissões anuais por locadora.....	74
Figura 21 – Emissões anuais totais relativas às emissões diretas fugitivas.....	75
Figura 22 – Evolução das emissões associadas ao consumo de eletricidade.....	76
Figura 23 – Consumo elétrico anual por escritórios, em kWh.....	77
Figura 24 – Distribuição percentual do consumo elétrico em 2024.....	78
Figura 25 – Emissões anuais de eliminação de resíduos.....	80
Figura 26 – Evolução das emissões totais das viagens de negócio.....	81
Figura 27 – Emissões anuais totais das deslocações pendulares.....	83
Figura 28 – Emissões anuais totais por âmbito.....	84
Figura 29 – Gráfico da projeção da Redução das Emissões de GEE da FAP até 2050.....	89

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global de 100 anos de alguns GEE	12
Tabela 2 – Comparação entre métodos	31
Tabela 3 – Fontes de emissão consideradas	44
Tabela 4 – Informação fornecida pela locadora 1	46
Tabela 5 – Informação fornecida pela locadora 2	46
Tabela 6 – Informação fornecida pela locadora 3	47
Tabela 7 – Distância mensal e anual da viatura 8 da locadora 1	48
Tabela 8 – Distância anual percorrida pela viatura 11 da locadora 2, em quilómetros	48
Tabela 9 – Equipamentos e respetivo gás considerados	50
Tabela 10 – Informação relativa aos extintores da FAP	50
Tabela 11 – Valores de taxa de perda anual considerados	51
Tabela 12 – Valores de GWP para cada gás	52
Tabela 13 – Carga inicial de fluido para cada ano	52
Tabela 14 - Consumo de eletricidade da FAP no ano 2024	55
Tabela 15 - Consumo elétrico mensal de carregamentos externos (MWh)	56
Tabela 16 - Consumo anual e fator de emissão	57
Tabela 17 - Materiais, quantidades e tratamento dos abates de 2024	59
Tabela 18 – Emissões de eliminação de resíduos do ano 2024	61
Tabela 19 – Informações sobre os voos de novembro 2024	63
Tabela 20 – Fatores de emissão considerados por ano	64
Tabela 21 – Número de noites por país em cada ano	65
Tabela 22 – Fatores de emissão de estadias por país	65
Tabela 23 – Respostas ao inquérito elaborado	69
Tabela 24 – Fatores de emissão por meio de transporte por ano	70
Tabela 25 – Distância total casa-trabalho por meio de transporte	71
Tabela 26 – Número de dias anuais e distância total anual por meio de transporte	71
Tabela 27 – Emissões anuais totais e por locadora, em tCO ₂ eq	73
Tabela 28 – Emissões anuais diretas fugitivas	74
Tabela 29 – Consumo de eletricidade anual e respetivas emissões	76
Tabela 30 – Consumo elétrico e emissões de carregamentos externos de viaturas elétricas ..	78
Tabela 31 – Emissões anuais de eliminação de resíduos	79
Tabela 32 – Emissões anuais relativas às deslocações aéreas	80
Tabela 33 – Emissões anuais relativas às estadias	81
Tabela 34 – Emissões totais anuais associadas às viagens de negócios	81
Tabela 35 – Emissões anuais por meio de transporte, em tCO ₂ eq	82
Tabela 36 – Emissões anuais totais associadas às deslocações pendulares dos colaboradores	82
Tabela 37 – Emissões totais anuais por âmbito, em tCO ₂ eq	83
Tabela 38 – Estimativa das emissões remanescentes em 2050	88

Tabela A 1 - Distância mensal e anual, em km, para as viaturas da locadora 1	101
Tabela A 2 - Emissões, em tCO ₂ eq, de cada viatura da locadora 1 por ano.....	102
Tabela A 3 - Distância anual, em km, percorrida pelas viaturas da locadora 2	102
Tabela A 4 - Emissões, em tCO ₂ eq, de cada viatura da locadora 2 por ano.....	103
Tabela A 5 - Emissões anuais por equipamento	103
Tabela B 1 - Emissões para cada tipo de material.....	106
Tabela B 2 - Informações sobre os voos de negócio	107
Tabela B 3 - Emissões anuais das estadias por país	111

Acrónimos

Lista de Acrónimos

ACV	Análise do Ciclo de Vida
AICV	Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
BIER	<i>Beverage Industry Environmental Roundtable</i>
BMS	<i>Building Management System</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Assessment Method</i>
BSI	<i>British Standards Institution</i>
CDP	<i>Carbon Disclosure Project</i>
CELE	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
CEN	Comité Europeu de Normalização
CLCD	<i>Chinese Life Cycle Database</i>
COP21	21ª Conferência de Partes
CQNUAC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas
CSRD	<i>Corporate Sustainability Reporting Directive</i>
DEFRA	<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i>
DPEST	Dissertação/ Projeto/ Estágio
EEIO	<i>Environmentally Extended Input-Output</i>
EFrag	<i>European Financial Reporting Advisory Group</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EPD	<i>Environmental Product Declaration</i>
ESEF	<i>European Single Electronic</i>
ESG	<i>Environmental, Social, and Governance</i>
ESRS	<i>European Sustainability Reporting Standards</i>
EUA	Estados Unidos da América
FAP	<i>France Air Portugal</i>
FE	Fator de Emissão
GEE	Gases de Efeito de Estufa
GHG	<i>Greenhouse Gases</i>

ICV	Inventários do Ciclo de Vida
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
MDF	<i>Medium-Density Fiberboard</i>
MEM	Mestrado em Engenharia Mecânica
NDCs	<i>Nationally Determined Contributions</i>
NFRD	<i>Non-Financial Reporting Directive</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PAG	Potencial de Aquecimento Global
PC	Pegada Carbónica
PCP	Pegada Carbónica do Produto
PME	Pequenas e Médias Empresas
PPA	<i>Power Purchase Agreement</i>
RCLE-UE	Regime Europeu de Comércio de Licenças de Emissão
REC	<i>Renewable Energy Certificates</i>
RFQ	<i>Request for Quotation</i>
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
UE	União Europeia
UF	Ureia-Formaldeído
VCS	<i>Verified Carbon Standard</i>
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable</i>
WRI	<i>World Resource Institute</i>

1. Introdução

Este capítulo está dividido em quatro partes, o enquadramento do tema, a identificação dos objetivos a cumprir, a metodologia utilizada para a realização do presente relatório e, por fim, é apresentada a sua estrutura.

1.1. Enquadramento

O presente relatório foi realizado no âmbito da unidade curricular Dissertação/ Projeto/ Estágio (DPEST), do Mestrado de Engenharia Mecânica (MEM), no ramo de Gestão Industrial, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A crescente consciencialização dos consumidores sobre os problemas sociais e ambientais tem moldado o seu papel como agentes na construção de uma sociedade mais sustentável. Esta preocupação reflete-se na procura de informações relacionadas com o impacto ambiental dos produtos e o desenvolvimento sustentável das empresas. A criação dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) pelas Nações Unidas (ONU) em 2015 reforçou a necessidade de alinhamento das atividades empresariais com as metas globais de sustentabilidade (Subramaniam et al., 2023).

Assim sendo, os consumidores têm exigido maior transparência e responsabilidade por parte das empresas, impulsionando a adoção de ações para mitigar os impactos ambientais, incluindo estratégias como o desenvolvimento de produtos mais ecológicos e a publicação de relatórios de sustentabilidade, de forma a demonstrar compromisso ambiental, social e económico (Abreu et al., 2021).

As empresas podem adotar estratégias como relatórios de sustentabilidade para demonstrar o seu compromisso com o desenvolvimento sustentável. Estes relatórios garantem transparência, independência e compromisso com os dados apresentados. Outra opção, e a retratada neste relatório, é a determinação da Pegada Carbónica (PC), que pode complementar estes relatórios, reforçando a responsabilidade ambiental da empresa (Houghton, 2015).

1.2. Objetivos

Para o desenvolvimento do presente relatório foram tidos em consideração os objetivos propostos pela *France Air Portugal* (FAP) para o estágio curricular realizado no último semestre letivo.

Introdução

O objetivo geral do estágio é avaliar o impacto ambiental da FAP e propor políticas a implementar para reduzir as suas emissões de carbono. Para tal, foram definidos dois principais objetivos como:

- A aplicação de modelos de cálculo de emissões de carbono relacionados à atividade da empresa;
- A aferição de estratégias de mitigação das emissões de carbono da empresa.

1.3. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho foi delineada com base no modelo cebola (*research onion*), proposto por Saunders, Lewis e Thornhill (Mark N.K. Saunders et al., 2023). Esta abordagem metodológica organiza o processo de investigação em diferentes camadas concêntricas, desde as decisões mais filosóficas até às mais práticas. O modelo permite estruturar de forma lógica e coerente todas as etapas da investigação, facilitando a compreensão das escolhas metodológicas feitas ao longo do estudo.

Cada camada representa uma decisão fundamental: a filosofia da investigação, a abordagem teórica, a estratégia adotada, o tipo de métodos utilizados, o horizonte temporal e, por fim, as técnicas de recolha e análise de dados. No presente trabalho, a metodologia foi definida de forma a permitir o cálculo rigoroso da pegada carbónica da FAP, de acordo com as diretrizes do *GHG Protocol*.

Filosofia da investigação

A filosofia adotada nesta investigação foi o pragmatismo, por se tratar de um estudo com um forte enfoque na resolução de um problema real e na produção de conhecimento aplicável à prática empresarial. O pragmatismo valoriza a utilização de diferentes métodos e fontes de dados, dependendo da natureza do problema, combinando abordagens qualitativas e quantitativas, sempre com foco no impacto prático.

Abordagem teórica

A abordagem utilizada foi dedutiva, uma vez que o estudo partiu de princípios teóricos previamente estabelecidos — nomeadamente as normas do *GHG Protocol* — para a aplicação prática no caso da FAP. A investigação baseou-se em pressupostos teóricos sólidos, e os dados recolhidos serviram para testar e aplicar essas diretrizes à realidade da empresa.

Estratégias de investigação

A estratégia escolhida foi o estudo de caso, aplicado à empresa FAP. Esta estratégia permite uma análise aprofundada e contextualizada da realidade organizacional, oferecendo uma visão abrangente das suas operações e fontes de emissão de GEE. O estudo de caso é particularmente útil para estudos de sustentabilidade empresarial, onde os contextos operacionais têm influência significativa nos resultados.

Escolhas metodológicas

Optou-se por uma metodologia quantitativa, uma vez que o cálculo da pegada carbónica envolve a quantificação de dados reais e objetivos. A investigação também incorporou elementos método misto, nomeadamente através da utilização de um inquérito (*Google Forms*) para recolher dados sobre as deslocações casa-trabalho dos colaboradores, o que complementou os dados administrativos.

Horizonte temporal

A investigação teve um horizonte longitudinal, com a análise dos dados da empresa ao longo de um período de três anos (2022 a 2024). Esta perspetiva temporal permitiu avaliar a evolução das emissões da empresa e identificar tendências relevantes para a formulação de estratégias de mitigação.

Técnicas e Procedimentos

As técnicas utilizadas incluíram:

- Recolha de dados primários através de inquérito aos colaboradores (*Google Forms*) sobre deslocações pendulares;
- Recolha de dados secundários através de documentos internos da empresa, relatórios de consumo de eletricidade, dados de viagens de negócio e inventário de resíduos;
- Cálculo das emissões com base na multiplicação dos dados de atividade pelos respetivos fatores de emissão (fornecidos por fontes oficiais como APA, DEFRA, EPA e IPCC);
- Ferramentas de cálculo e análise: *Microsoft Excel* para tratamento dos dados, realização dos cálculos e apresentação dos resultados por âmbito (1, 2 e 3);
- Classificação das emissões conforme os três âmbitos definidos pelo *GHG Protocol*:
 - Âmbito 1: Emissões diretas (combustão móvel e fugas de gases);
 - Âmbito 2: Emissões indiretas de eletricidade;
 - Âmbito 3: Outras emissões indiretas (resíduos, viagens de negócio, carregamentos externos e deslocações dos colaboradores).

Introdução

A aplicação do modelo da cebola permitiu uma estruturação clara e fundamentada da metodologia, assegurando a coerência entre os objetivos do estudo, os métodos utilizados e os resultados obtidos. Esta abordagem contribuiu para garantir a fiabilidade e transparência do processo de quantificação da pegada carbónica da *France Air Portugal*.

1.4. Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se dividido em seis capítulos.

No primeiro capítulo, Introdução, é feito o enquadramento ao tema desenvolvido e a motivação para o fazer, são identificados os objetivos propostos, a metodologia utilizada para os cumprir, assim como a estrutura do relatório.

O segundo capítulo, Apresentação da empresa e do problema, é dedicado à apresentação da empresa de acolhimento, *France Air Portugal*, e a apresentação do problema proposto.

O Capítulo Revisão Bibliográfica apresenta a revisão bibliográfica, que serve de base teórica para o trabalho a desenvolver ao longo do estágio na empresa. São definidos conceitos importantes como pegada carbónica e GEE, é feito um enquadramento legal, são descritos alguns métodos de cálculo da pegada carbónica e, por fim, é feita a revisão de alguns casos de estudo.

No capítulo Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal* são detalhados os métodos utilizados para quantificar as emissões de GEE. Apresentam-se as fórmulas aplicadas, exemplos práticos de cálculo e a seleção dos fatores de emissão para cada fonte considerada.

O quinto capítulo, Resultados e Discussão, apresenta todos os resultados obtidos para cada fonte de emissão considerada e uma análise e discussão para os valores totais finais. São, também, apresentadas algumas propostas de melhoria para a mitigar estas emissões.

No Capítulo Conclusão é feita uma avaliação crítica do trabalho desenvolvido, são apresentadas as conclusões retiradas e dificuldades que foram surgindo.

2. Apresentação da empresa e do problema

Neste capítulo é feita a apresentação da empresa de acolhimento e são apresentadas as razões que a motivam a realizar o estágio.

2.1. Apresentação da empresa

A *France Air Portugal*, Figura 1, é uma subsidiária do grupo *France Air*, uma organização de referência no setor de AVAC.



Figura 1 – *France Air Portugal*

A FAP deu início à sua presença no mercado português com a abertura do seu primeiro escritório em Lisboa em 1988, por iniciativa de Robert Dolbeau, presidente do grupo *France Air*. Desde então, e devido ao sucesso da empresa, deu-se a abertura de mais dois escritórios em Portugal, em Faro e no Porto (Figura 2). Sendo este último o local onde vai ser realizado o estágio (*France Air Portugal*).

Apresentação da empresa e do problema



Figura 2 – Escritório do Porto retirado do *Google Maps 2024*

A *France Air* integra o Grupo *Airvance*, uma organização internacional formada pela fusão de empresas líderes em soluções de tratamento e distribuição de ar, criado em 2020. Este grupo ambiciona desempenhar um papel estratégico no mercado como especialista em soluções de tratamento e qualidade do ar para o conforto e segurança no interior de edifícios, respeitando o ambiente (*Airvance Group*).

A *France Air* é uma empresa especialista em sistemas de tratamento de ar mais elaborados e projetos exigentes como blocos operatórios, salas brancas, cozinhas profissionais, parques de estacionamento subterrâneos, túneis ferroviários e rodoviário.

Missão: “Desempenhar um papel distinto no nosso mercado para o desenvolvimento, fabrico e distribuição de soluções focadas na criação de ambientes saudáveis e seguros, onde a qualidade do ar e o conforto estão firmemente assegurados”

Valores: Todas as filiais do Grupo *Airvance* reúnem as suas equipas profissionais em torno dos valores humanos e empresariais presentes na Figura 3 (*France Air Portugal*).



Figura 3 – Valores das filiais do Grupo Airvance (*France Air Portugal*)

Em 2024, obteve, pelo terceiro ano consecutivo, a certificação *Great Place to Work* (Figura 4) (*France Air Portugal*). Um reconhecimento que reflete o forte compromisso da empresa com o bem-estar e a satisfação dos seus colaboradores. Este título é atribuído a organizações que se destacam pela criação de ambientes de trabalho positivos, inclusivos e motivadores, onde a confiança, a colaboração e o desenvolvimento profissional são prioridades.



France Air Portugal

Atualização de Maio 2024.

Figura 4 – Certificado *Great Place To Work*

Como membro do Grupo *Airvance* e como especialista no tratamento e difusão do ar interior, a *France Air* prioriza o bem-estar e segurança das pessoas que vivem e trabalham nesses ambientes. Dessa forma, a sua estratégia assenta em quatro pilares (*France Air Portugal*):

- Maximizar a presença internacional do Grupo através da força da estratégia de *marketing* multimarcas;
- Idealizar os produtos e soluções do futuro, e definir as tendências do mercado: tratar, aquecer, arrefecer e purificar o ar interior respeitando o ambiente;
- Oferecer a gama de soluções mais ampla do mercado através de pontos de venda locais, suporte técnico e logística eficaz;

Apresentação da empresa e do problema

- Ser líder em projetos de edifícios no setor terciário e crescer nos mercados residências e de ambientes controlados.

A Responsabilidade Social Corporativa é também um pilar essencial (*France Air Portugal*):

- Otimizar o impacto ambiental dos produtos;
- Investir em relações saudáveis e a longo prazo com o ecossistema empresarial;
- Tornar o Grupo num centro de oportunidades profissionais para todos.

2.2. Apresentação do problema

A crescente preocupação com as alterações climáticas e a urgência em adotar medidas para mitigar as emissões de carbono têm levado as empresas a analisar as suas práticas e a adotar abordagens mais sustentáveis. Nesse contexto, a FAP reconhece a importância de calcular a sua pegada carbónica e implementar ações de mitigação para atender às exigências do mercado e alinhar-se às políticas ambientais que se encontram em constante evolução.

Desta forma, várias são as razões que motivam a FAP a realizar esta análise:

- **Conformidade com diretivas e políticas europeias:** A nível europeu, diretivas como o Pacto Ecológico Europeu (Conselho Europeu & Conselho da União Europeia), a Diretiva 2023/1791 (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2023) e a Diretiva de Relato de Sustentabilidade Corporativa (CSRD) (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2022) promovem a transição para a neutralidade carbónica até 2050, com base no Regulamento (UE) 2021/1119 (Lei Europeia do Clima) (Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, 2021). Embora não exista, até à data, uma exigência legal direta que obrigue as empresas a atingirem a neutralidade carbónica (ou seja, pegada carbónica igual a zero), existe uma obrigatoriedade crescente de reporte das emissões e de demonstração de compromisso com a sustentabilidade. A CSRD, em vigor desde janeiro de 2023 impõe a obrigação faseada de reporte das emissões de GEE, incluindo a pegada carbónica:

- A partir de 2025, para grandes empresas já abrangidas pela anterior diretiva (NFRD - *Non-Financial Reporting Directive*);

- Em 2026, para todas as grandes empresas (mais de 250 trabalhadores, 40 milhões de euros de volume de negócios ou 20 milhões de euros de balanço total);

- Em 2027, para as PME cotadas, com opção de adiamento até 2028;

- E em 2029, para empresas de países terceiros com atividade relevante no mercado da EU (volume de negócios superior a 150 milhões de euros).

Embora a *France Air Portugal* ainda não esteja incluída nos primeiros grupos obrigados, a empresa antecipa-se a essas futuras exigências legais, promovendo uma estratégia proativa e alinhada com as políticas europeias de sustentabilidade.

- **Enquadramento legal nacional:** Em Portugal, embora a neutralidade carbónica ainda não seja uma obrigação legal direta das empresas, o país assumiu o compromisso jurídico de a atingir até 2050, consagrado na Lei de Bases no Clima (Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro)(Assembleia da República, 2021) e operacionalizado através do Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050) (Ministério do Ambiente e da Transição Energética, 2019). Esta legislação estabelece que entidades privadas com impacto relevante nas emissões devem adotar medidas de mitigação, embora, até ao momento, sem impor metas específicas de neutralidade de forma vinculativa para casa empresa.

Embora a FAP ainda não esteja incluída nos primeiros grupos de entidades obrigadas ao reporte de emissões, a empresa opta por se antecipar a estas futuras exigências, promovendo uma estratégia proativa e alinhada com os objetivos europeus e nacionais para neutralidade carbónica.

- **Maior exigência de consumidores e *stakeholders*:** A crescente atenção dos consumidores e outros *stakeholders* às práticas ambientais tem levado a uma maior exigência por transparência e responsabilidade climática;
- **Vantagem competitiva:** A transparência na divulgação de emissões e a adoção de ações mitigadoras podem diferenciar a FAP em relação aos concorrentes, fortalecendo a sua posição no mercado.

Apresentação da empresa e do problema

3. Revisão Bibliográfica

A revisão da literatura servirá de base para os capítulos subsequentes, apresentando as abordagens metodológicas adotadas e fornecendo uma base teórica essencial para a análise e compreensão dos resultados da investigação.

3.1. Pegada Carbónica

3.1.1. Definição de Pegada Carbónica

O conceito de pegada carbónica é difícil de definir, uma vez que requer uma declaração dos pressupostos subjacentes e, muitas vezes, da abordagem metodológica (Peters, 2010). Dessa forma, existem diferentes definições para pegada carbónica.

Na maioria dos casos, a pegada carbónica é um indicador que quantifica a quantidade total de emissões de gases de efeito de estufa (GEE) (Azarkamand et al., 2020) geradas, direta ou indiretamente, por uma atividade ou pelas diferentes fases do ciclo de vida de produtos. Assim sendo, a nível empresarial, a pegada carbónica pode ser definida como o total das emissões de carbono (ou de GEE) que se relacionam com a atividade da empresa e/ou dos seus produtos, avaliando todos os recursos, participantes, processos no âmbito empresarial e cadeia de abastecimento, desde a extração da matéria-prima, transporte, produção, distribuição, utilização, reciclagem e o descarte final (Harangozo & Szigeti, 2017).

A pegada carbónica pode considerar apenas as emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) ou incluir outros GEE, tal como previsto no Protocolo de Quioto (Harangozo & Szigeti, 2017).

A pegada de carbono é comumente expressa em toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO₂eq), de forma a padronizar o impacto climático dos diferentes GEE, simplificando o cálculo e possibilitando comparações consistentes entre as diversas fontes de emissões (E. Rees et al., 1996).

3.1.2. Gases de Efeito de Estufa

Os GEE são os constituintes gasosos da atmosfera, provenientes de causas naturais ou antropogénicas, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos

dentro do espectro de radiação emitida pela superfície da Terra, pela própria atmosfera, e pelas nuvens, provocando o efeito de estufa (IPCC, 2014).

Uma lista destes GEE pode ser consultada no relatório “*Climate Change 2013: The physical Science Basis*” (IPCC, 2013a), fornecido pelo Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC).

Os principais gases que contribuem para o efeito de estufa, cujas emissões aumentaram 70% desde o ano de 1970 até ao ano de 2004, são os gases estabelecidos no Protocolo de Quioto:

- Dióxido de Carbono (CO₂);
- Metano (CH₄);
- Óxido Nitroso (N₂O);
- Hidrofluorcarboneto (HFC);
- Perflurcarbonetos (PFC);
- Hexafluoreto de Enxofre (SF₆)

Para que as emissões de diferentes GEE sejam expressas numa unidade comum (CO₂eq), foi introduzida a medida de comparação “Potencial de Aquecimento Global” (PAG), que mede a capacidade de diferentes GEE reterem calor na atmosfera e contribuírem para o aquecimento global, comparativamente ao CO₂. Esta métrica é normalmente calculada para um período de 100 anos. Assim sendo, o PAG₁₀₀ é a razão entre o efeito de um quilograma do GEE e o efeito de um quilograma de CO₂, num horizonte de 100 anos. Apesar dos valores de PAG₁₀₀ já terem sofrido várias alterações ao longo dos anos, na Tabela 1 são apresentados alguns dos valores atualmente considerados para alguns dos GEE (IPCC, 2014)

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global de 100 anos de alguns GEE

GEE	PAG ₁₀₀
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265
CF ₄	6630
HFC – 152A	138

3.1.3. Importância da Pegada Carbónica

A pegada carbónica tem vindo a ganhar relevância nos últimos anos devido à sua capacidade de medir e comunicar o impacto ambiental das atividades humanas em termos de emissões de GEE. Este indicador tornou-se uma ferramenta essencial para governos, empresas, organizações e consumidores, desempenhando um papel central no combate às mudanças

climáticas. A importância da pegada carbónica pode ser analisada em diversas dimensões, como ambiental, económica e social (Pandey et al., 2011).

Contribuição para o combate às mudanças climáticas

Como já foi referido, a pegada carbónica é um instrumento crucial para identificar e quantificar emissões de GEE, permitindo que as organizações e indivíduos compreendam o seu impacto no aquecimento global, tornando possível a identificação das fontes de emissão mais significativas em cadeias de produção e processos operacionais, estabelecer estratégias de mitigação das emissões de GEE e monitorizar o progresso em direção às metas climáticas globais, como as estabelecidas no Acordo de Paris, que visa limitar o aumento da temperatura global a níveis abaixo de 2°C.

Sensibilização e mudança de comportamento

A nível social, a pegada carbónica desempenha um papel educativo importante, fornecendo informações que ajudam a sensibilizar a sociedade para os impactos das escolhas individuais e coletivas no meio ambiente. Isso permite a promoção de hábitos de consumo mais sustentáveis, como a preferência por produtos com menor pegada carbónica, e o incentivo a práticas de produção responsáveis.

Apoio à formulação de políticas públicas

Os governos utilizam a pegada carbónica para fundamentar políticas climáticas eficazes e integradas. Este indicador pode ser utilizado para desenhar programas de redução de emissões, como sistemas de comércio de carbono e incentivos fiscais para práticas sustentáveis e monitorizar o cumprimento de compromissos internacionais, garantindo que as metas de redução sejam alcançadas de maneira transparente e mensurável.

Ferramenta de gestão empresarial e competitividade

Para as empresas, a pegada carbónica é mais do que uma métrica ambiental, é também uma ferramenta estratégica. Ao calcular e divulgar as suas emissões, as organizações podem atender às exigências regulatórias, fortalecer a reputação corporativa e identificar áreas de melhoria e redução de custos operacionais. No subcapítulo seguinte (subcapítulo 3.1.4 - Benefícios para as empresas), vai ser abordado mais profundamente os benefícios que as organizações têm ao aplicar a pegada carbónica.

Resumindo, a pegada carbónica é um elemento essencial para a construção de um futuro mais sustentável. A sua aplicação permite compreender os impactos das atividades humanas no clima, promover mudanças significativas no comportamento empresarial e individual e apoiar políticas públicas mais robustas (Peters, 2010).

3.1.4. Benefícios para as empresas

A aplicação da pegada carbónica é uma prática estratégica que oferece inúmeros benefícios para as empresas, tanto a nível ambiental, como económico e reputacional. Mais concretamente (Harangozo & Szigeti, 2017) (Peters, 2010):

- **Identificação de oportunidades para a redução de custos:** a PC, quando aplicada a um sistema de contabilidade de carbono, aponta campos prioritários de intervenção para aumentar a eficiência e reduzir despesas;
- **Promoção de colaborações internas:** estimula a interação com outras áreas da empresa, como Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), incentivando inovações e práticas como o *design* orientado para o meio ambiente;
- **Fornecimento de dados para relatórios:** gera informações úteis para relatórios de carbono internos e externos, agregando valor à empresa ao longo da cadeia de abastecimento e fortalecendo o relacionamento com consumidores e *stakeholders*;
- **Motivação de colaboradores:** é uma forma de motivar os funcionários, ao posicionar a empresa como uma organização comprometida com a consciencialização climática;
- **Fortalecimento da imagem corporativa:** contribui para melhorar a reputação da empresa, alinhando-a às expectativas de sustentabilidade do mercado.

A pegada carbónica possibilita às empresas integrar aspetos ambientais, especialmente relacionados às políticas climáticas, nas diferentes funções corporativas. Esse processo é um catalisador importante para garantir que a proteção ambiental e a sustentabilidade não sejam tratadas como áreas isoladas, mas como parte integrante de diversas operações corporativas, contribuindo para decisões mais integradas e alinhadas com os princípios de boa governança organizacional (Goran D. Putnik & Paulo Ávila, 2016).

Na Figura 5 é apresentado um esquema onde é resumida a relevância da pegada carbónica para uma empresa nos seus diversos campos.

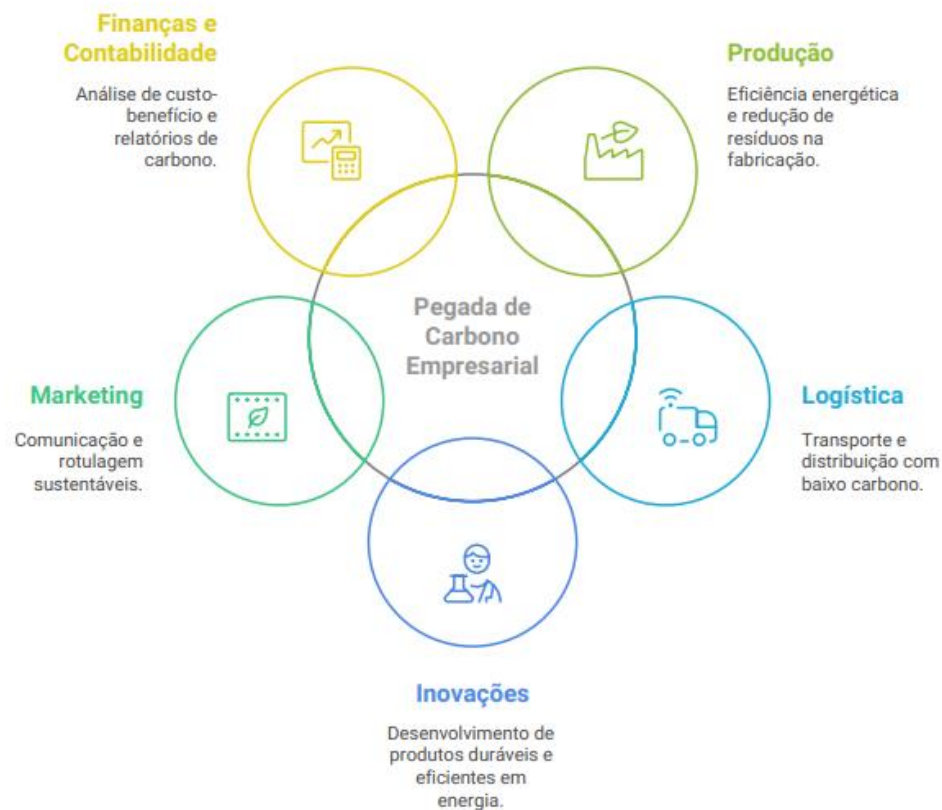


Figura 5 - Benefícios da pegada carbónica nas empresas adaptado de *Harangozo & Szigeti, 2017*

3.2. Enquadramento Legal

A crescente preocupação com as alterações climáticas tem levado à criação de um conjunto robusto de diretivas, pactos e normas internacionais que incentivam ou obrigam as empresas a monitorizar e reportar as suas emissões de carbono.

3.2.1. Pacto Ecológico Europeu

O Pacto Ecológico Europeu, apresentado pela Comissão Europeia em 2019, é uma estratégia de crescimento da União Europeia que tem o objetivo de alcançar a neutralidade carbónica até 2050. Define um conjunto de iniciativas e políticas que promovem a sustentabilidade ambiental, a descarbonização da economia e a proteção dos recursos naturais, enquanto procura o crescimento económico sustentável.

É o contributo da UE para o Acordo de Paris, falado mais à frente no subcapítulo 3.2. Enquadramento Legal, que a UE e todos os seus países ratificaram e que fixou o objetivo de manter o aquecimento global a um máximo de +1,5 °C em comparação com os níveis pré-industriais.

Sublinha a necessidade de todos os domínios políticos contribuírem para a luta contra as alterações climáticas. A estratégia apoia medidas em todos os setores económicos que abrangem a energia, os transportes, a indústria, a agricultura e o financiamento sustentável, entre outros.

Os principais objetivos para 2050 são (Conselho Europeu & Conselho da União Europeia):

- **Neutralidade climática:** Redução drástica de GEE para que a UE se torne a primeira região do mundo com impacto neutro no clima;
- **Economia circular:** Novo modelo económico em que os produtos são reutilizados, reparados e reciclados reduzindo os resíduos e conservando os recursos;
- **Indústria limpa:** Promover indústrias mais limpas, sustentáveis e eficientes do ponto de vista energético que prosperam nos mercados da UE e do mundo;
- **Ambiente mais saudável:** Plano para restaurar a natureza e trabalhar rumo à poluição zero, a fim de assegurar um ambiente saudável para as gerações futuras;
- **Agricultura mais sustentável:** Práticas agrícolas mais ecológicas para proteger o ambiente, proporcionando simultaneamente alimentos saudáveis e a preços acessíveis;
- **Justiça e equidade climáticas:** Plano para tornar a transição justa e inclusiva, a fim de ajudar as pessoas mais afetadas pela transição e não deixar ninguém para trás.

Na Figura 6 são apresentadas as principais áreas de foco do Pacto Ecológico Europeu.

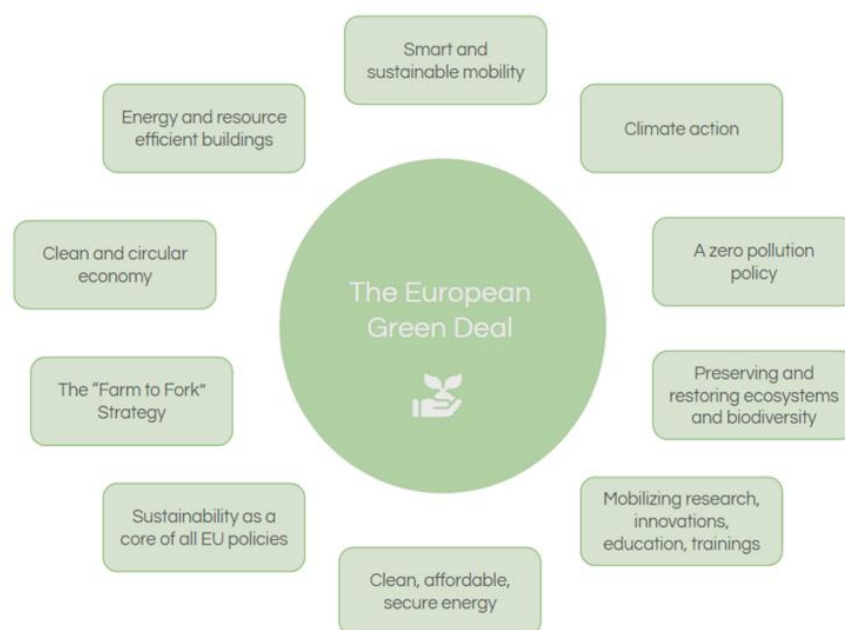


Figura 6 - Áreas de foco do Pacto Ecológico Europeu (M. Chodkowska-Miszczuk & Lewandowska, 2024)

O Pacto Ecológico Europeu coloca as empresas no centro da transição para uma economia sustentável, promovendo inovação e adaptação para reduzir emissões e integrar práticas circulares. As empresas são incentivadas a medir a sua pegada carbónica, alinhando-se a normas. Investimentos em tecnologias limpas e eficiência energética tornam-se indispensáveis e as cadeias de valor exigem maior transparência ambiental, especialmente em setores exportadores.

3.2.2. Diretivas da União Europeia

A **Diretiva (UE) 2018/2002** (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2018) e a **Diretiva (UE) 2023/1791** (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2023) estabelecem metas ambiciosas para a redução do consumo de energia e incentivam a adoção de medidas que favorecem a transição para uma economia de baixo carbono.

Diretiva (UE) 2018/2002

Esta diretiva é uma revisão da Diretiva 2012/27/UE (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2012), consolidando metas claras para a eficiência energética no horizonte de 2030. Um dos seus principais objetivos foi a redução de 32,5% no consumo de energia primária e final, incentivando os Estados-Membros a implementar medidas práticas como (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2018):

- **Renovação de edifícios públicos:** Estabelece uma obrigação para que 3% da área total de edifícios ocupados pelo governo sejam renovados anualmente para atender a altos padrões de eficiência energética;
- **Sistemas de medição inteligentes:** Exige a instalação de contadores de energia que forneçam informações detalhadas e precisas, proporcionando aos consumidores dados precisos sobre o seu consumo energético;
- **Promoção de cogeração de alta eficiência:** Incentiva o uso de sistemas de produção combinada de calor e eletricidade, reduzindo perdas de energia nos processos industriais.

Diretiva (UE) 2023/1791

Esta diretiva, uma revisão da anterior, reforça a ambição climática da UE, alinhando-se ao Pacto Ecológico Europeu e à meta de neutralidade climática até 2050, elevando as suas ambições para a eficiência energética, tendo como objetivos (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2023):

- **Metas mais rigorosas:** Estabelece metas vinculativas para a redução do consumo de energia primária e final em 11,7% até 2030, alinhando-se às metas climáticas do Pacto Ecológico Europeu;

- **Aumentar a eficiência no setor público:** Exige padrões mais rigorosos de eficiência energética nos edifícios públicos e a implementação de auditorias e renovação energética;
- **Apoiar a transição PME:** Inclui medidas específicas para ajudar as pequenas e médias empresas a adotar práticas e tecnologias mais eficientes em energias;
- **Incentivar a renovação de edifícios:** Promove a modernização de edificações públicas e privadas, como foco em áreas de baixo desempenho energético;
- **Integrar tecnologias digitais:** Destaca a importância de soluções tecnológicas, como inteligência artificial, para otimizar o uso de energia.

Estas diretivas evidenciam a trajetória da União Europeia rumo a uma economia mais eficiente e neutra em carbono e fornecem um contexto robusto que incentiva os Estados-Membros e o setor privado a contribuir para a transição energética.

3.2.3. Regime Europeu de Comércio de Licenças de Emissão (RCLE-UE)

O RCLE-UE, instituído pela Diretiva 2003/87/CE (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2003), é o sistema de comércio de licenças de emissão (CELE) da UE. Este sistema é o pilar da política climática da UE para combater as alterações climáticas através da redução das emissões dos GEE, de uma forma rentável e economicamente eficiente. Baseia-se no princípio de limitação e comércio, em que é definido um limite para a emissão de uma determinada quantidade de GEE para as fábricas, centrais elétricas e outras unidades no regime. Esse limite é progressivamente reduzido ao longo do tempo, promovendo a diminuição gradual das emissões totais. O sistema permite o comércio de licenças de emissão, garantindo que as emissões combinadas das instalações e dos operadores de aeronaves permaneçam dentro do limite estipulado, enquanto incentiva a adoção de medidas mais eficientes para reduzir emissões (EU).

As empresas participantes recebem ou compram licenças de emissão, cada uma correspondendo a uma tonelada de CO₂ equivalente. Caso as suas emissões sejam inferiores ao limite estipulado, podem vender as licenças excedentes, se excederem o limite, devem comprar licenças adicionais ou enfrentar multas significativas.

O RCLE-UE gera impactos diretos e indiretos sobre as empresas, influenciando tanto os custos operacionais quanto as suas estratégias de longo prazo. Por ser um sistema dinâmico baseado em mercado, incentiva as empresas a investirem em tecnologias de redução de emissões, eficiência energética e transição para fontes de energia renováveis.

As empresas que não estão diretamente cobertas pelo RCLE-UE, mas que dependem de setores regulados, de que é exemplo a geração de energia, também sofrem impactos indiretos, principalmente por meio dos custos de recursos e da energia (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2003).

3.2.4. Diretiva de Relatórios de Sustentabilidade Corporativa (CSRD)

A Diretiva de Relatórios de Sustentabilidade Corporativa (CSRD) é identificada oficialmente como Diretiva (UE) 2022/2464 (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2022). Esta diretiva, implementada pela União Europeia, marca uma evolução significativa em relação à NFRD (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2014) e reflete o compromisso da UE com a transparência e a promoção de práticas empresariais sustentáveis, alinhando-se ao Pacto Ecológico Europeu e ao objetivo de alcançar a neutralidade climática até 2050. A CSRD introduz requisitos mais rigorosos e abrangentes para as empresas em relação ao relato de informações ambientais, sociais e de governança (ESG) (Boggini, 2024).

Os principais objetivos da CSRD são (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2022):

- **Aumentar a transparência corporativa:** Garantir que as partes interessadas tenham acesso a informações confiáveis e comparáveis sobre o desempenho de sustentabilidade das empresas;
- **Incentivar práticas empresariais sustentáveis:** Promover a integração de fatores ESG nas estratégias corporativas e na tomada de decisões;
- **Harmonizar os relatórios de sustentabilidade:** Estabelecer padrões uniformes e alinhados às metas ambientais da UE, promovendo maior consistência entre os relatórios das empresas;
- **Reforçar o papel das auditorias:** Tornar obrigatória a verificação externa independente das informações de sustentabilidade reportadas.

A CSRD introduziu algumas alterações significativas em relação à NFRD, entre as quais se destacam (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2022) (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2014):

- **Alargamento do âmbito:** A NFRD aplicava-se apenas a grandes empresas públicas de interesse público com mais de 500 empregados. Com a CSRD, o alcance inclui todas as grandes empresas e as PME cotadas em mercados regulamentados;
- **Normas de Relatório Padronizadas:** A CSRD introduz normas europeias de relatórios de sustentabilidade (*European Sustainability Reporting Standards, ESRS*), que definem requisitos claros sobre que informações devem ser divulgadas. Estas normas foram desenvolvidas pelo *European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG)* e cobrem aspetos ambientais, sociais e de governança (ESG);
- **Princípio da dupla materialidade:** As empresas devem relatar tanto como as questões ESG afetam as suas operações, como as suas atividades as impactam;
- **Auditoria e Certificação:** A CSRD exige que as informações de sustentabilidade sejam auditadas e certificadas, garantindo maior credibilidade e fiabilidade nos relatórios;

- **Digitalização:** Os relatórios devem ser apresentados em formato digital e legível por máquina, alinhados com a estrutura da Taxonomia Europeia e os padrões do formato eletrónico único europeu (*European Single Electronic, ESEF*).

3.2.5. Acordo de Paris

O Acordo de Paris é um tratado internacional que vincula juridicamente os seus signatários a agirem para combater as alterações climáticas. Foi adotado em 12 de dezembro de 2015, durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CQNUAC), em Paris. Entrou em vigor a 4 de novembro de 2016, após ser ratificado por, pelo menos, 55 países que representassem no mínimo 55% das emissões mundiais de GEE (Conselho Europeu & Conselho da União Europeia).

O Acordo de Paris estabelece como um dos seus objetivos limitar o aumento da temperatura média mundial bem abaixo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais e prosseguir esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C. Este limite visa reduzir os impactos mais graves das mudanças climáticas, como eventos climáticos extremos, elevação do nível do mar e perda de biodiversidade. Para atingir este objetivo, os países signatários comprometeram-se a adotar políticas e medidas que reduzam as suas emissões de GEE e promovam uma transição para economias de baixo carbono (Agência Portuguesa do Ambiente).

Cada país signatário deve apresentar e atualizar periodicamente as suas **Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs)** que descrevem os planos e compromissos nacionais para reduzir as emissões de GEE e adaptar-se aos impactos das alterações climáticas (United Nations).

Apesar de a France Air Portugal não estar diretamente abrangida por estas diretivas, pactos ou acordos, a crescente tendência regulatória e o aumento da pressão por parte de clientes e parceiros indicam que o cálculo da pegada carbónica será, em breve, uma exigência generalizada. Assim, antecipar-se a esta realidade não só prepara a empresa para futuras obrigações legais, como também fortalece a sua posição no mercado, demonstrando um compromisso proativo com a sustentabilidade e alinhando-se às metas climáticas globais.

3.3. Metodologias de cálculo da Pegada Carbónica

Como já foi referido, o cálculo da pegada carbónica é uma ferramenta essencial de gestão ambiental, permitindo às organizações identificar as suas emissões de GEE e implementar estratégias de compensação, controlo, redução e mitigação. Existem diversas ferramentas para calcular a pegada carbónica para indivíduos, empresas e outras organizações. As metodologias que vão ser descritas neste relatório são as mais comumente usadas e que vão de encontro às

diretivas e pactos referidos no subcapítulo 3.2), nomeadamente o *GHG Protocol* e a ISO 14064 e ISO 14067 (APCER).

3.3.1. GHG Protocol

O *Greenhouse Gas Protocol* foi desenvolvido em parceria pelo *World Resource Institute* (WRI) e o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Esta metodologia é atualmente a metodologia mais utilizada pelas empresas, para avaliação, quantificação e comunicação das emissões de GEE geradas pelas suas atividades (Harangozo & Szigeti, 2017), uma vez que disponibiliza gratuitamente normas e diretrizes que permitem inventariar e quantificar as emissões de GEE (Azarkamand et al., 2020).

Desde a primeira publicação, em 2001, o *GHG Protocol* tem sido atualizado, uma vez que novos dados e pressupostos foram surgindo ao longo dos anos. Algumas das normas e diretrizes mais relevantes publicadas pelo *GHG Protocol* são:

- O ***GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard*** (WBCSD & WRI, 2004b), que apresenta uma metodologia padrão para as empresas contabilizarem e reportarem as suas emissões de GEE, abrangendo os âmbitos 1,2 e 3. É amplamente utilizado pelas empresas para o cálculo da sua pegada carbónica total;
- O ***GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Standard*** (WBCSD & WRI, 2011), que especifica como contabilizar e reportar as emissões indiretas de GEE da cadeia de valor (âmbito 3), e não apenas de fontes emissoras próprias;
- O ***GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*** (WBCSD & WRI, 2011), que orienta as empresas no cálculo da pegada de carbono dos produtos ao longo de todo o ciclo de vida, desde a extração de matéria-prima até ao fim da sua vida. Para além disso, também fornece diretrizes para identificar oportunidades de redução das emissões de GEE;
- O ***GHG Protocol Scope 2 Guidanc*** (WBCSD & WRI, 2015) e, publicado em 2015, para padronizar a forma que as empresas medem as emissões provenientes de eletricidade, vapor, aquecimento e refrigeração adquiridas (âmbito 2);
- O ***GHG Protocol Mitigation Goal Standard*** (WBCSD & WRI, 2014), fornece orientações para o desenvolvimento de metas de mitigação a nível nacional e subnacional e uma abordagem padronizada para avaliar e reportar o progresso no alcance dessas metas.

Uma das contribuições principais do *GHG Protocol* foi a definição de três âmbitos de emissões de GEE que fornecem uma estrutura para categorizar e medir as emissões associadas às operações de uma organização. A distinção em três âmbitos permite uma avaliação abrangente e detalhada das fontes de emissão, dividindo-as em diretas e indiretas. As emissões de GEE das

empresas são consideradas diretas quando são de fontes controladas pelas próprias empresas, enquanto as emissões indiretas são provenientes de fontes não controladas especificamente pelas empresas. Dessa forma, os três âmbitos dividem-se em:

- **Âmbito 1 (Emissões diretas de GEE):** emissões que ocorrem a partir de fontes que são de propriedade ou estão sob controle da empresa. Exemplos incluem emissões de combustão em caldeiras, fornos ou veículos controlados pela empresa, ou emissões provenientes de processos químicos realizados em equipamentos de propriedade da organização (WBCSD & WRI, 2004b);
- **Âmbito 2 (Emissões indiretas de eletricidade):** abrange as emissões de GEE provenientes da geração de eletricidade adquirida consumida pela empresa (WBCSD & WRI, 2004b) ;
- **Âmbito 3 (Outras emissões indiretas de GEE):** Categoria voluntária do protocolo, que trata de todas as outras emissões indiretas, que são consequência das atividades da empresa, mas que ocorrem em fontes que não são de propriedade ou controladas pela organização, como as fases *upstream* e *downstream* dos ciclos de vida dos produtos (WBCSD & WRI, 2004b) (Harangozo & Szigeti, 2017). A cadeia de valor *upstream* refere-se a tudo o que é adquirido pela empresa reportante, enquanto a cadeia *downstream* se refere a tudo o que é produzido e vendido pela empresa (Hyrnsalmi et al., 2023) (Hertwich & Wood, 2018).

A Figura 7 mostra como são alocadas as emissões de GEE por âmbitos pelo *GHG Protocol*, relativamente às organizações.

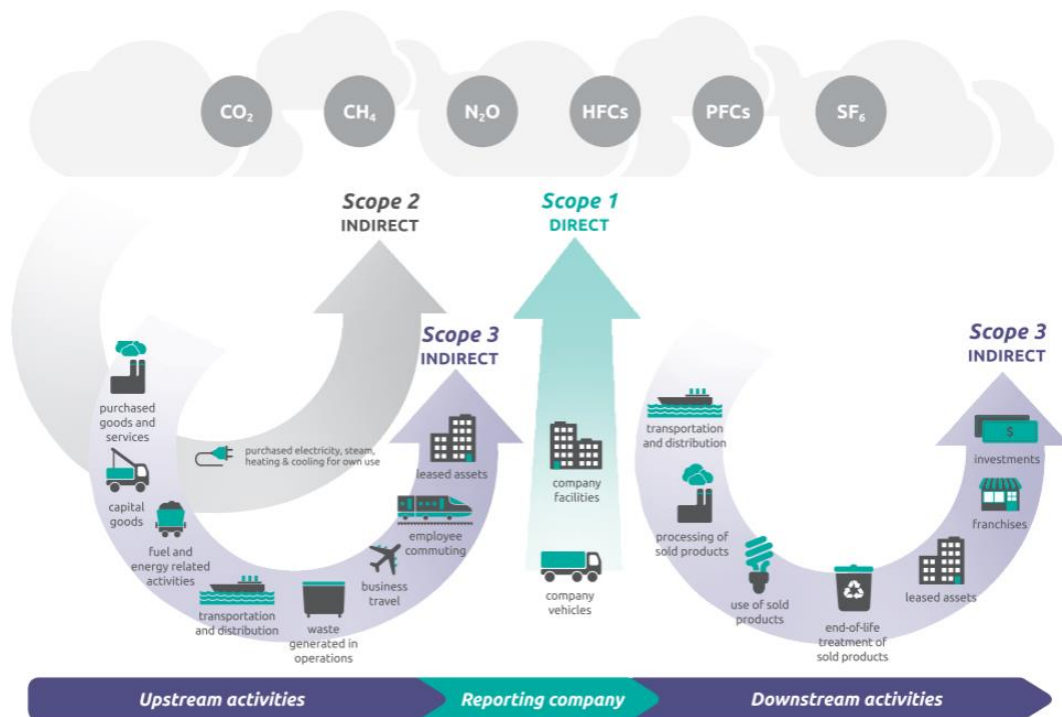


Figura 7 - Visão geral dos âmbitos e das emissões do *GHG Protocol* ao longo da cadeia de valor (*WBSCD & WRI, 2011*)

Os gases de efeito de estufa considerados nesta metodologia são os que constam no Protocolo de Quioto, referidos na seção 3.1.2.

Ao ser pioneiro nas diretrizes e orientações para inventários de emissões de GEE em organizações, o *GHG Protocol* estabeleceu uma base fundamental para que outras entidades desenvolvessem as suas próprias metodologias de avaliação e quantificação de emissões. Muitas delas, como a Organização Internacional de Normalização (ISO), tem o *GHG Protocol* como referência. A norma ISO 14064, parte 1 e parte 2, incorpora e aplica a metodologia estabelecida pelo GHG Protocol (Pandey et al., 2011). Da mesma forma, o Carbon Disclosure Project (CDP) também adota o *GHG Protocol*, incentivando os seus participantes a utilizá-lo para a quantificação e comunicação das suas emissões de GEE, em vez de criar uma metodologia própria (Green, 2010).

3.3.2. Conjunto de normas ISO 14060

O conjunto de normas ISO 14060 foi desenvolvido pela *International Organization for Standardization* (ISO) com o objetivo de fornecer diretrizes para a gestão de GEE e a incorporação de considerações ambientais no ciclo de vida dos produtos, serviços e empresas. Estas normas são amplamente utilizadas como base para a avaliação e comunicação de

impactos ambientais relacionados às emissões de GEE, promovendo a transparência e a uniformidade nos processos de quantificação e gestão da pegada carbónica.

A adoção das normas ISO 14060 proporciona diversos benefícios, de que são exemplo:

- Melhorar a integridade ambiental decorrente da quantificação das emissões de GEE;
- Fortalecer a credibilidade, consistência e transparência na quantificação das emissões de GEE, bem como a monitorização, reporte e a validação e verificação;
- Aprimorar o desenvolvimento e implementação de estratégias e planos para as emissões de GEE;
- Aprimorar o desenvolvimento e implementação de medidas para minimizar os impactos ambientais relacionados às emissões de GEE;
- Permitir às organizações acompanhar o progresso e performance de redução das emissões de GEE e/ou o seu aumento.

Na Figura 8 é apresentado um esquema que mostra a relação entre as diferentes normas ISO 14060 e o objetivo principal de cada uma delas, sendo que as mais relevantes para este relatório são a ISO 14064 e a ISO 14067.

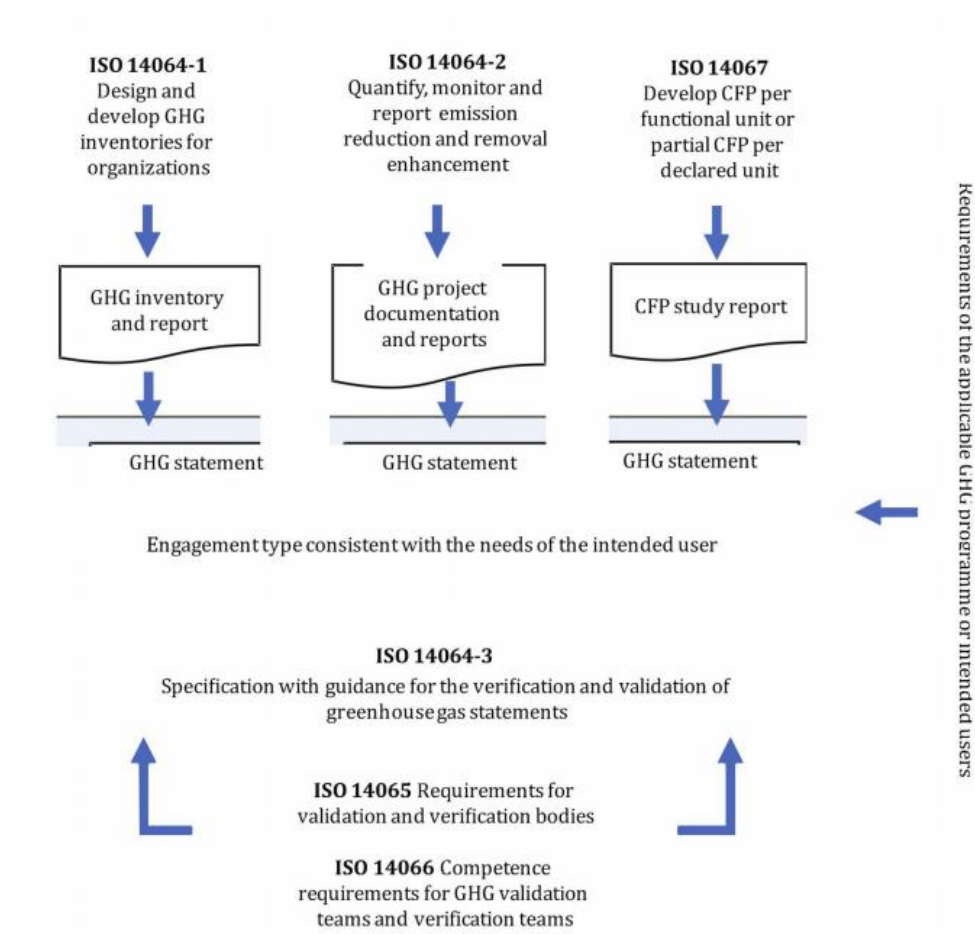


Figura 8 - Relação entre a família de normas ISO 14060 de GEE (ISO, 2018b)

ISO 14064

A norma ISO 14064 oferece uma estrutura para a quantificação, monitorização, verificação e reporte das emissões de GEE. Esta norma baseia-se no *GHG Protocol* (Harangozo & Szigeti, 2017) e divide-se em três partes (Wintergreen & Delaney, n.d.):

- **Parte 1 (“Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals”)**: apresenta os princípios e requisitos para realizar, desenvolver, gerir e reportar as emissões de GEE numa escala empresarial. Define as condições necessárias para que as organizações quantifiquem as suas emissões de GEE e identifiquem ações para melhorar o seu desempenho ambiental. A norma também detalha os procedimentos e requisitos para uma gestão eficiente do inventário de emissões, a divulgação precisa e transparente das emissões de GEE. Para além disso, fornece suporte às organizações para a realização de auditorias e processos de verificação, tanto internos quanto externos (ISO, 2018a);

- **Parte 2 (“Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements”):** estabelece princípios e requisitos para a determinação e quantificação das emissões de GEE em projetos. Concentra-se nas emissões de GEE geradas na atmosfera como resultado da implementação ou execução de projetos (ISO, 2019a);
- **Parte 3 (“Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements”):** define os requisitos para a verificação da comunicação dos valores obtidos a partir do inventário de emissões de GEE de organizações, projetos ou produtos. Descreve os processos necessários para a validação ou verificação da quantificação das emissões de GEE (ISO, 2019b).

ISO 14067

A norma ISO 14067 fornece requisitos e diretrizes para a quantificação das emissões de GEE ao nível do produto. A norma fornece um método consistente para medir, comunicar e verificar a pegada carbónica dos produtos. É amplamente aplicável a todos os bens e serviços (ISO, 2018b).

A norma ISO 14067, ao focar-se na quantificação da pegada carbónica de produtos (PCP), baseia-se na Análise do Ciclo de Vida (ACV) (Roy et al., 2009). Esta é uma abordagem sistemática que avalia os efeitos ambientais de um produto, processo ou atividade ao longo do seu ciclo de vida, conhecido como análise “*cradle to grave*” (berço ao túmulo) (du Plessis et al., 2022). A ACV foi estabelecida pelas normas ISO 14040 e ISO 14044 (Dias & Arroja, 2012). Segundo a ISO 14040, a ACV de um produto procura identificar e quantificar o uso de recursos (energia, água, materiais) e as emissões de poluentes (GEE, resíduos sólidos, entre outros) associadas a todas as fases de um produto (ISO, 2006a).

Desta forma, a ISO 14067 foi desenvolvida com base nas normas ISO 14040 e ISO 14044, que definem os princípios, estrutura e requisitos metodológicos da ACV.

ISO 14040

A norma ISO 14040, publicada em 2006, é uma norma internacional que define os princípios e a estrutura geral para a realização da ACV, que tem como objetivos (ISO, 2006a):

- A identificação e avaliação dos impactos ambientais associados às diferentes etapas do ciclo de vida;
- Auxiliar na tomada de decisões informadas sobre *design* de produtos, processos e políticas ambientais;
- Promover transparência, consistência e credibilidade nos estudos de ACV.

Para além disso, a norma define os quatro componentes principais num estudo de ACV (ISO, 2006a)(Finkbeiner et al., 2006):

- Definição do objetivo e do âmbito da ACV;
- A fase de análise dos inventários do ciclo de vida (ICV);
- A fase de avaliação do impacto da ACV;
- Interpretação dos resultados.

ISO 14044

A norma ISO 14044, também publicada em 2006, complementa a ISO 14040, fornecendo requisitos detalhados para a execução de uma ACV e especificando como é que as etapas descritas na norma anterior devem ser implementadas. Para além disso, descreve a metodologia para a realização rigorosa do ICV e para a Avaliação do Impacto do Ciclo de Vida (AICV). Estabelece orientações para a recolha de dados, a definição dos limites do sistema e a escolha das categorias de impacto, enfatizando a necessidade de identificar e documentar as incertezas associadas a cada fase da análise.

Uma das novidades introduzidas pela norma foi a possibilidade de análises comparativas entre produtos ou processos, de forma a permitir comparar diferentes alternativas, fornecendo uma base científica para a escolha de opções mais sustentáveis (ISO, 2006b) (Finkbeiner et al., 2006).

De uma forma geral, a ISO 14040 e a ISO 14044 são fundamentais para a implementação de uma ACV eficaz, proporcionando as ferramentas necessárias para que as empresas possam medir e melhorar o desempenho ambiental dos seus produtos.

Como já foi referido anteriormente, a norma ISO 14067 fornece requisitos e diretrizes para a quantificação e comunicação da PCP, abrangendo bens e serviços, com base nas emissões de GEE ao longo do ciclo de vida de um produto, tendo tido como base as duas normas descritas anteriormente, entre outras (Wu et al., 2015).

Esta norma segue uma abordagem estruturada para o cálculo da PCP, baseadas em etapas fundamentais, similares às descritas nas normas anteriores (ISO, 2018b):

- Definição do objetivo e do âmbito;
- Análise do inventário de GEE;
- Cálculo da pegada de carbono;
- Relatório e comunicação.

É possível afirmar que a ISO 14067 é um complemento às normas ISO 14040 e 14044, uma vez que fornece uma abordagem específica para quantificar a PCP ao longo do seu ciclo de vida.

Para o cálculo da pegada carbónica de um produto, o ciclo de vida pode não ser abordado na sua totalidade (*Cradle to Grave*). Existem diferentes abordagens possíveis para delimitar os impactos ambientais ao longo do ciclo da vida de um produto (Wu et al., 2015):

- ***Cradle to Grave*** (Berço ao Túmulo): considera todo o ciclo de vida do produto, desde a extração da matéria-prima até ao fim da sua vida.
- ***Cradle to Gate*** (Berço à Porta): foca apenas nas etapas de extração dos recursos até o momento em que o produto sai da fábrica (ou seja, quando está pronto para ser distribuído). Exclui fases posteriores como transporte, uso e descarte. Esta abordagem é útil para fabricantes que desejam avaliar o impacto ambiental dos seus processos internos sem considerar emissões de fases fora do seu controlo direto.
- ***Gate to Gate*** (Porta a Porta): avalia apenas as fases de produção interna, considerando os impactos ambientais dentro de uma única instalação ou unidade de produção. Neste caso a análise começa quando os materiais entram no processo de produção e termina quando o produto está pronto para ser enviado para o próximo estágio da cadeia de valor. É usado principalmente para análises internas em fábricas ou instalações industriais específicas.
- ***Partial CFP*** (Pegada Carbónica Parcial): é uma abordagem em que apenas é considerada uma parte específica da PC de um produto ou serviço, geralmente considerando apenas uma fase ou um conjunto de fases do ciclo de vida. Pode, por exemplo, incluir apenas as emissões de carbono associadas ao transporte ou à produção de uma parte do produto. Esta abordagem pode ser útil se as empresas pretenderem medir os impactos ambientais de um componente específico sem realizar uma avaliação completa de todo o ciclo de vida.

Para ser possível definir a abordagem que vai ser considerada, é importante ter conhecimento sobre as etapas do ciclo de vida de um produto e quais são consideradas em cada abordagem, o que está demonstrado na Figura 9.

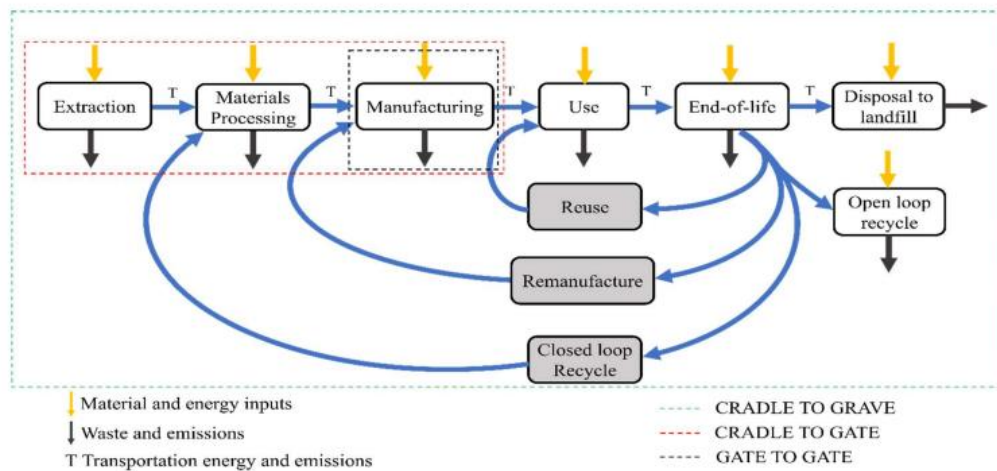


Figura 9 – Abordagens e ciclo de vida de um produto (Han Kim et al., 2024)

3.3.3. PAS 2050

A especificação PAS 2050, publicada pela *British Standards Institution (BSI)* em 2008 e revista em 2011 (BSI, 2011), constitui uma metodologia de referência para a quantificação da pegada de carbono de produtos e serviços, seguindo uma abordagem “*cradle to grave*” (BSI et al.) (BSI, 2011). A norma foi desenvolvida com o apoio do Departamento de Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais do Reino Unido (DEFRA) e da *Carbon Trust* e, destina-se a fabricantes, retalhistas e fornecedores que pretendem avaliar, comunicar e comparar de forma consistente as emissões de GEE associadas aos seus produtos (Carbon Trust & DEFRA, 2008). A PAS 2050 também se baseia nos princípios de ACV, definidos pelas normas ISO 14040 e ISO 14044, já referidas anteriormente, mas acrescenta critérios específicos para garantir a comparabilidade e a transparência dos resultados (BSI, 2011).

Para além disso, a norma apresenta um conjunto de requisitos metodológicos essenciais à sua aplicação, que abrangem a definição dos limites do sistema, a qualidade e o tipo de dados a utilizar, o tratamento das emissões biogénicas, os critérios de alocação e, por fim, a sua utilidade prática. Estes elementos são descritos a seguir (BSI, 2011):

- **Fronteiras do sistema:** A PAS 2050 estabelece critérios para definir que processos e fluxos devem ser incluídos na análise, abrangendo todas as fases do ciclo de vida do produto (matérias-primas, produção, distribuição, uso e fim de vida). Algumas atividades podem ser excluídas se forem insignificantes ou irrelevantes em termos de impacto;
- **Qualidade e tipo de dados:** A norma estabelece requisitos para a qualidade, fonte e transparência dos dados utilizados, distinguindo entre dados primários (específicos do processo analisado) e dados secundários (de bases de dados ou literatura). É dada ênfase à utilização de dados representativos, recentes e verificáveis;

- **Emissões biogénicas e armazenamento de carbono:** Inclui orientações para contabilizar emissões e remoções associadas a fontes biológicas (como biomassa ou madeira) e para o armazenamento temporário de carbono em produtos;
- **Alocação de emissões:** A PAS 2050 segue os princípios do ACV, recomendando que, sempre que possível, se evite a alocação de emissões entre coprodutos. Quando inevitável, recomenda métodos com base na massa, valor económico ou energia;
- **Utilidade e aplicação:** Facilita a comparação de produtos, promove o *ecodesign* e melhora a comunicação transparente da pegada de carbono.

3.3.4. EN 15804

A norma EN 15804, publicada pelo Comité Europeu de Normalização (CEN), estabelece regras específicas para a elaboração de Declarações Ambientais de Produto (*EPD – Environmental Product Declaration*) no setor da construção. Esta norma define uma metodologia padronizada baseada na ACV, conforme estabelecido nas normas ISO 14040 e ISO 14044, permitindo calcular diversos indicadores ambientais, entre os quais se destaca o potencial de aquecimento global (PAG), isto é, a pegada carbónica dos produtos de construção (CEN, 2019).

A EN 15804 estrutura a análise do ciclo de vida em módulos que abrangem todas as etapas do produto, desde a extração das matérias-primas e produção (módulo A1-A3), passando pelo transporte e instalação (módulo A4-A5), até à fase de uso (módulo B1-B7) e fim de vida (módulo C1-C4), podendo ainda incluir os benefícios e cargas além do sistema (módulo D). Cada módulo deve ser analisado com base em dados quantificáveis, permitindo uma contabilização detalhada das emissões de GEE (CEN, 2019).

A norma inclui orientações rigorosas para o tratamento de emissões biogénicas, critérios de exclusão de processos pouco significativos, regras de alocação entre coprodutos e uso de fatores de emissão de fontes credíveis. Esta abordagem garante consistência, comparabilidade e transparência nas análises ambientais de produtos de construção (CEN, 2019).

A EN 15804 é amplamente aplicada para apoiar decisões de projeto, certificações ambientais de edifícios (como *BREEAM- Building Research Establishment Assessment Method* ou *LEED – Leadership in Energy and Environmental Design*), bem como para comunicar de forma verificável o desempenho ambiental de materiais e sistemas construtivos (CEN, 2019).

3.3.5. Comparação entre os métodos

O método mais apropriado a utilizar varia de empresa para empresa, dependendo das ambições e objetivos que cada uma pretende atingir. Para isso, é importante saber as diferenças entre os métodos nos diferentes campos, como o custo, complexidade, certificação, entre outros. Na Tabela 2 estão apresentadas as principais diferenças entre os métodos mencionados, para ser

possível concluir o método mais adequado para a FAP (Carbonology; Garcia & Freire, 2014; msg global Sustainability Team, 2024).

Tabela 2 – Comparação entre métodos

Critério	GHG Protocol	ISO 14064	ISO 14067	PAS 2050	EN 15084
Objetivo principal	Organizações (Âmbito 1, 2 e 3)	Organizações (emissões e verificação)	Produtos (ciclo de vida completo)	Produtos (ciclo de vida, foco na comparação)	Produtos de construção (estrutura modular A-D)
Complexidade metodológica	Moderada a elevada dependendo do âmbito e da organização	Elevada, com auditorias e definição rigorosa de limites	Elevada (ACV completo e alocação)	Moderada a elevada (base em ACV simplificada)	Elevada (segmentação e critérios exigentes)
Foco principal	Emissões organizacionais e cadeia de valor	Monitorização e certificação organizacional	Pegada de carbono de produtos	Comparação de pegada entre produtos/serviços	EPD de produtos de construção
Materiais de suporte	Guias e ferramentas gratuitos	Documentação paga (norma ISO)	Acesso pago e limitado	Guia disponível (compra da norma)	Guias específicos para construção
Flexibilidade	Elevada, adaptável a diferentes setores	Menor, exige rigor técnico	Baixa (foco exclusivo em ACV completa)	Reduzida (delimitação de fronteiras limitada)	Baixa (restrito à construção)
Certificação	Não certificável, mas amplamente utilizado	Certificável com verificação externa	Apoia à certificação de produtos (EPD)	Verificação externa possível	EPD verificadas por terceiros
Custo de Implementação	Baixo a moderado (ferramentas gratuitas)	Elevado (norma + auditoria)	Elevado (bases de dados e <i>software</i> LCA)	Elevado (norma + auditoria)	Elevado (consultores + verificação)
Auditoria/ Verificação	Opcional	Obrigatória para certificação	Apenas para produtos	Requerida para comparabilidade	Necessária para EPD reconhecida
Aplicabilidade	Empresas, governos, ONG	Organizações com exigências formais de relatórios	Fabricantes de bens/serviços	Retalhistas e fabricantes	Setor da construção

Na análise das metodologias de cálculo da pegada carbónica, observa-se que algumas são orientadas ao cálculo da pegada carbónica do produto, mais especificamente a ISO 14067, PAS 2050 e EN 15084, enquanto as outras se focam em pegada carbónica organizacional, como o *GHG Protocol* e a ISO 14064. Uma vez que o objetivo deste estudo é quantificar as emissões de

GEE geradas pela atividade da FAP, a decisão recaiu apenas sobre as metodologias orientadas para a pegada organizacional.

Apesar da ISO 14064 ser uma norma internacionalmente reconhecida e amplamente utilizada em processos de certificação, a *France Air Portugal* optou por utilizar o *GHG Protocol* como base para o cálculo da sua pegada carbónica, uma vez que:

- Apresenta maior flexibilidade, sendo facilmente adaptável à realidade e às necessidades específicas da organização;
- A sua implementação implica custos relativamente reduzidos, tendo em conta a ampla disponibilidade de ferramentas, guias e estudos de caso de acesso gratuito;
- É amplamente reconhecido no setor privado e permite a sua aplicação em diversos tipos de organizações, como empresas, ONG e entidades governamentais.

Neste contexto, a escolha do *GHG Protocol* revelou-se a mais adequada às características e objetivos da FAP, permitindo a realização de um inventário de emissões com um nível de detalhe adequado, de forma eficiente e com recursos acessíveis. A sua estrutura metodológica clara, baseada na categorização em três âmbitos (1, 2 e 3) proporciona uma abordagem abrangente, coerente e reconhecida internacionalmente, facilitando o reporte das emissões e contribuindo para a identificação de oportunidades de melhoria contínua no desempenho ambiental da organização.

É importante ainda salientar que a utilização do *GHG Protocol* não inviabiliza, numa fase posterior, a obtenção de certificação por parte da norma ISO 14064. Dado que ambas as metodologias são compatíveis, os dados recolhidos e os procedimentos implementados com base no *GHG Protocol* poderão servir de alicerce para cumprir os requisitos da ISO 14064, nomeadamente no que diz respeito à verificação por entidades externas independentes e à padronização dos relatórios de emissões. Esta possibilidade confere à FAP uma margem de manobra estratégica, permitindo-lhe, caso o entenda conveniente, evoluir para uma abordagem mais formal e certificável, sem comprometer o trabalho já desenvolvido.

3.3.6. Cálculo da Pegada Carbónica

Para quantificar adequadamente as emissões de GEE, as empresas devem seguir um conjunto de etapas estabelecidas pelo *GHG Protocol*, presentes da Figura 10, de forma a obterem resultados precisos e completos.

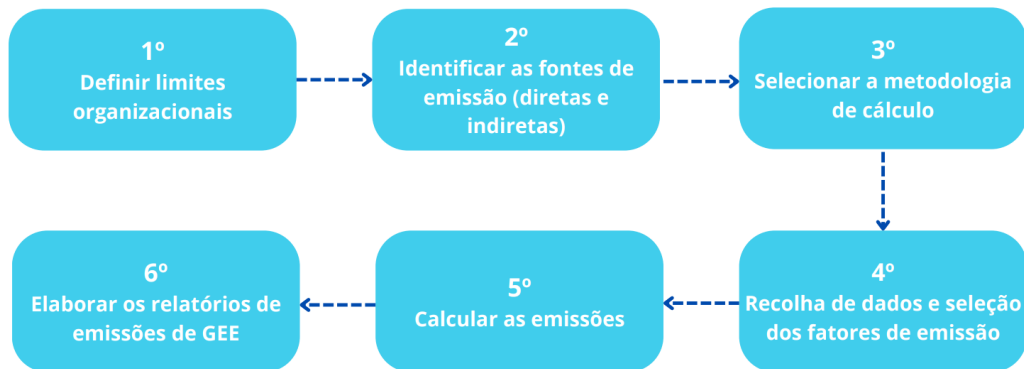


Figura 10 – Etapas para o cálculo das emissões de GEE adaptado de João Francisco Nascimento Sarmento, 2024

O processo inicia-se por estabelecer os limites organizacionais da empresa, de forma a definir uma abordagem para a consolidação das emissões de GEE. Existem duas abordagens principais para definir estes limites: abordagem de participação de capital e abordagem de controlo (WBCSD & WRI, 2004b).

A abordagem de participação de capital considera as emissões de acordo com a participação de capital na operação. Na abordagem de controlo a entidade responsabiliza-se pela totalidade das emissões das operações que esta controla e divide-se em duas subcategorias, controlo financeiro e controlo operacional. O controlo financeiro abrange as operações em que a empresa tem capacidade de dirigir as políticas financeiras e operacionais de uma operação, enquanto o controlo operacional inclui as operações em que a empresa tem autoridade para introduzir e implementar políticas operacionais (WBCSD & WRI, 2004b).

Após esta etapa, é necessário definir os limites operacionais, ou seja, identificar e classificar as fontes de emissão nos três âmbitos previstos pelo *GHG Protocol*:

- Âmbito 1: emissões diretas de fontes próprias ou conhecidas;
- Âmbito 2: emissões indiretas provenientes da eletricidade adquirida;
- Âmbito 3: outras emissões indiretas que ocorrem ao longo da cadeia de valor

De seguida, é necessário selecionar a metodologia de cálculo a ser utilizada, sendo que a mais comum é a abordagem de fator de emissões, que se baseia na (1) (WBCSD & WRI, 2004)

$$Dados da atividade \times Fator de emissão = Emissão de GEE (tCO_2eq) \quad (1)$$

Para o cálculo das emissões é, então, necessário recolher os dados das atividades a considerar e selecionar os fatores de emissão mais adequados.

A última etapa corresponde à elaboração do relatório de emissões, que deve ser transparente e alinhado com os cinco princípios fundamentais do *GHG Protocol*: relevância, exaustividade, consistência, transparência e exatidão.

3.4. Revisão de Casos de Estudo

3.4.1. Caso de estudo 1: Avaliação da pegada carbônica da Universidade Nacional da Colômbia (Cano et al., 2023)

Este caso de estudo teve como objetivo calcular a pegada carbônica dos *campus* universitários urbanos da Universidade Nacional da Colômbia, com sede em Medellín, com base nos dados relativos ao ano de 2019. Este caso recorreu simultaneamente ao *GHG Protocol* e à norma ISO 14064, com o intuito de assegurar a robustez metodológica e a comparabilidade dos resultados com outras organizações.

A metodologia adotada baseou-se na contabilização das emissões de GEE nos três âmbitos definidos pelo *GHG Protocol*.

No âmbito 1 (emissões diretas) foram consideradas:

- A combustão de combustíveis fósseis em fontes fixas;
- O consumo de combustíveis em veículos pertencentes à instituição.

No âmbito 2 (emissões indiretas associadas à eletricidade) contabilizaram-se:

- As emissões associadas ao consumo de eletricidade adquirida da rede pública, utilizada nos edifícios e infraestruturas dos *campus* universitários.

No âmbito 3 (outras emissões indiretas) foram incluídas as seguintes fontes:

- Deslocações da comunidade académica (estudantes, docentes e pessoal técnico-administrativo) entre casa e universidade, considerando diferentes modos de transporte;
- Transporte de resíduos sólidos até aos locais de disposição final;
- Tratamento de águas residuais geradas na universidade;
- Consumo de equipamentos eletrónicos e matérias de escritório (como computadores e impressoras);
- Emissões associadas ao envio de e-mails (atividade digital);
- Outras fontes menores relacionadas com bens e serviços adquiridos.

O cálculo das emissões foi realizado através da forma geral ((1), com posterior conversão dos diversos GEE em CO₂eq, utilizando os respetivos GWP. Os dados energéticos e os fatores de emissão utilizados foram específicos para a realidade colombiana, o que permitiu obter estimativas adaptadas ao contexto local.

Adicionalmente, foi avaliada a capacidade de absorção de carbono da vegetação presentes nos *campus* universitários, contabilizando-se cerca de 5351 árvores, cada uma com um fator médio de absorção de 0,02352 tCO₂eq por ano. Apesar desta análise não ter sido utilizada para compensar formalmente as emissões totais, representa um contributo importante para a avaliação do impacto ambiental da instituição.

Os resultados obtidos indicaram uma pegada carbónica total de 7250,52 tCO₂eq para o ano de 2019, o que equivale aproximadamente a 0,432 tCO₂eq por pessoa. A distribuição por âmbito revelou que o âmbito 3 foi o responsável pela maioria das emissões (83,13%), seguido do âmbito 2 (14,03%) e do âmbito 1 (2,84%). Dentro do âmbito 3, as principais fontes foram os transportes (58,51%), as águas residuais (17,01%) e o envio de e-mails (6,51%).

As conclusões do estudo destacam que, em organizações do setor do ensino superior, a maioria das emissões de GEE advém de fontes indiretas, nomeadamente da mobilidade da comunidade académica. Este padrão sugere que as medidas de mitigação devem concentrar-se, prioritariamente, na promoção da mobilidade sustentável, na gestão eficiente dos recursos hídricos e na melhoria da eficiência energética. O estudo indica ainda que a pegada por pessoa da instituição se encontra abaixo da média observada noutras universidades a nível internacional, o que poderá estar relacionado com características geográficas, climatológicas e culturais específicas da região.

Por fim, este caso de estudo representa uma referência importante na América Latina, não só por ser um dos primeiros inventários institucionais desenvolvidos segundo normas internacionais, mas também por disponibilizar um modelo metodológico que pode ser replicado por outras instituições de ensino e organizações públicas ou privadas com características semelhantes.

3.4.2. Caso de estudo 2: Iniciativa de pegada de carbono da Amsterdam Standard (Adam Matysiak, 2024)

A *Amsterdam Standard*, empresa de serviços tecnológicos com mais de 130 colaboradores, realizou em 2023 uma avaliação detalhada da sua pegada carbónica, abrangendo os cinco escritórios da empresa (quatro na Polónia e um em Amesterdão). Esta análise teve como objetivo estabelecer uma linha de base para as emissões de GEE e definir metas ambiciosas de redução, incluindo a neutralidade carbónica até 2025.

A avaliação foi conduzida em parceria com *Greenhouse Sustainabiliy*, utilizando a metodologia de ACV em conformidade com o *GHG Protocol*. Foram considerados três âmbitos de emissões.

No âmbito 1 foram consideradas:

- A Emissões provenientes da combustão de combustíveis fósseis em veículos e equipamentos próprios da empresa.

O âmbito 2:

- Abrange as emissões associadas ao consumo de eletricidade e aquecimento adquiridos para os escritórios da empresa.

O âmbito 3 compreende várias fontes, entre as quais se destacam:

- Deslocações dos colaboradores para o trabalho, considerando diferentes meios de transporte;
- Trabalho remoto, que inclui o consumo energético nas residências dos colaboradores durante o teletrabalho;
- Viagens de negócios;
- Gestão de resíduos e aquisição de equipamentos e materiais.

A pegada carbónica total da empresa em 2023 foi de 339,9 tCO₂eq distribuídas da seguinte forma:

- Consumo de eletricidade: 69% (aproximadamente 234,5 tCO₂eq);
- Trabalho remoto: 16,65% (aproximadamente 56,6 tCO₂eq);
- Deslocações dos colaboradores: 7,44% (aproximadamente 25,3 tCO₂eq);
- Viagens de negócios: emissões reduzidas comparativamente a anos anteriores.

O escritório de Cracóvia foi responsável por cerca de 70% das emissões totais, o que indicou a necessidade de intervenções específicas nessa localização.

O estudo realçou a importância de reduzir o consumo de energia elétrica, principalmente através da adoção de fontes renováveis. Simulações mostraram que a utilização de eletricidade 100% solar poderia reduzir as emissões para 138,9 tCO₂eq, enquanto o uso de energia eólica poderia levar a uma redução ainda maior, para 119,7 tCO₂eq.

Além disso, embora o trabalho remoto tenha diminuído as emissões associadas às deslocações, aumentou o consumo energético nas casas dos colaboradores, o que reforça a necessidade de promover práticas de teletrabalho energeticamente eficientes.

Este caso de estudo exemplifica o compromisso da *Amsterdam Standard* com a sustentabilidade e ilustra como empresas do setor tecnológico podem calcular, gerir e reduzir a sua pegada carbónica, alinhando-se com as melhores práticas internacionais e definindo objetivos claros para a neutralidade carbónica.

3.4.3. Caso de estudo 3: Avaliação da pegada de carbono na produção de MDF na China (Wang et al., 2018)

Face ao desafio global das alterações climáticas, torna-se essencial quantificar com precisão as emissões de GEE associadas ao ciclo de vida dos produtos. Embora a madeira seja considerada um material com baixo impacto ambiental, derivados como o *MDF (Medium-Density Fiberboard)* apresentam processos industriais intensivos em energia, especialmente na China, principal produtor mundial. Neste contexto, o presente estudo compara a pegada carbónica do MDF com base em três protocolos internacionalmente reconhecidos – PAS 2050, *GHG Protocol* e ISO 14067- aplicando-os a uma unidade industrial chinesa de referência.

Foi aplicada a metodologia de ACV, considerando dois sistemas:

- *Cradle-to-gate* (da extração da matéria-prima até à saída da fábrica), com os três protocolos;
- *Cradle-to-grave* (do recurso natural até ao fim de vida do produto), apenas com o PAS 2050.

As etapas do ciclo de vida incluídas variam conforme o protocolo. Foram comparados critérios como a inclusão de carbono biogénico, critérios de exclusão, consideração de bens de capital e tratamento de emissões diferidas. Os dados foram recolhidos diretamente na empresa, complementados com bases de dados como *CLCD (Chinese Life Cycle Database)*, *Ecoinvent* e relatórios nacionais.

A pegada de carbono por metro cúbico de MDF variou significativamente consoante o protocolo:

- PAS 2050: -667,75 kgCO₂eq;
- *GHG Protocol*: -658,42 kgCO₂eq;
- ISO 14067: +816,92 kgCO₂eq (-567,32 kgCO₂eq se considerar armazenamento de carbono).

As diferenças devem-se preferencialmente à inclusão/exclusão do armazenamento do carbono biogénico, à consideração de bens de capital (incluídos apenas na ISO 14067) e aos critérios de exclusão de materiais e energia com impacto marginal.

No cenário *cradle-to-grave* com o PAS 2050:

- O cenário base (40% aterro/ 60% incineração) resultou numa pegada carbónica de +229,10 kgCO₂eq;
- A deposição em aterro total (100%) resultou num PC negativa (-589,82 kgCO₂eq), mostrando que o MDF pode atuar como um depósito de carbono;
- A incineração total aumentou significativamente a PC (+238,29% comparado ao cenário base).

A principal fonte de emissão foi a produção da resina ureia-formaldeído (UF), representando entre 37% e 42% das emissões totais. Este resultado deve-se, em grande parte, ao uso de tecnologias desatualizadas na produção de UF, comum nas pequenas e médias empresas do setor na China. Adicionalmente, a dependência de matérias-primas externas acarreta elevados custos energéticos associados ao transporte, com distâncias médias de 300 km. Apenas uma minoria das empresas opera em regime de integração vertical, produzindo internamente a madeira utilizada, o que poderia reduzir significativamente as emissões associadas à logística.

A análise comparativa dos protocolos permitiu concluir que o PAS 2050 é o mais adequado para a quantificação da PC do MDF, sobretudo em contextos em que se pretende reconhecer os benefícios ambientais do armazenamento do carbono em produtos florestais. Este protocolo inclui orientações específicas sobre critérios de exclusão, considera o armazenamento de carbono como um crédito e é o único que propõe um fator de ponderação para emissões diferidas.

Resumidamente, este estudo reforça a importância da escolha adequada do protocolo de avaliação da pegada carbónica, sublinhando que diferentes abordagens metodológicas podem levar a resultados substancialmente distintos, mesmo com dados de base iguais. Para o setor do MDF na China, recomenda-se a modernização tecnológica das unidades de produção de resina, bem como a promoção da integração florestal-industrial como estratégia para reduzir a pegada carbónica. Além disso, os resultados destacam o papel dos produtos florestais como potenciais depósitos de carbono, o que deve ser valorizado em políticas públicas e estratégias de descarbonização.

3.4.4. Caso de estudo 4: Pesquisa sobre a pegada carbónica de água engarrafada (BIER, 2012)

Este estudo, desenvolvido pelo *Beverage Industry Environmental Roundtable* (BIER), surge no âmbito do crescente esforço das indústrias de bebidas para compreender e reduzir o seu impacto ambiental, em especial no que diz respeito às emissões de GEE. Focado na água engarrafada, o estudo procurou identificar os principais fatores de emissão ao longo do ciclo de vida do produto, com o objetivo de apoiar decisões estratégicas mais sustentáveis dentro do setor.

A análise seguiu diretrizes reconhecidas internacionalmente, como *GHG Protocol* e o *PAS 2050*, e baseou-se num modelo desenvolvido em Excel. Avaliaram-se as emissões associadas à produção, distribuição, consumo e fim de vida do produto, considerando duas unidades funcionais:

- Europa: garrafa PET de 1,5 L (*pack* de seis com película retrátil)
- América do Norte: garrafa PET com 500 mL (*pack* de 24 com tabuleiro corrugado)

Foram considerados fatores como o peso da embalagem, refrigeração do produto, tipo de rede elétrica, logística de transporte e metodologias de reciclagem. Excluíram-se elementos de menor relevância, como a construção de equipamentos ou o transporte de colaboradores.

Na Europa, a pegada de carbono foi estimada em 162,7 gCO₂eq por garrafa de 1,5 L. Os principais contributos foram:

- Transporte (39,4%)
- Garrafa PET (38%)
- Embalagem de cartão (11,2%)
- Energia de produção (5,3%)

Na América do Norte, a pegada foi de 82,8 gCO₂eq por garrafa de 500 mL, com destaque para:

- Garrafa PET (38,8%)
- Transporte (29,5%)
- Energia no retalho (12,5%)
- Embalagem de cartão (5,1%)

A refrigeração doméstica teve impacto reduzido (<1%) na Europa, mas significativo nos EUA quando o tempo de armazenamento e a fração refrigerada aumentam.

Os testes de sensibilidade mostraram que o peso da garrafa PET é um dos fatores mais determinantes, podendo representar até metade da pegada total. O tipo de reciclagem utilizado também influencia os resultados: o método de circuito fechado mostrou uma redução de 3 a 5% nas emissões comparado ao método de conteúdo reciclado.

A refrigeração, especialmente em ambiente doméstico na América do Norte, pode ter um peso considerável (até 30%) devido ao maior consumo energético e tempo de armazenamento. Por outro lado, as variações na intensidade carbónica da rede elétrica explicam até 35% da variabilidade da pegada nos EUA, e até 16% na Europa, onde a produção energética é mais limpa.

O modo de transporte tem impacto significativo: o uso de transporte rodoviário apresenta emissões superiores ao ferroviário, e a escolha de fatores de emissão realistas para cada modo é essencial.

A análise revela que a PC da água engarrafada depende da forma crítica de decisões relacionadas com:

- *Design* da embalagem (peso e conteúdo reciclado);
- Logística de distribuição;
- Fontes energéticas utilizadas na produção e refrigeração;

- Estratégias de reciclagem.

Estes resultados servem como base para orientar práticas mais sustentáveis e identificar oportunidades concretas de mitigação de emissões ao longo da cadeia de valor.

3.4.5. Caso de estudo 5: EPD de tijolos cerâmicos – Alemanha (Bauen mit Backstein, 2016)

Este caso de estudo baseia-se na Declaração Ambiental de Produto (EPD) de acordo com a norma EN 15804+A2, para uma gama de produtos cerâmicos utilizados na construção: tijolos maciços, tijolos perfurados, tijolos para revestimento, e pavimentos cerâmicos. A EPD visa quantificar os impactos ambientais associados ao ciclo de vida completo destes produtos, fornecendo transparência ao mercado e suporte a decisões sustentáveis no setor da construção.

A avaliação foi conduzida com base nos princípios da ACV conforme definido na ISO 14040/44 e reportado segundo a EN 15804+A, considerando que uma unidade funcional é 1 tonelada de produto instalado. O estudo seguiu uma abordagem *cradle-to-grave*.

O âmbito da análise abrangeu os seguintes módulos:

- A1-A3 (produção): extração de matérias-primas, transporte e produção em fábrica;
- A4-A5 (transporte até ao local da obra e instalação);
- B1-B7 (uso, manutenção, substituição – na maioria dos casos considerados nulos ou irrelevantes);
- C1-C4 (fim de vida);
- D (benefícios e cargas além do sistema).

Os dados primários foram recolhidos de 12 fábricas alemãs, representando cerca de 95% do mercado nacional, e complementados com dados secundários do *software GaBi*.

Os resultados demonstram que a fase de produção (A1-A3) é, de longe, a mais impactante, com 255,55 kgCO₂eq por tonelada de produto. As etapas seguintes também contribuem, embora em menor escala: o transporte até à obra (A4) representa 12,5 kgCO₂eq, a instalação (A5) contribui com 9,28 kgCO₂eq, e o fim de vida (módulos C1 a C4) adiciona mais 5,93 kgCO₂eq. No total, o impacto climático bruto ascende a 283,26 kgCO₂eq por tonelada de produto, sem considerar os créditos ambientais.

O módulo D representa uma redução adicional de até 6,12 kgCO₂eq por tonelada, quando esse cenário é aplicado.

A análise destaca que o consumo de energia térmica nos fornos de cozedura é o principal fator de emissão de GEE. O uso exclusivo de gás natural para esta etapa contribui significativamente para o impacto total. Estratégias de mitigação sugeridas incluem a melhoria de eficiência

energética no fabrico, uso de fontes de energia com menor intensidade carbónica e o reforço na utilização de resíduos cerâmicos.

A aplicação da norma EN 15804+A2 assegura a consistência metodológica, a comparabilidade com outros produtos de construção e a transparência dos dados reportados.

A análise dos cinco casos de estudo demonstrou a diversidade de metodologias na quantificação da pegada carbónica, bem como a importância de considerar todas as fontes de emissões, sobretudo as indiretas (âmbito 3). Verificou-se que a escolha do protocolo influencia os resultados, exigindo rigor técnico para garantir comparabilidade. A análise do ciclo de vida mostrou-se essencial para identificar pontos críticos e oportunidades de mitigação, como eficiência energética, energias renováveis e mobilidade sustentável. Conclui-se que a pegada carbónica não é apenas uma ferramenta de medição, mas também um instrumento estratégico para a descarbonização e para a tomada de decisões ambientais informadas.

Revisão Bibliográfica

4. Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

Este capítulo apresenta as metodologias utilizadas para o cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*, com base nas orientações do *GHG Protocol* e seguindo as etapas da Figura 10, incluindo as fórmulas utilizadas, exemplos de cálculo e a identificação das fontes de dados utilizados. Este foi o método selecionado uma vez que oferece mais flexibilidade, custos mais baixos e ampla aceitação em diferentes tipos de organizações. Os resultados globais de emissões obtidos são apresentados no capítulo 5.

4.1. Definição dos limites organizacionais

Como já foi referido, a definição do limite organizacional é uma etapa essencial para a quantificação das emissões de GEE, uma vez que determina as atividades que serão incluídas no inventário de emissões. Para o cálculo da PC da FAP, foi adotada a abordagem de controlo operacional, uma vez que foram consideradas as emissões das operações que a empresa controla diretamente.

4.2. Identificação das fontes de emissão de GEE

De seguida, identificaram-se as fontes de emissão de GEE, seguindo as diretrizes do *GHG Protocol*, que as categoriza em três âmbitos: âmbito 1 (emissões diretas), âmbito 2 (emissões indiretas de eletricidade) e âmbito 3 (outras emissões indiretas da cadeia de valor). As fontes de emissão consideradas no cálculo da pegada carbónica da FAP são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Fontes de emissão consideradas

Âmbito	Fontes de emissão
Âmbito 1	Emissões diretas de combustão móvel
	Emissões diretas fugitivas
Âmbito 2	Energia elétrica
Âmbito 3	Carregamentos elétricos fora das instalações próprias
	Emissões de eliminação de resíduos
	Viagens de negócios
	Deslocações pendulares de colaboradores

No âmbito 1 consideraram-se:

- Emissões diretas de combustão móvel, que resultam da queima de combustível (gasóleo ou gasolina) proveniente dos veículos que são da empresa, por exemplo, carros de serviço e veículos comerciais;
- Emissões diretas fugitivas, que ocorrem devido a libertações acidentais de GEE provenientes do uso de determinados equipamentos, como *chillers*, sistemas de ar condicionado, entre outros.

O âmbito 2 resulta das emissões indiretas do consumo de eletricidade.

No âmbito 3 consideraram-se:

- Emissões indiretas relativas aos carregamentos dos carros elétricos da frota automóvel da empresa fora das suas instalações;
- Emissões associadas à eliminação de resíduos;
- Emissões relativas a viagens de negócio dos colaboradores, nomeadamente os voos e estadias realizadas;
- Emissões indiretas relacionadas com as deslocações pendulares dos colaboradores, que consideram a distância casa-trabalho dos colaboradores que não possuem veículo da empresa.

Para além das fontes de emissão, é necessário definir o ano base. O ano base é o ano de referência utilizado para comparar as emissões de GEE ao longo do tempo. A escolha deste ano

deve ter em conta critérios como a disponibilidade e fiabilidade dos dados, assim como a representatividade das atividades da organização nesse período (WBCSD & WRI, 2004b). Neste estudo, foi estabelecido o ano 2022 como ano base, por apresentar dados consistentes e refletir de forma adequada a realidade operacional da FAP. Assim sendo, foram calculadas as emissões relativas aos anos de 2022, 2023 e 2024.

4.3. Cálculo das emissões do âmbito 1

4.3.1. Emissões diretas de combustão móvel

Seleção a metodologia de cálculo

Os cálculos das emissões diretas de combustão móvel tiveram por base a 2. Esta fórmula representa a abordagem padrão, contudo, os cálculos foram adaptados consoante o tipo de informação disponível para esta fonte de emissão.

$$Emissões (tCO_2eq) = Distância aual percorrida (km) \times FE(gCO_2eq/km) \times 10^{-6} \quad (2)$$

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão

Para determinar as emissões diretas de combustão móvel foi necessário reunir dados da frota automóvel utilizada pela empresa. Uma vez que os veículos são geridos através de contratos de aluguer operacional, contactaram-se as empresas locadoras com o objetivo de obter informações detalhadas sobre consumos e distâncias percorridas pelas viaturas.

Na Tabela 4, apresentam-se, resumidamente, os dados essenciais fornecidos pela locadora 1, onde constam o tipo de combustível de cada veículo, a data de início e fim do contrato, os quilómetros contratados, entre outros.

Tabela 4 – Informação fornecida pela locadora 1

Viatura	Tipo de combustível	Data início	Data Fim	Quilómetros contratados	CO ₂ (g/km)	Duração (meses)
1	Gasóleo	06/11/2017	31/03/2020	150000	102	36
2	Gasóleo	02/11/2017	09/05/2024	186000	102	76
3	Gasóleo	21/08/2023	20/11/2027	130000	143	51
4	Gasolina	07/10/2020	14/08/2024	130000	122	42
5	Gasóleo	02/11/2017	30/04/2024	195000	102	76
6	Gasóleo	25/10/2017	07/11/2023	139000	102	71
7	Gasóleo	20/11/2017	10/05/2024	214000	102	76
8	Gasolina	31/03/2021	18/04/2024	180000	119	36
9	Gasóleo	10/11/2017	10/04/2024	178000	102	75
10	Gasolina	16/07/2020	08/05/2024	105000	132	44
11	Gasóleo	06/10/2017	03/01/2024	188000	112	73
12	Gasóleo	02/11/2017	06/05/2024	141000	102	76

Na Tabela 5 estão os dados fornecidos pela locadora 2. Nesta tabela não é apresentada data de fim uma vez que o contrato para todas as viaturas ainda se encontra em vigor e não é um dado necessário para os cálculos das emissões para as viaturas desta locadora.

Tabela 5 – Informação fornecida pela locadora 2

Viatura	Tipo de combustível	Data início	km's contratados/ano	CO ₂ (g/km)
1	Gasóleo	02/02/2024	32941	123
2	Gasóleo	07/11/2024	53333	108
3	Gasóleo	20/11/2024	53333	108
4	Gasóleo	06/05/2024	37647	108
5	Gasóleo	20/11/2024	37647	108
6	Gasóleo	17/10/2024	47058	108
7	Gasóleo	20/11/2024	35294	108
8	Gasóleo	18/04/2024	37647	109
9	Gasóleo	05/07/2024	37647	109
10	Gasóleo	10/04/2024	37647	109
11	Gasóleo	31/05/2023	42352	134
12	Gasóleo	21/12/2018	26616	119
13	Gasóleo	14/12/2018	11268	139
14	Gasóleo	07/12/2018	30624	185
15	Gasóleo	21/12/2018	16260	179

Relativamente à locadora 3, é importante referir que apenas uma viatura utiliza combustível fóssil (*diesel*), as restantes são elétricas, por isso não contribuem para emissões de combustão.

Na Tabela 6 estão apresentados os dados fornecidos relativos a essa viatura.

Tabela 6 – Informação fornecida pela locadora 3

Viatura	Tipo de combustível	Data início	Data Fim	km's contratados	CO ₂ (g/km)	Total Emissões CO ₂ (g)
1	Gasóleo	20/12/2018	29/12/2023	178746	112	20019552

Como é possível observar pelas tabelas anteriores, as locadoras forneceram o fator de emissão referente a cada veículo, presente nas colunas “CO₂ (g/km)”. Assim sendo, foram estes os valores de fator de emissão considerados para os cálculos das emissões.

Cálculo das emissões das viaturas da locadora 1

No caso das viaturas referentes à locadora 1 e, uma vez que apenas são fornecidos os quilómetros contratados relativos a toda a duração do contrato de cada viatura, determinou-se a distância média mensal para cada uma, através da (3).

$$\text{Distância média mensal (km)} = \frac{\text{km's contratados (km)}}{\text{Duração (meses)}} \quad (3)$$

De seguida, calculou-se a distância anual percorrida tendo em conta a data de início de cada contrato, multiplicando a distância média mensal de cada viatura pelo número de meses de cada ano em que o contrato estava ativo. A seguir, é apresentado o exemplo de cálculo para o carro 8.

$$\text{Distância média mensal} = \frac{180000}{36} = 5000 \text{ km}$$

Uma vez que o contrato do carro 8 teve início a 31/03/2021 e terminou a 18/04/2024, para os anos 2022 e 2023, o contrato esteve ativo durante todo o ano, logo, foram considerados os doze meses:

$$\text{Distância anual} = 5000 \times 12 = 60000 \text{ km}$$

Para 2024, o contrato acabou em abril, logo consideraram-se quatro meses:

$$\text{Distância anual} = 5000 \times 4 = 20000 \text{ km}$$

Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

Na Tabela 7 estão resumidos os resultados obtidos das distâncias mensal e anuais para a viatura 8 da locadora 1.

Tabela 7 – Distância mensal e anual da viatura 8 da locadora 1

Viatura	Distância mensal (km)	2022	2023	2024
8	5000	60000	60000	20000

Após obter a distância anual, foi possível calcular as emissões para todas as viaturas, através da 2. Continuando o exemplo de cálculo da viatura 8 e considerando o ano 2022:

$$Emissões\ GEE = 60000 \times 119 \times 10^{-6} = 7,14\ tCO_2eq$$

No ano 2022 a viatura 8 teve emissões de 7,14 tCO₂eq.

Depois de obtidas as emissões para todas as viaturas, somou-se os valores correspondentes de cada ano para se obter as emissões anuais de GEE.

Os resultados obtidos para as restantes viaturas estão apresentados no Apêndice D.

Cálculo das emissões das viaturas da locadora 2

Para as viaturas da locadora 2, uma vez que já são fornecidos os quilómetros contratados anuais, apenas foi necessário fazer as correções proporcionais para o número de meses em que cada contrato estava ativo nos respetivos anos.

De seguida, é apresentado um exemplo desse cálculo para a viatura número 11. Como o contrato desta viatura teve início em 2023, o número de quilómetros em 2022 é nulo.

Para o ano 2023, uma vez que o contrato teve início a 31/05/2023, foram considerados sete meses:

$$Distância\ anual = \frac{7 \times 42352}{12} = 24705,33\ km$$

Para o ano 2024, uma vez que o contrato esteve ativo durante todo o ano, a distância anual considerada foi 42352 km.

Na Tabela 8 estão resumidos os resultados obtidos da distância anual percorrida pela viatura 11.

Tabela 8 – Distância anual percorrida pela viatura 11 da locadora 2, em quilómetros

Viatura	2022	2023	2024
11	0	24705,33	42352

Após obtida a distância anual percorrida pelas viaturas da locadora 2, é possível passar ao cálculo das emissões de todas as viaturas, como já referido anteriormente, através da (1).

A viatura 11 no ano 2024 teve emissões de 5,675 tCO₂eq, como é demonstrado na equação seguinte.

$$Emissões\ GEE = 42352 \times 134 \times 10^{-6} = 5,675\ tCO_2eq$$

Tal como no caso da locadora 1, após o cálculo das emissões anuais individuais de cada viatura, procedeu-se à soma dos respetivos valores por ano, obtendo-se assim as emissões anuais totais.

Os resultados obtidos para as restantes viaturas estão apresentado no Apêndice D.

Cálculo das emissões das viaturas da locadora 3

A locadora 3, como é possível observar na Tabela 6, fornece o total de emissões de CO₂ emitidas pela viatura durante o tempo de contrato. Assim, para determinar as emissões anuais apenas é necessário dividir essas emissões totais pelo número de anos em que o contrato esteve ativo. Uma vez que o contrato teve início a 20/12/2018 e fim a 29/12/2023, foi considerado que teve uma duração de cinco anos (de 2019 a 2023).

A seguir demonstra-se o cálculo de emissões anual para qualquer um dos anos referidos.

$$Emissões\ anuais\ GEE = \frac{20019552 \times 10^{-6}}{5} = 4,004\ tCO_2eq$$

Para os anos referidos, a viatura da locadora 3 emitiu 4,004 tCO₂eq.

4.3.2. Emissões diretas fugitivas

Seleção da metodologia de cálculo

As emissões diretas fugitivas resultam da perda acidental de gases e fluidos refrigerantes provenientes do uso de determinados equipamentos. Estas emissões calculam-se com base na (4, em que o *GWP* é o Potencial de Aquecimento Global (*Global Warming Potential*), característico de cada gás e o *TP* é a taxa de perda anual de gás (WBCSD & WRI, 2004).

$$Emissões (tCO_2eq) = Capacidade_{inicial} (kg) \times 10^{-6} \times GWP \times TP \quad (4)$$

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão

No caso da FAP, os equipamentos identificados para esta fonte de emissão foram: uma bomba de calor, sistemas de ar condicionado e os extintores. Na Tabela 9 estão apresentados os tipos equipamentos considerados, o gás que é utilizado em cada um, assim como a respetiva quantidade inicial desse gás. Os equipamentos numerados de 1 a 5 foram instalados no início do ano 2020, os restantes foram instalados em setembro de 2024.

Tabela 9 – Equipamentos e respetivo gás considerados

Equipamento	Tipo	Fluido	Quantidade (kg)
1	Ar Condicionado	R32	1,45
2	Ar Condicionado	R410A	4,5
3	Ar Condicionado	R410A	4,5
4	Ar Condicionado	R32	0,55
5	Ar Condicionado	R32	0,55
6	Ar Condicionado	R32	1,7
7	Ar Condicionado	R32	0,57
8	Bomba de Calor	R290	0,15

Para o caso dos extintores, foram identificados com dois tipos de agentes: dióxido de carbono (CO₂) e pó químico seco do tipo ABC. No entanto, apenas foram consideradas as emissões associadas aos extintores de CO₂, uma vez que o pó ABC não contém gases com potencial de aquecimento global e, por isso, não contribui para as emissões fugitivas. Para além disso, existem dois tipos de extintores quanto à sua instalação: móveis e fixos, sendo que os que existem na FAP são móveis.

Foram identificados 11 destes extintores, todos com uma quantidade inicial de gás de 2 kg. Esta informação encontra-se resumida na Tabela 10 e foi retirada dos relatórios de manutenção realizados pela empresa responsável pela manutenção dos extintores da FAP.

Tabela 10 – Informação relativa aos extintores da FAP

Agente	Tipo de instalação	Capacidade (kg)	Quantidade
CO ₂	móvel	2	11

Depois de identificados os equipamentos foi necessário selecionar a taxa de perda anual para cada tipo destes equipamentos, assim como GWP para cada um dos respetivos gases. Para os equipamentos presentes na Tabela 9, os valores da taxa de perda anual foi retirada de um ferramenta de cálculo do *GHG Protocol (GHG Protocol, 2005)*. Na Figura 11 demonstra-se como foi retirado esse valor para o caso dos sistemas de ar condicionado e para a bomba de calor.

Application	Lifetime (years)	Charge (kg)	Emission Factors (% of initial charge/yr)		
			Assembly	Annual Leakage Rate	Recycling Efficiency
Domestic Refrigeration	12 - 15	0.05 - 0.5	0.2 - 1 %	0.1 - 0.5 %	70% of remainder
Stand-Alone Commercial Applications	8 - 12	0.2 - 6	0.5 - 3 %	1 - 10 %	70 - 80% of the remainder
Medium and Large Commercial refrigeration	7 - 10	50 - 2000	0.5 - 3 %	10 - 30 %	80 - 90% of remainder
Transport Refrigeration	6 - 9	3 - 8	0.2 - 1 %	15 - 50 %	70 - 80% of remainder
Industrial Refrigeration including Food Processing and Cold Storage	10 - 20	10 - 10000	0.5 - 3 %	7 - 25 %	80 - 90% of remainder
Chillers	10 - 30	10 - 2000	0.2 - 1 %	2 - 15 %	80 - 95% of remainder
Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	10 - 15	0.5 - 100	0.2 - 1 %	1 - 5 %	70 - 80% of remainder
Mobile Air Conditioners	12	Not provided	0.5 %	10 - 20 %	0%

Figura 11 – Taxa de perda anual dos equipamentos

É possível concluir que a TP destes equipamentos se encontra dentro do intervalo de 1 a 5 %. Para os cálculos desta fonte foi considerado o valor médio, que, neste caso é 3%.

Para os extintores, esse valor foi retirado do documento “*Greenhouse Gas Inventory Guidance: Fugitive Emissions*” do EPA (EPA, 2014), que afirma que, para sistemas fixos, o valor da taxa de perda anual é de 2,5%, enquanto para os sistemas móveis é de 3,5%. Como já foi referido, no caso da FAP, os extintores são móveis e, por isso, foi utilizado o valor 3,5%.

O resumo dos valores de TP considerados está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Valores de taxa de perda anual considerados

Equipamento	TP (%)
Ar Condicionado	3
Bomba de Calor	3
Extintores	3,5

Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

Os valores de GWP considerados para cada gás foram obtidos a partir do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (*IPCC AR5 – Climate Change 2013: The Physical Science Basis*)(IPCC, 2013b). Estes valores estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Valores de GWP para cada gás

Gás	GWP
CO ₂	1
R290	3
R32	675
R410A	2088

Cálculo das emissões

Após recolhidos todos os valores necessários, procedeu-se ao cálculo das emissões.

Tendo em conta que alguns equipamentos estão instalados desde 2021 e que não houve substituição do fluido refrigerante desde essa data, consideraram-se as perdas acumuladas ao longo dos anos. Para estimar a quantidade de fluido existente em cada ano, multiplicou-se a carga inicial pela taxa anual de perda para determinar a quantidade de fluido perdido nesse ano. O valor remanescente, resultante da subtração dessa perda à carga do ano anterior, é considerado como a carga inicial para o ano seguinte. Este procedimento é repetido para cada ano em análise. Na Tabela 13 é possível observar a carga inicial.

Tabela 13 – Carga inicial de fluido para cada ano

Equipamentos	Carga inicial anual (kg)			
	2021	2022	2023	2024
1	1,4500	1,4065	1,3643	1,3234
2	4,5000	4,3650	4,2341	4,1070
3	4,5000	4,3650	4,2341	4,1070
4	0,5500	0,5335	0,5175	0,5020
5	0,5500	0,5335	0,5175	0,5020
6	0	0	0	1,7000
7	0	0	0	0,5700
8	0	0	0	0,1500

Esta abordagem não foi aplicada para os extintores porque estão sujeitos a manutenções anuais, durante as quais poderá ocorrer a reposição ou substituição do agente extintor. Contudo, na ausência de registos que indiquem com precisão os anos em que houve

substituição de fluido, optou-se por considerar, para efeitos de cálculo, a mesma quantidade inicial de fluido em todos os anos analisados que, neste caso, é de 2 kg.

De seguida, é apresentado um exemplo de cálculo para a obtenção do valor das emissões para o caso do equipamento 1 para o ano 2024, através da (4).

$$Emissões = 1,3234 \times 10^{-3} \times 675 \times 0,03 = 0,0268 \text{ tCO}_2eq$$

É importante referir que, para os equipamentos instalados em setembro de 2024, foi necessário ajustar o cálculo das emissões em função do período efetivo de funcionamento durante esse ano. Dado que a taxa de perda utilizado corresponde a um valor anual, foi aplicada uma proporção que reflete apenas os meses em que o equipamento esteve operacional. Assim, considerando quatro meses de atividade em 2024, TP foi multiplicada por 4/12.

Para os extintores, o valor das emissões é demonstrado a seguir.

$$Emissões = 2 \times 10^{-3} \times 1 \times 0,035 \times 11 = 0,00077 \text{ tCO}_2eq$$

Os valores obtidos para as emissões anuais dos restantes equipamentos encontram-se no APÊNDICE D.

4.4. Cálculo das emissões do âmbito 2

4.4.1. Energia elétrica

Seleção da metodologia de cálculo

Este âmbito pode ser calculado através de dois métodos (WRI):

- “*Location-Based*” (método da localização), que utiliza fatores de emissão médios da rede elétrica do país ou região em que a eletricidade foi consumida;
- “*Market-Based*” (método do mercado), que se baseia em fatores de emissão específicos dos fornecedores de eletricidade.

O método utilizado para o cálculo foi o “*Location-Based*” e, por isso, os fatores de emissão selecionados tiveram por base a localização dos escritórios da FAP.

Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

Para o cálculo das emissões anuais relativas ao âmbito 2 da *France Air Portugal*, teve-se por base a (5(WRI)).

$$\text{Emissões (tCO}_2\text{eq)} = \text{Consumo eletricidade anual (MWh)} \times \text{FE(tCO}_2\text{eq/MWh)} \quad (5)$$

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão

Inicialmente, foi necessário determinar quais os fatores de emissão a considerar. Para isso, recorreu-se ao documento “Fator de emissão da Eletricidade 2024” (APA, 2024) da Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Como o método utilizado para o cálculo foi o “*location-based*”, os fatores de emissão selecionados tiveram por base a localização dos escritórios da FAP.

Na Figura 12, está demonstrado como foi realizada a seleção dos fatores de emissão para este âmbito, a partir da tabela “Fator de Emissão de Eletricidade – Anual”(APA, 2024). Como os três escritórios da FAP (Porto, Lisboa e Faro) se localizam em Portugal Continental, os fatores de emissão são os presentes na linha “Continente”. De seguida, apenas foi necessário ter em consideração os anos para os quais iam ser realizados os cálculos (2022, 2023 e 2024). Uma vez que a tabela apenas considera valores até ao ano de 2022, foi considerado este mesmo valor também para os restantes anos.

Região	Unidade	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Continente	tCO ₂ eq./MWh	0.526	0.432	0.393	0.386	0.367	0.245	0.294	0.347	0.262	0.255
R.A. Madeira	tCO ₂ eq./MWh	0.610	0.585	0.624	0.608	0.575	0.555	0.538	0.555	0.543	0.488
R.A. Açores	tCO ₂ eq./MWh	0.578	0.575	0.511	0.523	0.523	0.504	0.492	0.504	0.473	0.465
Portugal	tCO ₂ eq./MWh	0.529	0.438	0.400	0.394	0.374	0.255	0.302	0.354	0.270	0.262

Região	Unidade	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Continente	tCO ₂ eq./MWh	0.329	0.268	0.339	0.283	0.225	0.175	0.153	0.157
R.A. Madeira	tCO ₂ eq./MWh	0.507	0.491	0.506	0.493	0.524	0.505	0.465	0.480
R.A. Açores	tCO ₂ eq./MWh	0.470	0.471	0.455	0.448	0.450	0.435	0.462	0.465
Portugal	tCO ₂ eq./MWh	0.334	0.274	0.343	0.288	0.234	0.184	0.164	0.169

Figura 12 - Seleção dos fatores de emissão do âmbito 2 (APA, 2024)

É possível concluir que o fator de emissão considerado para o cálculo das emissões dos três anos é 0,157 tCO₂eq/MWh.

Após ter o fator de emissão, passou-se à recolha dos dados do consumo de eletricidade anual. Assim sendo, recolheram-se as faturas de eletricidade para os três escritórios dos anos a considerar.

Cálculo das emissões

Após ter todas as faturas, somou-se o consumo dos três escritórios para cada ano de forma a obter o consumo de eletricidade anual da empresa.

A seguir é demonstrado um cálculo de exemplo ((5) para a obtenção das emissões de GEE do âmbito 2 para o ano de 2024. Na Tabela 14 são apresentados os valores de consumo de cada escritório e o consumo total, para o ano referido, usado no cálculo.

Tabela 14 - Consumo de eletricidade da FAP no ano 2024

Ano	Escritório	Consumo (kWh)	Consumo total (kWh)	Consumo total (MWh)
2024	Porto	53978	127138	127,14
	Lisboa	49080		
	Faro	8440		
	Carregadores	15640		

$$Emissões\ GEE = 127,14 \times 0,157 = 19,96\ tCO_2eq$$

Para o ano de 2024, a FAP teve emissões de 19,96 tCO₂eq relativamente ao consumo de energia.

É importante referir que a partir do ano 2023, para além dos consumos de eletricidade associados aos três escritórios da empresa, passou também a ser contabilizado o consumo de energia elétrica associado ao carregamento de veículos elétricos da empresa, efetuado nos postos de carregamento das suas instalações. Adicionalmente, a partir de abril de 2024 alterou-se a fornecedora de energia da FAP, passando as faturas relativas ao consumo elétrico das suas instalações e ao carregamento dos veículos a ser emitidas separadamente.

Os resultados obtidos para os restantes anos estão apresentados no capítulo 5.1. Apresentação de resultados.

4.5. Cálculo das emissões do âmbito 3

4.5.1. Carregamentos elétricos fora das instalações próprias

Seleção da metodologia de cálculo

Para determinar as emissões associadas aos carregamentos elétricos fora das instalações da *France Air* teve-se por base o mesmo cálculo realizado no âmbito 2 para a energia elétrica ((5).

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão

De forma a proceder ao cálculo foi necessário saber o consumo mensal dos veículos elétricos da empresa cujos carregamentos foram efetuados fora das instalações da empresa. Estes dados de consumos foram fornecidos diretamente, uma vez que a empresa mantém um registo destes carregamentos.

Na Tabela 15 estão apresentados os valores de consumo mensal, em MWh, para estes casos fornecidos pela empresa apenas para os anos 2023 e 2024, considerando que a empresa apenas adotou viaturas elétricas a partir de 2023.

Tabela 15 - Consumo elétrico mensal de carregamentos externos (MWh)

Mês\Ano	2023	2024
Janeiro	0	0
Fevereiro	0	0
Março	0	1,156
Abril	0	0,985
Mai	0	1,992
Junho	0	2,039
Julho	0	1,283
Agosto	0	0
Setembro	0	2,660
Outubro	0	1,957
Novembro	0,053	0,040
Dezembro	1,014	4,786

Como já foi referido para o âmbito 2, é também necessário determinar o fator de emissão a utilizar. Para isso usou-se a mesma tabela já referida anteriormente - Figura 12 (APA, 2024) - e concluiu-se que o fator de emissão a utilizar, para o ano 2023 e 2024, é 0,157 tCO₂eq/MWh.

Na Tabela 16, estão resumidos os valores de consumo anual, assim como o fator de emissão considerado para ambos os anos.

Tabela 16 - Consumo anual e fator de emissão

Ano	Consumo anual (MWh)	Fator de emissão (tCO ₂ eq/MWh)
2023	1,067	0,157
2024	16,898	

Cálculo das emissões

O exemplo seguinte ilustra o cálculo das emissões de GEE para o ano 2024.

$$Emissões\ GEE = 16,898 \times 0,157 = 2,653\ tCO_2eq$$

No ano de 2024 as emissões de GEE causadas pelos carregamentos de carros elétricos da empresa fora das suas instalações foi de 2,653 tCO₂eq.

4.5.2. Emissões de eliminação de resíduos

Seleção da metodologia de cálculo

Para o cálculo das emissões associadas à gestão de resíduos da empresa conforme o *GHG Protocol*, podem ser utilizadas três abordagens (WRI & WBCSD):

- “*Supplier-specific method*”, método específico do fornecedor, que utiliza diretamente dados das empresas gestoras de resíduos;
- “*Waste-type-specific-method*”, método específico por tipo de resíduo e tratamento;
- “*Average-data-method*”, método através de dados médios, que consiste na estimativa das emissões com base na quantidade total de resíduos enviados para cada tipo de tratamento, utilizando fatores de emissão médios associados a cada uma dessas opções de destino.

Uma vez que a informação relativa ao tipo de resíduo e tratamento é fornecida, foi utilizado o “*Waste-type-specific-method*”.

O cálculo destas emissões teve por base a (6) (WRI & WBCSD).

$$Emissões\ (tCO_2eq) = Resíduos\ Produzidos\ (t) \times FE(tCO_2eq/t) \quad (6)$$

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão

Para obter as informações necessárias do tipo de produtos eliminados, quantidade (em kg) e do tratamento a que foram submetidos, foi preciso recolher todas as e-GAR emitidas dos materiais para abate da empresa *France Air Portugal* nos anos em estudos. As e-GAR, que significa Guia Eletrónica de Acompanhamento de Resíduos, são emitidas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e servem para acompanhar o transporte de resíduos, garantindo a rastreabilidade e a conformidade legal com a gestão de resíduos em Portugal (APA, 2022a).

Na Figura 13 é apresentado um exemplo dos dados que são fornecidos numa e-GAR relativamente aos materiais enviados para abate.



	DADOS ORIGINAIS	DADOS FINAIS/CORRIGIDOS
DESIGNAÇÃO	Metais ferrosos	Metais ferrosos
QUANTIDADE (KG)	80,0 (oitenta quilos)	100,0 (cem quilos)
CÓDIGO LER	160117 - Metais ferrosos	160117 - Metais ferrosos
OPERAÇÃO	R12 - Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R1 a R11	R12 - Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R1 a R11

Figura 13 – Exemplo dos dados de uma e-GAR

Nesta figura é possível observar que inicialmente foram registados 80 kg de metais ferrosos (código 160117) e, posteriormente essa quantidade foi corrigida para os 100 kg. A operação associada a este resíduo é a R12, que consiste na “troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R1 a R11”, enquadrando-se assim num processo de preparação para valorização. Estas operações mencionadas vão ser explicadas mais à frente.

De forma a demonstrar a metodologia utilizada para a obtenção das emissões desta fonte de emissão, vai ser usado o ano 2024 como exemplo. Na Tabela 17, está resumida a recolha dos dados das e-GAR para os abates realizados em 2024. A tabela resume o material a eliminar, o peso de cada um, em quilograma, e a sua conversão para toneladas, assim como o tratamento a que cada material vai ser submetido.

Tabela 17 - Materiais, quantidades e tratamento dos abates de 2024

Abate	Materiais	Quantidade (kg)	Quantidade (t)	Código tratamento
9	Papel e Cartão	280	0,28	R13
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso (160214)	320	0,32	R12
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso (160214)	540	0,54	R12
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso (160214)	600	0,6	R12
10	Metais ferrosos	100	0,1	R12
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso (160214)	120	0,12	R12
	Metais ferrosos	280	0,28	R12

Com estas informações definiu-se o fator de emissão a usar para os cálculos. Para a seleção destes fatores de emissão foi utilizada a fonte *EPA (Environmental Protection Agency)*, através do documento “*Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*” e, neste caso, foi utilizado o documento publicado no ano 2024 (EPA, 2024), para os restantes anos foram utilizados os respetivos documentos. Na *EPA* os fatores de emissão são selecionados com base no tipo de materiais e no tratamento (Figura 14) a que vão ser submetidos. Esta entidade considera seis possíveis tratamentos: reciclagem, aterro, incineração, compostagem, digestão anaeróbia (com digestato seco e fase de cura) e digestão anaeróbia (com digestato húmido e fase de cura).

Uma vez que, no caso dos abates da FAP, todos os materiais foram submetidos a tratamento R12 ou R13, considerou-se que o tratamento mais adequado é a reciclagem, com base na Figura 14, que apresenta todas as operações de valorização existentes.

OPERAÇÕES DE VALORIZAÇÃO (Caixa 11)	
R1	Utilização como combustível (que não em incineração directa) ou outros meios de produção de energia/Utilização principal como combustível ou outros meios de produção de energia
R2	Recuperação/regeneração de solventes
R3	Reciclagem/recuperação de compostos orgânicos que não são utilizados como solventes
R4	Reciclagem/recuperação de metais e de ligas
R5	Reciclagem/recuperação de outras matérias inorgânicas
R6	Regeneração de ácidos ou de bases
R7	Recuperação de produtos utilizados na luta contra a poluição
R8	Recuperação de componentes de catalisadores
R9	Regeneração de óleos e outras reutilizações de óleos
R10	Tratamento no solo em benefício da agricultura ou para melhorar o ambiente
R11	Utilização de resíduos obtidos em virtude das operações enumeradas de R 1 a R 10
R12	Troca de resíduos com vista a submetê-los a uma das operações enumeradas de R 1 a R 11
R13	Acumulação de resíduos destinados a uma das operações enumeradas na presente lista

Figura 14 – Operações de valorização (Jornal Oficial da União Europeia, 2005)

Após determinado o tratamento a considerar, foi possível retirar os valores de fator de emissão. De seguida, na Figura 15, demonstra-se a seleção deste fator para o caso dos metais ferrosos, que se inserem no grupo “steel cans”.

Material	Recycled ^A
Aluminum Cans	0.06
Aluminum Ingot	0.04
Steel Cans	0.32
Copper Wire	0.18
Glass	0.05
UNEP	0.24

Figura 15 – Exemplo de seleção do fator de emissão para metais ferrosos (EPA, 2024)

Conclui-se que, para este material, o fator de emissão é de 0,32 tCO₂eq/t.

Cálculo das emissões

O exemplo anterior é utilizado como exemplo para a demonstração do cálculo das emissões, aplicando a (6).

$$Emissões\ GEE = 0,1 \times 0,32 = 0,032\ tCO_2eq$$

Na Tabela 18, estão resumidos os valores de emissões para cada tipo de material colocados para abate no ano 2024. Os valores das emissões para os materiais dos restantes anos estão inseridos no APÊNDICE E.

Tabela 18 – Emissões de eliminação de resíduos do ano 2024

Abate	Materiais	Quantidade (t)	Tratamento	Categoria material	FE (tCO ₂ eq/t)	Emissões (tCO ₂ eq)
9	Papel e Cartão	0,28	R13	<i>Mixed Paper (general)</i>	0,07	0,020
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso	0,32	R12	<i>Mixed Electronics</i>	0,02	0,006
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso	0,54	R12	<i>Mixed Electronics</i>	0,02	0,011
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso	0,6	R12	<i>Mixed Electronics</i>	0,02	0,012
10	Metais ferrosos	0,1	R12	<i>Steel Cans</i>	0,32	0,032
	Equipamentos elétricos e eletrónicos fora de uso	0,12	R12	<i>Mixed Electronics</i>	0,02	0,002
	Metais ferrosos	0,28	R12	<i>Steel Cans</i>	0,32	0,090

É importante referir que, até ao ano 2023, a categoria “*Mixed Electronics*”, não tinha um fator de emissão aplicado para o tratamento da reciclagem. Por este motivo, nos anos 2022 e 2023, não foi considerada esta categoria (EPA, 2023).

4.5.3. Viagens de negócio

Seleção da metodologia de cálculo

As emissões relativas às viagens de negócio dos colaboradores da empresa podem ser obtidas através de três metodologias (WRI & WBCSD):

- “*Fuel-based method*”, método baseado no combustível, que consiste em quantificar o combustível consumido durante as viagens de trabalho e aplicar os fatores de emissão correspondentes;
- “*Distance-based method*”, método baseado na distância, que envolve a determinação da distância percorrida e do meio de transporte utilizado, sendo posteriormente aplicados fatores de emissão específicos para cada meio de transporte;

Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

- “*Spend-based method*”, método baseado na despesa, que se fundamenta nos montantes gastos em cada tipo de transporte, aos quais se aplicam fatores de emissão secundários (*EEIO – Environmentally Extended Input-Output*).

Esta fonte de emissão inclui os deslocamentos dos colaboradores (avião, comboio, carro, entre outros) e, de forma opcional, as suas estadias em hotéis. No caso das deslocações dos colaboradores da *France Air*, apenas foram consideradas as viagens de avião, uma vez que as restantes deslocações são, na sua maioria, realizadas com viaturas da empresa e, por isso, já foram contabilizadas na seção 4.3. Por este motivo, foi utilizado o “*distance-based method*”.

O valor total das emissões ((7) foi obtido pela soma da (8, que se refere às deslocações dos colaboradores, e da (9, referente às estadias.

$$\begin{aligned} \text{Emissões totais}(tCO_2eq) & \qquad \qquad \qquad (7) \\ & = \text{Emissões deslocações}(tCO_2eq) + \text{Emissões estadia}(tCO_2eq) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Emissões deslocações}(tCO_2eq) & \qquad \qquad \qquad (8) \\ & = \text{Dist viajada}(km) \times n^{\circ} \text{passag} \times FE \left(\frac{kgCO_2eq}{\text{passageiro}} \cdot km \right) \times 10^{-6} \end{aligned}$$

$$\text{Emissões estadia}(tCO_2eq) = n^{\circ} \text{noites anuais} \times FE \left[\frac{kgCO_2eq}{\text{noite.quarto}} \right] \times 10^{-6} \qquad (9)$$

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão para as deslocações aéreas

Para ser possível a realização dos cálculos recorreu-se a um registo interno onde, ao longo dos anos, foram anotadas as viagens de avião realizadas, com as localizações de origem e de destino de cada viagem e as respetivas estadias. É importante destacar que apenas foram consideradas as viagens financiadas diretamente pela FAP, ou seja, aquelas que se enquadram dentro do seu controlo operacional. Viagens pagas por outras entidades não foram incluídas neste cálculo.

De forma a ser possível determinar as emissões associadas às deslocações recorreu-se ao *site Travel Math* para estimar a distância dos voos diretos realizados. Por exemplo, no caso do voo com partida em Lisboa e chegada em Lyon (França), considerou-se que a distância seria 1391

km, como mostra a Figura 16. Para o cálculo, esta distância foi considerada a dobrar para incluir a ida e a volta.

From:	Lisbon, Portugal
To:	Lyon, France
✈ Flying	
Flight Distance	864 miles / 1391 km
Flight Time	2 hours, 14 minutes

Figura 16 – Estimativa da distância do voo (Travel Math)

Na Tabela 19 estão apresentados, de forma resumida, os dados retirados do registo fornecido pela empresa, como a origem e destino de cada voo, o número de pessoas que os realizou e a distância, apenas de ida, estimada para cada voo de novembro de 2024. Os valores para os restantes meses e anos em análise encontram-se apresentados no Apêndice E.

Tabela 19 – Informações sobre os voos de novembro 2024

Ano	Mês	Partida	Destino	Distância estimada (km)	Nº pessoas
2024	Novembro	Porto	Lyon	1202	1
		Lisboa	Munique	1967	4
		Lisboa	Maputo	8375	1
		Lisboa	Bruxelas	1712	4
		Lisboa	Lyon	1391	3
		Lisboa	Istambul	3244	1
		Lisboa	Istambul	3244	1
		Luanda	Lisboa	5752	1
		Lisboa	Ponta Delgada / Terceira	1616	1
		Lisboa	Funchal	974	3

Para seleccionar os fatores de emissão adequados recorreu-se ao documento “*UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting 2024*” da DEFRA (DEFRA, 2024), como mostra a Figura 17. Na maioria dos casos, os voos realizados pelos colaboradores da FAP foram entre países fora do Reino Unido, pelo que foi maioritariamente aplicada a linha “*International, to/from UK*”. Apenas em casos pontuais, nos quais o destino/origem incluía Londres, foram

Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

utilizados os fatores correspondentes a “*Short-haul to/from UK*”, sendo que esta categoria inclui todos os voos inferiores a 3700 km.

Adicionalmente, como não foi apresentada informação detalhada sobre o tipo de bilhete adquirido (classe económica, executiva, entre outras), foi considerada a categoria “*Average passenger*”, que representa uma média ponderada das diferentes classes.

Na Figura 17 é demonstrada a seleção dos fatores de emissão para as duas categorias utilizadas para o ano de 2024.

Activity	Haul	Class	Unit	kg CO ₂ e
Flights	Domestic, to/from UK	Average passenger	passenger.km	0,27257
		Average passenger	passenger.km	0,18592
	Short-haul, to/from UK	Economy class	passenger.km	0,18287
		Business class	passenger.km	0,27430
		Average passenger	passenger.km	0,26128
		Economy class	passenger.km	0,20011
	Long-haul, to/from UK	Premium economy class	passenger.km	0,32015
		Business class	passenger.km	0,58028
		First class	passenger.km	0,80040
		Average passenger	passenger.km	0,17580
		Economy class	passenger.km	0,13465
	International, to/from non-UK	Premium economy class	passenger.km	0,21542
		Business class	passenger.km	0,39044
		First class	passenger.km	0,53854

Figura 17 – Exemplo de seleção dos fatores de emissão 2024 (DEFRA, 2024)

Na Tabela 20 estão apresentados os fatores de seleção, em kgCO₂eq/passageiro.km, utilizados para cada ano.

Tabela 20 – Fatores de emissão considerados por ano

Ano	Average passenger		Fonte
	International, to/from UK	Short-haul to/from UK	
2022	0,18362	-	(DEFRA, 2022)
2023	0,17580	0,18592	(DEFRA, 2023)
2024	0,17580	-	(DEFRA, 2024)

Cálculo das emissões das deslocações aérea

De seguida é apresentado um cálculo exemplo para a obtenção das emissões originadas pela viagem Lisboa-Lyon, realizada por quatro pessoas.

$$Emissões_{desloc} = 1391 \times 2 \times 4 \times 0,17580 \times 10^{-6} = 1,467 \text{ tCO}_2eq$$

O mesmo foi feito para todas as viagens realizadas no mesmo ano e, posteriormente, somadas para obter as emissões totais anuais. Estes resultados podem ser observados no capítulo 5.1. Apresentação de resultados.

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão para as estadias

Passando ao cálculo das emissões relacionadas com as estadias, foi necessário determinar o número de noites que cada colaborador passou em cada país nos respetivos anos. Estes dados estão apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 – Número de noites por país em cada ano

País	2022	2023	2024
Alemanha	6	17	14
Angola	20	6	11
Áustria	1	0	0
Bruxelas	0	0	4
Colômbia	4	0	0
Dinamarca	4	0	2
Espanha	41	161	209
França	5	5	1
Islândia	0	8	0
Itália	4	0	4
Lituânia	0	0	2
Moçambique	0	15	6
Portugal	162	227	191
Ruanda	0	0	6
Turquia	0	9	3

Para além de determinar o número de noites anuais, é necessário selecionar os fatores de emissão. Estes fatores foram retirados da mesma fonte que os FE associados às deslocações (DEFRA, 2024).

Na Tabela 22 são apresentados os fatores de emissão utilizados para todos os países que foram contabilizados, em kgCO₂eq/noite/quarto. Refere-se que estes fatores de emissão se mantiveram constantes ao longos dos três anos em estudo.

Tabela 22 – Fatores de emissão de estadias por país

Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

País	FE
Alemanha	13,2
Angola	13,6*
Áustria	10,3
Bélgica	12,2
Colômbia	17*
Dinamarca	5,9
Espanha	7
França	6,7*
Islândia	17,4
Itália	14,3*
Lituânia	21,4
Moçambique	7,7*
Polónia	29,3
Portugal	19
Ruanda	25,6*
Turquia	32,1

É importante referir que a fonte mencionada anteriormente não apresenta valores de FE para os países assinalados com um asterisco (*). Desta forma, foi utilizado o *site GreenView*, por própria indicação da DEFRA, para determinar os fatores de emissão para esses países. Na Figura 18 é demonstrado o resultado obtido para o caso da Islândia, como exemplo.

MtCO₂e = Metric Tons of Carbon Dioxide Equivalent, where 1 metric tonne equals 1,000 kilograms.

All Hotels	0.0194 MtCO₂e
Rooms Footprint	0.0174
Available data: Iceland (Global Extrapolation) all hotels, Country Data	

Figura 18 – Exemplo de determinação do FE para a Islândia

Foi, então, considerado um fator de emissão de 17,4 kgCO₂eq/noite/quarto para a Islândia.

Cálculo das emissões das estadias

De seguida é apresentado um exemplo de cálculo para a obtenção das emissões das estadias em Portugal no ano 2024.

$$Emissões\ estadia(tCO_2eq) = 162 \times 19 \times 10^{-6} = 0,00363\ tCO_2eq$$

Este cálculo foi realizado para os restantes anos e também para os restantes países mencionados na Tabela 22. As emissões anuais das estadias por país estão apresentadas no Apêndice E. Relativamente às emissões anuais totais obtidas associadas a todas as estadias, estas são apresentadas no capítulo 5.1. Apresentação de resultados.

Cálculo das emissões totais

Após obter as emissões anuais associadas às deslocações e as emissões anuais associadas às estadias, determinou-se as emissões totais através da (7).

4.5.4. Deslocações pendulares dos colaboradores

Seleção da metodologia de cálculo

As emissões associadas às deslocações pendulares de colaboradores podem ser obtidas pelo “*Fuel-based method*”, “*Distance-based method*” ou “*Average-data method*”, sendo este último baseado em dados médios, que consiste em estimar as emissões com base em dados médios (por exemplo, dados nacionais) sobre os padrões de deslocação dos trabalhadores. (WRI & WBCSD).

Neste caso, foi adotado o “*distance-based method*”. O cálculo deste método é realizado tendo como base duas equações. A (10 para determinar a distância total anual percorrida por cada colaborador e a (11 ou a (12 para o cálculo final das emissões. A (11 utilizada para os casos em que o meio de transporte é um veículo próprio e a (12 para o caso em que são utilizados transportes públicos (WRI & WBCSD).

$$\begin{aligned} \text{Distância total anual (km)} & & (10) \\ &= \Sigma \text{Distância casa} \\ &- \text{trabalho (km)} \times 2 \times \text{n}^\circ \text{ de dias anuais no escritório (dias)} \end{aligned}$$

$$\text{Emissões (tCO}_2\text{eq)} = \text{Distância anual (km)} \times \text{FE (kgCO}_2\text{eq/ veículo.km)} \times 10^{-6} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{Emissões (tCO}_2\text{eq)} & & (12) \\ &= \text{Distância anual (km)} \times \text{FE (kgCO}_2\text{eq/ passageiro.km)} \times 10^{-6} \end{aligned}$$

Recolha de dados e seleção dos fatores de emissão

Para a recolha dos dados foi elaborado um questionário que foi preenchido pelos colaboradores da empresa, com o objetivo de recolher informação relativa à distância entre o seu local de habitação e o local de trabalho, à frequência com que se deslocam ao escritório e ao meio de transporte habitualmente utilizado. O questionário utilizado para esta recolha de dados é apresentado no Apêndice E.

Na Tabela 23 estão apresentados, resumidamente, os dados relevantes retirados das respostas dos colaboradores ao questionário. É importante referir que na análise das respostas ao questionário, foram apenas consideradas as informações relevantes para a fonte de emissão em estudo, isto é, uma parte significativa dos colaboradores utiliza viaturas da empresa para as deslocações casa-trabalho, cujas emissões já se encontram contabilizadas no âmbito 1 (capítulo 4, subcapítulo 4.3, seção 4.3.1) pelo que essas respostas foram excluídas. Para além destas, foram também desconsideradas as respostas de colaboradores que se deslocam a pé ou utilizam veículos elétricos, uma vez que estas deslocações não originam emissões de GEE.

Tabela 23 – Respostas ao inquérito elaborado

Colaborador	Meio de transporte	Distância casa-trabalho (km)	Frequência (dias/mês)	Frequência (dias/sem)
1	Carro próprio	3,5	-	5
2	Carro próprio	10	-	5
3	Carro próprio	50	-	4
4	Carro próprio	27	10	-
5	Carro próprio	15	-	5
6	Carro próprio	15	-	5
7	Carro próprio	20	-	3
8	Carro próprio	26	-	2
9	Mota	16	-	2
10	Carro próprio	20	-	4
11	Metro	15	-	3
12	Carro próprio	31	-	5
13	Carro próprio	55	-	2
14	Autocarro	35	-	5
15	Carro próprio	1,5	-	5
16	Carro próprio	20	-	3
17	Carro próprio	47	-	2
18	Carro próprio	15	-	4
19	Autocarro	20	-	4
20	Mota	45,4	-	4
21	Carro próprio	30	-	5
22	Carro próprio	8	-	3
23	Carro próprio	3,6	-	5
24	Carro próprio	45	-	2
25	Carro próprio	5	10	-
26	Carro próprio	20	10	-
27	Carro próprio	20	-	3
28	Carro próprio	1,8	-	5
29	Carro próprio	1,5	-	2
30	Carro próprio	10	10	-
31	Carro próprio	3,9	10	-
32	Carro próprio	3	-	5
33	Carro próprio	12	-	4

Pela observação da Tabela 23, é possível concluir que os meios de transportes utilizados pelos colaboradores da FAP são o carro próprio, mota, autocarro e metro. De seguida, é necessário selecionar os fatores de emissão a considerar para cada um destes tipos de transporte. Para tal, recorreu-se novamente à EPA (EPA, 2024). Na Figura 19 é demonstrada a seleção dos fatores de emissão relativos ao ano de 2024 para cada meio de transporte considerado.

Vehicle Type	CO ₂ Factor (kg CO ₂ / unit)
Passenger Car ^A	0.306
Light-Duty Truck ^B	0.405
Motorcycle	0.376
Intercity Rail - Northeast Corridor ^C	0.058
Intercity Rail - Other Routes ^C	0.150
Intercity Rail - National Average ^C	0.113
Commuter Rail ^D	0.133
Transit Rail (i.e. Subway, Tram) ^E	0.093
Bus	0.071
Air Travel - Short Haul (< 300 miles)	0.207
Air Travel - Medium Haul (>= 300 miles, < 2300 miles)	0.129
Air Travel - Long Haul (>= 2300 miles)	0.163

Figura 19 – Exemplo de seleção dos fatores de emissão por meio de transporte para o ano 2024 (EPA, 2024)

Dada a indisponibilidade de dados concretos relativamente às deslocações casa-trabalho dos colaboradores para os três anos em estudo, optou-se por utilizar os dados recolhidos no questionário como referência para os três anos em análise. Assumiu-se, para o efeito, que a distância anual se manteve constante ao longo destes três anos (2022, 2023 e 2024). No entanto, com o objetivo de assegurar maior rigor, as emissões foram calculadas com base nos fatores de emissão específicos de cada ano, de forma a considerar possíveis alterações na pegada carbónica dos diferentes meios de transporte ao longo do tempo. Na Tabela 24 encontram-se os fatores de emissão para cada meio de transporte para os três anos em estudo.

Tabela 24 – Fatores de emissão por meio de transporte por ano

Ano\Transporte	Carro próprio	Mota	Metro	Autocarro	Fonte
2022	0,332	0,183	0,099	0,056	(EPA, 2022)
2023	0,313	0,178	0,096	0,055	(EPA, 2023)
2024	0,306	0,376	0,093	0,071	(EPA, 2024)
Unidades	kgCO ₂ eq/veículo.km		kgCO ₂ eq/passageiro.km		

Cálculo das emissões

Para passar ao cálculo da distância total anual percorrida por todos os colaboradores considerados, determinou-se a distância total casa-trabalho para cada meio de transporte. Na Tabela 25 são apresentados os valores obtidos.

Tabela 25 – Distância total casa-trabalho por meio de transporte

Meio de transporte	Distância total casa-trabalho (km)
Carro próprio	519,8
Mota	61,4
Metro	15
Autocarro	55

A distância total anual para cada tipo de transporte foi calculada usando a (10). A seguir é apresentado um exemplo para o caso dos colaboradores que utilizam carro próprio.

É importante referir que, para determinar o número de dias anuais em que os colaboradores frequentam o escritório, é necessário ter em conta se a resposta individual foi relativa ao número de dias por semana ou dias por mês. No caso de número de dias por mês, multiplicou-se esse valor pelo número de meses que um ano contém (12). No caso de ser número de dias por semana e, apesar de um ano ter aproximadamente 52 semanas, apenas foram consideradas 46 semanas devido a feriados nacionais e às férias dos colaboradores.

$$\text{Distância total anual} = 519,8 \times 2 \times 4648 = 4832060,8 \text{ km}$$

Na Tabela 26 apresentam-se os valores obtidos para as distâncias totais anuais de cada meio de transporte, assim como o número de dias anuais considerados.

Tabela 26 – Número de dias anuais e distância total anual por meio de transporte

Meio de transporte	Número total de dias	Distância total anual (km)
Carro próprio	4648	4832060,8
Mota	276	33892,8
Metro	138	4140
Autocarro	414	45540

Com base nos valores obtidos, calculou-se as respetivas emissões, usando a (11 ou (12). De seguida é apresentado um exemplo de cálculo para as emissões geradas pelas deslocações que utilizam carro próprio para o ano 2024.

Cálculo da pegada carbónica da *France Air Portugal*

$$Emissões = 4832060,8 \times 0,306 \times 10^{-6} = 1,479 \text{ tCO}_2\text{eq}$$

No ano 2024, os colaboradores que se deslocaram com carro próprio tiveram emissões de 1,479 tCO₂eq.

5. Resultados e Discussão

Neste capítulo vão ser apresentados os resultados obtidos com base na metodologia descrita anteriormente, organizando as emissões por âmbito e por fonte de emissão. Para além disso, os dados vão ser discutidos de forma crítica, permitindo compreender os principais fatores que influenciaram a pegada carbónica da *France Air Portugal*.

5.1. Apresentação de resultados

5.1.1. Âmbito 1

Emissões diretas de combustão móvel

As emissões diretas de combustão móvel correspondem ao consumo de combustíveis fósseis pelos veículos da frota automóvel da FAP. Na Tabela 27 apresentam-se os resultados obtidos para os anos em análise (2022, 2023 e 2024), discriminados por locadora e também as totais.

Tabela 27 – Emissões anuais totais e por locadora, em tCO₂eq

Ano	Locadora 1	Locadora 2	Locadora 3	Emissões totais anuais
2022	36,067	13,310	4,004	53,381
2023	37,690	16,620	4,004	58,314
2024	15,997	38,120	0,000	54,117

É possível observar um ligeiro aumento das emissões totais entre 2022 e 2023, seguido de uma redução em 2024. Esta variação está associada à redistribuição da frota automóvel entre as diferentes locadoras. A locadora 1 foi responsável pela maior parte das emissões nos dois primeiros anos, sendo substituída pela locadora 2 em 2024, refletindo alterações contratuais e operacionais.

Para uma leitura mais completa dos resultados, importa relacionar as emissões de cada locadora com o número de veículos contratados, informação que consta no Capítulo 4.3.1 - Emissões diretas de combustão móvel. Em 2022 e 2023, a locadora 1 apresentou as maiores emissões absolutas, mas também detinha o maior número de viaturas. No entanto, em 2024, apesar da locadora 2 ter assumido a maioria das emissões, essa variação acompanha igualmente um aumento significativo do número de veículos sob a sua responsabilidade.

Resultados e Discussão

O gráfico da Figura 20 mostra a distribuição das emissões anuais por locadora.

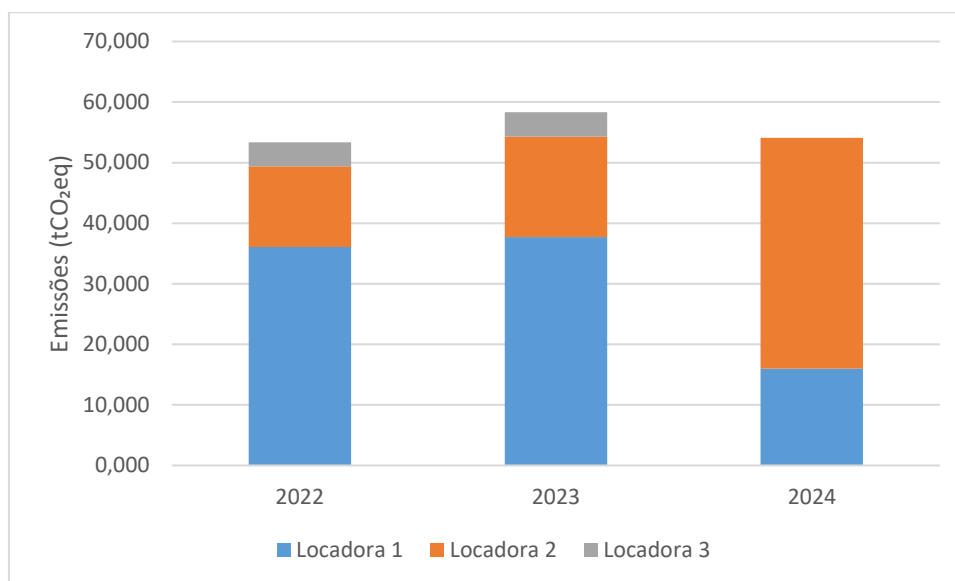


Figura 20 - Gráfico da distribuição das emissões anuais por locadora

Emissões diretas fugitivas

As emissões diretas fugitivas resultam da libertação gradual de GEE provenientes de equipamentos que utilizam fluidos refrigerantes, como sistemas de ar condicionado, bombas de calor e extintores de CO₂.

Na Tabela 28 são apresentados os valores obtidos de emissões totais para esta fonte de emissão.

Tabela 28 – Emissões anuais diretas fugitivas

Ano	Emissões totais (tCO ₂ eq)
2022	0,5977
2023	0,5798
2024	0,5673

A Figura 21 apresenta a evolução das emissões diretas fugitivas ao longo do período em estudo.

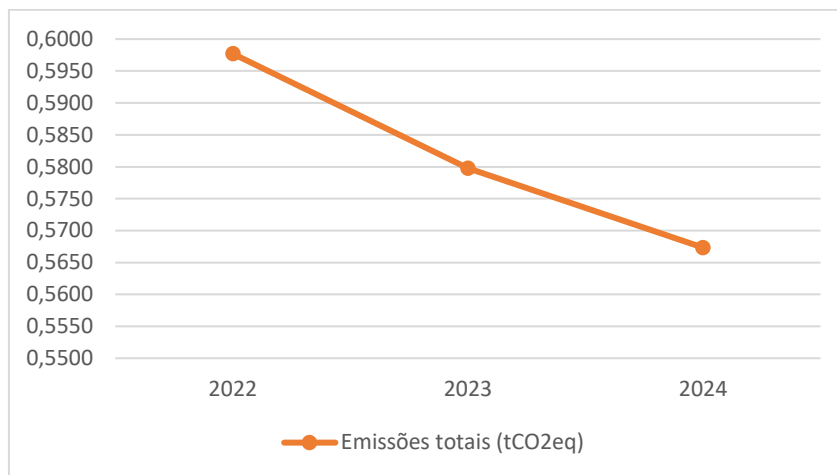


Figura 21 – Emissões anuais totais relativas às emissões diretas fugitivas

Os resultados indicam uma ligeira redução progressiva das emissões fugitivas ao longo dos três anos analisados. Esta tendência está diretamente relacionada com a diminuição da quantidade de fluido refrigerante disponível nos equipamentos mais antigos, uma vez que, conforme definido na metodologia, foi adotado um modelo de perda acumulada sem recarga.

Em 2024, apesar da instalação de novos equipamentos em setembro, a sua contribuição para o total anual foi limitada devido ao pouco tempo de operação, representando apenas quatro meses de perdas e, por isso, não compensando a redução progressiva dos equipamentos mais antigos.

No caso dos extintores, embora estejam incluídos no cálculo, o seu impacto nas emissões totais é residual, não tendo relevância significativa no perfil global na empresa, mas sendo considerados por uma questão de rigor metodológico.

5.1.2. Âmbito 2

Energia elétrica

As emissões do âmbito 2 referem-se ao consumo de eletricidade nos três escritórios da FAP: Porto, Lisboa e Faro. A partir de 2023, passou também a ser incluído o consumo associado ao carregamento de viaturas elétricas da empresa, realizado nas instalações próprias. Na Tabela 29 apresenta-se o consumo anual de eletricidade por escritório, bem como o consumo total por ano e as respetivas emissões de GEE.

Tabela 29 – Consumo de eletricidade anual e respetivas emissões

Ano	Escritório	Consumo (kWh)	Consumo total (MWh)	Emissões GEE (tCO ₂ eq)
2022	Porto	34280	117,10	18,38
	Lisboa	77236,77		
	Faro	5579		
2023	Porto	35789	118,73	18,64
	Lisboa	76647,17		
	Faro	6298		
2024	Porto	53978	127,14	19,96
	Lisboa	49080		
	Faro	8440		
	Carregadores	15640		

A Figura 22 apresenta a evolução das emissões resultantes do consumo de eletricidade da FAP ao longo dos três anos analisados.

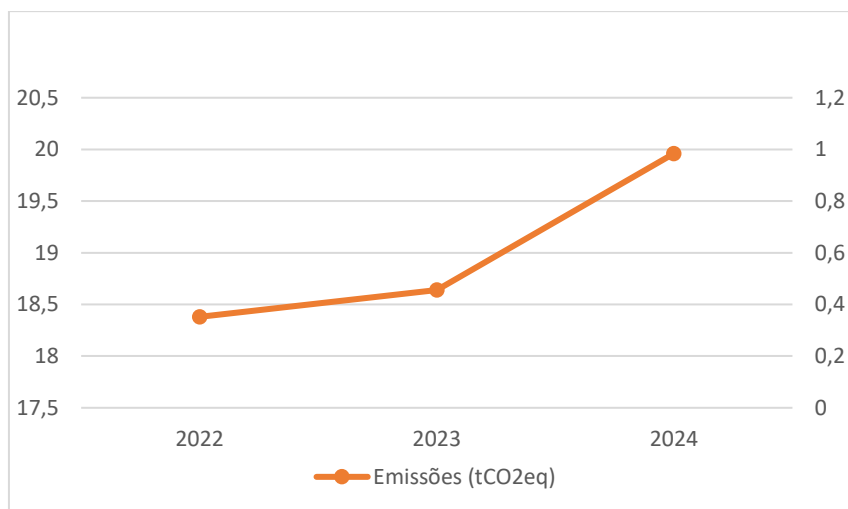


Figura 22 – Evolução das emissões associadas ao consumo de eletricidade

Observa-se um crescimento progressivo das emissões de GEE entre 2022 e 2024. Este aumento acompanha a subida do consumo de eletricidade, uma vez que o fator de emissão considerado se manteve constante nos três anos. Este aumento, mais acentuado em 2024, deve-se não só ao aumento do consumo nos escritórios, mas também à inclusão, no fim de 2023, do consumo associado ao carregamento de viaturas elétricas da empresa.

Na Figura 23 é mostrada a evolução do consumo nos três escritórios da FAP assim como o valor associado ao carregamento de veículos elétricos, em 2024.

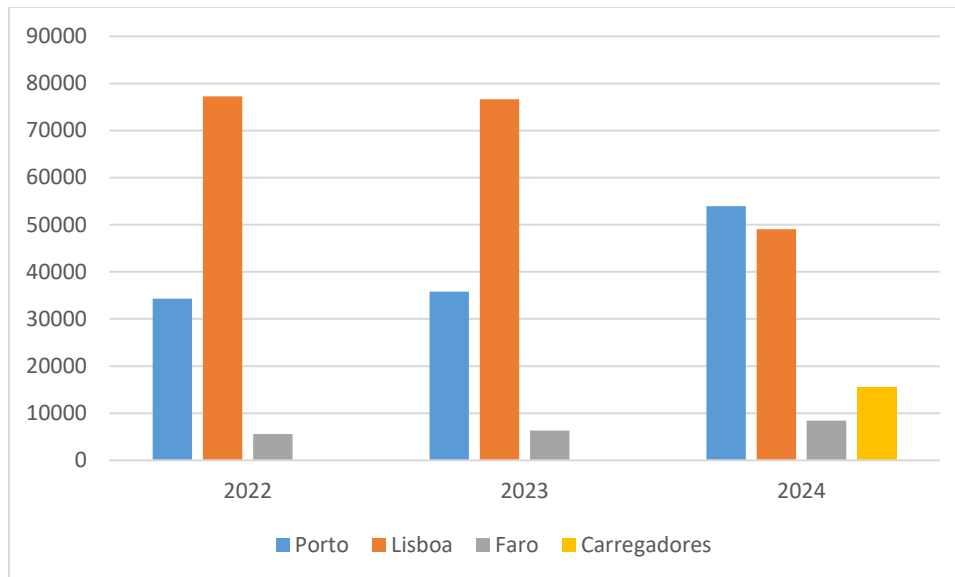


Figura 23 – Consumo elétrico anual por escritórios, em kWh

Com base na figura. Verifica-se que, em 2022 e 2023, o escritório de Lisboa foi o principal consumidor de eletricidade, o que se justifica pelo facto de ser a sede da empresa em Portugal e, por isso, é onde se concentram a maioria dos seus colaboradores. O escritório do Porto apresentou valores de consumo inferiores nesses anos, ainda que também relevantes. Já o escritório de Faro, onde trabalham poucos colaboradores, registou um consumo bastante reduzido, proporcional à sua dimensão.

Em 2024, verifica-se uma alteração relevante na distribuição dos consumos, uma vez que o escritório do Porto ultrapassou o de Lisboa em consumo elétrico, o que poderá refletir um aumento da atividade local, alterações na ocupação de espaço ou maior frequência de trabalho presencial. Nesse mesmo ano, devido a uma mudança de fornecer de energia, as faturas relativas ao consumo de eletricidade passaram a ser emitidas separadamente para os escritórios e para os carregamentos elétricos, como já explicado na secção 4.5.1 - Carregamentos elétricos fora das instalações próprias. Esta separação permite verificar que os carregamentos representam uma parcela significativa do consumo total (cerca de 12,3% no ano 2024), evidenciando o impacto crescente da mobilidade elétrica na pegada carbónica da empresa. Este impacto é visível na Figura 24, onde se encontra a distribuição percentual do consumo elétrico para o ano 2024.

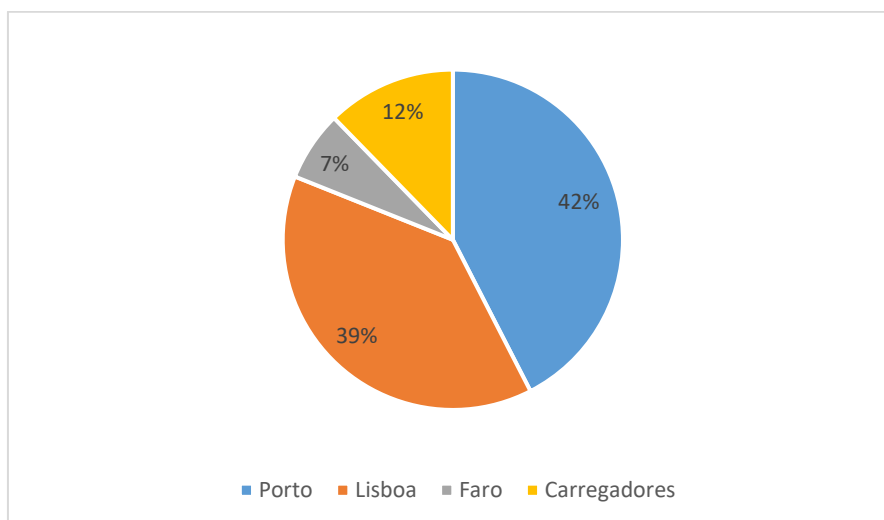


Figura 24 – Distribuição percentual do consumo elétrico em 2024

De forma geral, a distribuição do consumo entre os diferentes escritórios mostra-se coerente com a dimensão e a atividade de cada unidade, o que valida a utilidade da desagregação geográfica na análise dos resultados e na definição de medidas de eficiência energética adequadas a cada realidade local.

5.1.3. Âmbito 3

Carregamentos elétricos fora das instalações próprias

Esta fonte de emissão refere-se às emissões associadas ao consumo de eletricidade nos carregamentos de viaturas elétricas da frota da FAP fora das suas instalações (postos públicos). Apesar de estarem fora do controlo direto da empresa, estes carregamentos representam uma utilização operacional relevante e, por isso, foram incluídos na quantificação da PC da empresa.

Na Tabela 30 apresenta-se o consumo anual identificado e as respetivas emissões de GEE associadas.

Tabela 30 – Consumo elétrico e emissões de carregamentos externos de viaturas elétricas

Ano	Consumo total (MWh)	Emissões (tCO ₂ eq)
2023	1,067	0,17
2024	16,898	2,65

Com base nos resultados obtidos, observa-se um aumento significativo do consumo elétrico associado aos carregamentos de viaturas elétricas fora das instalações da FAP, que se traduz num aumento das emissões de GEE.

Este acréscimo deve-se à maior utilização da frota elétrica, com o aumento de número de viaturas ou até mesmo com uma maior mobilidade de equipas técnicas e comerciais. Embora o valor absoluto destas emissões ainda seja relativamente reduzido, a sua evolução demonstra a crescente importância da mobilidade elétrica externa no perfil de emissões da empresa, justificando a sua inclusão na contabilização deste âmbito.

Emissões de eliminação de resíduos

A gestão de resíduos é uma fonte importante de emissões de GEE nas organizações, dependendo do tipo de resíduos gerados e dos processos de tratamento aplicados. Para a FAP, as emissões associadas à eliminação de resíduos foram calculadas com base na quantidade e no tipo de materiais descartado, utilizando dados oficiais de acompanhamento de resíduos (e-GAR).

A Tabela 31 apresenta as emissões totais de GEE associadas a esta fonte de emissão.

Tabela 31 – Emissões anuais de eliminação de resíduos

Ano	Emissões (tCO ₂ eq)
2022	0,804
2023	0,361
2024	0,173

É possível observar uma tendência decrescente das emissões ao longo do período analisado. Esta diminuição pode estar relacionada com uma melhor gestão de resíduos, maior reciclagem e otimização de processos de eliminação, refletindo um esforço contínuo da empresa na redução do seu impacto ambiental.

Para ilustrar esta evolução, a Figura 25 apresenta um gráfico que destaca a clara tendência de redução ao longo dos três anos analisados.

Resultados e Discussão

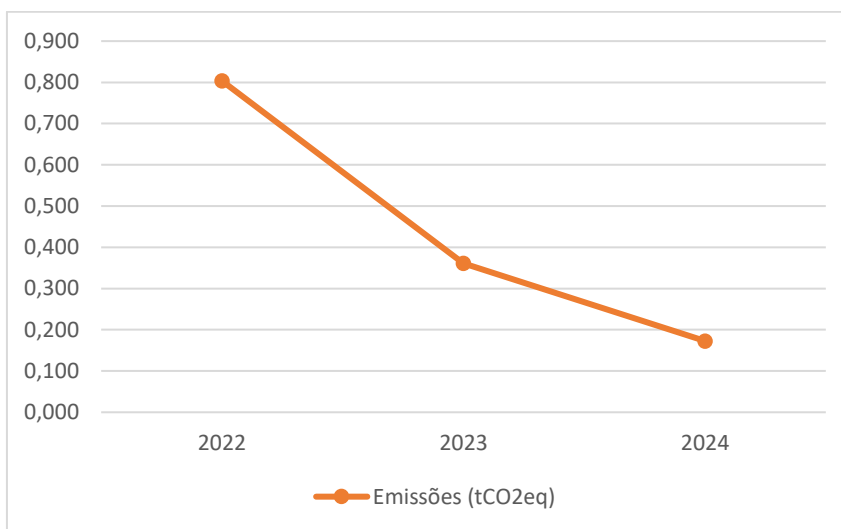


Figura 25 – Emissões anuais de eliminação de resíduos

Viagens de negócio

Nesta seção são apresentados os resultados das emissões de GEE associadas às viagens de negócio dos colaboradores da FAP, abrangendo tanto as deslocações aéreas como as estadias em hotéis durante essas viagens.

A Tabela 32 apresenta as emissões anuais resultantes das deslocações aéreas financiadas pela empresa.

Tabela 32 – Emissões anuais relativas às deslocações aéreas

Ano	Emissões (tCO ₂ eq)
2022	61,669
2023	63,939
2024	77,221

Os dados apresentados indicam uma tendência crescente ao longo do período analisado. O aumento mais significativo ocorreu entre 2023 e 2024, refletindo um aumento do número ou distância dos voos realizados.

Na Tabela 33 estão resumidas as emissões anuais associadas às estadias dos colaboradores durante as viagens de negócio.

Tabela 33 – Emissões anuais relativas às estadias

Ano	Emissões (tCO ₂ eq)
2022	0,00558
2023	0,00860
2024	0,00780

As emissões decorrentes das estadias são residuais e mantiveram-se praticamente estáveis ao longo dos três anos, com pequenas variações que não impactam significativamente o total das emissões das viagens de negócio

A soma das emissões das deslocações aéreas e das estadias resulta nas emissões totais anuais apresentadas na Tabela 34.

Tabela 34 – Emissões totais anuais associadas às viagens de negócios

Ano	Emissões (tCO ₂ eq)
2022	61,67472
2023	63,94728
2024	77,22918

As emissões totais acompanham a tendência das deslocações aéreas, uma vez que estas representam a grande maioria das emissões. O aumento das emissões totais em 2024 evidencia o impacto das viagens aéreas no balanço anual de emissões da empresa. Esta tendência crescente é representada no gráfico da Figura 26.

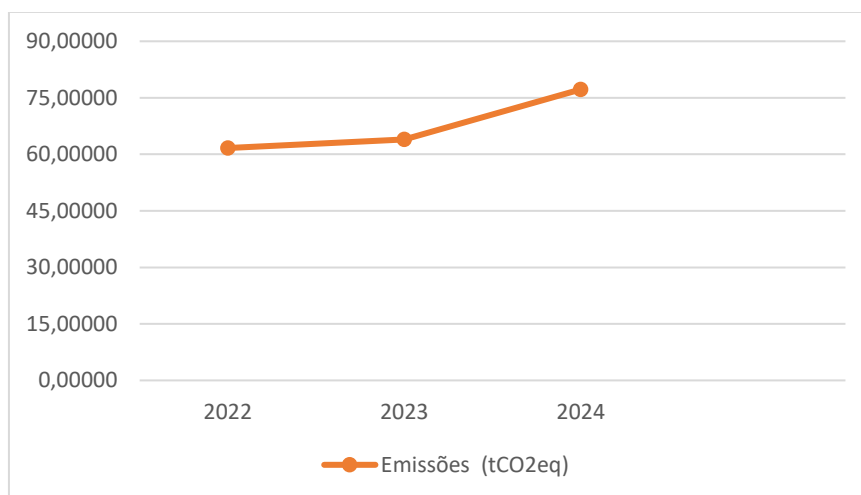


Figura 26 – Evolução das emissões totais das viagens de negócio

Resultados e Discussão

A análise das emissões relacionadas às viagens de negócio da FAP evidencia que as deslocações aéreas são a principal fonte de emissão dentro desta categoria, representando quase a totalidade das emissões anuais. Apesar destas emissões associadas às estadias serem insignificantes, a estabilidade desses valores contribui para a precisão do cálculo das emissões totais.

A tendência crescente das emissões aéreas sugere um aumento das viagens realizadas, o que pode exigir medidas específicas para mitigar o impacto ambiental dessas deslocações, como a adoção de políticas de viagens mais sustentáveis, utilização de classes de voo com menor impacto ou compensação de carbono.

Deslocações pendulares de colaboradores

As deslocações pendulares dizem respeito aos trajetos diários dos colaboradores entre casa e o local do trabalho.

Os resultados de emissões obtidos, em tCO₂eq podem ser observados na Tabela 35.

Tabela 35 – Emissões anuais por meio de transporte, em tCO₂eq

Meio de transporte	2022	2023	2024
Carro próprio	1,60424	1,51244	1,47861
Mota	0,00620	0,00603	0,01274
Metro	0,00041	0,00040	0,00039
Autocarro	0,00255	0,00250	0,00323

A maior parte das emissões resulta da utilização do carro próprio, representando mais de 99%, do total de em todos os anos analisados. Os transportes públicos (metro e autocarro) e a mota têm um contributo muito reduzido, revelando oportunidades para a promoção de meios de transporte mais sustentáveis entre colaboradores.

Na Tabela 36 estão apresentados os valores anuais totais para as deslocações pendulares dos colaboradores, representados também no gráfico da Figura 27.

Tabela 36 – Emissões anuais totais associadas às deslocações pendulares dos colaboradores

Ano	Emissões (tCO ₂ eq)
2022	1,61341
2023	1,52137
2024	1,49497

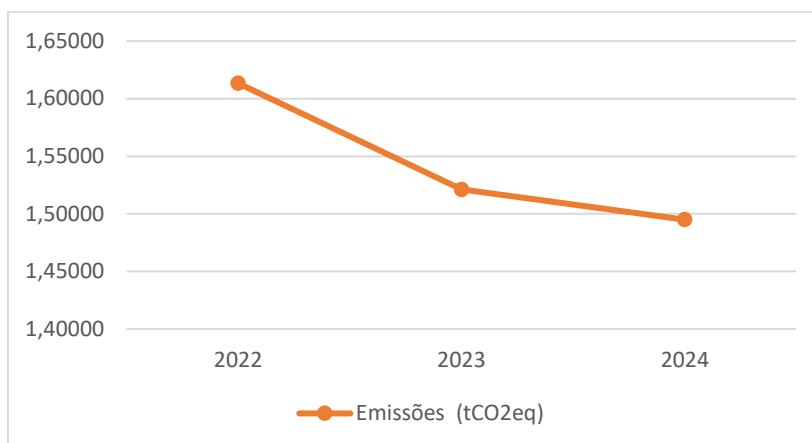


Figura 27 –Emissões anuais totais das deslocações pendulares

Conclui-se que há uma redução progressiva das emissões totais ao longo dos três anos.

Importa destacar que, conforme referido no 4.5.4 - Deslocações pendulares dos colaboradores, a distância total percorrida pelos colaboradores foi considerada constante ao longo dos três anos, devido à indisponibilidade de dados específicos por ano. Assim, esta diminuição nas emissões não reflete necessariamente uma alteração nos comportamentos de mobilidade, mas sim a atualização dos fatores de emissão anuais, que tendem a ser revistos periodicamente com base em melhorias tecnológicas e alterações na composição energética dos meios de transporte.

5.2. Discussão de resultados

A Tabela 37 sintetiza os valores totais de emissões da *France Air Portugal*, discriminados por âmbito e por ano.

Tabela 37 – Emissões totais anuais por âmbito, em tCO₂eq

Ano	Âmbito 1	Âmbito 2	Âmbito 3	Totais
2022	53,979	18,380	64,092	136,451
2023	58,894	18,640	65,997	143,531
2024	54,684	19,960	81,550	156,194

A evolução total das emissões da empresa entre 2022 e 2024 apresenta uma tendência de crescimento, com um aumento de aproximadamente 14,5%. Esta tendência é impulsionada sobretudo pelas emissões do âmbito 3, que aumentaram cerca de 23,5% entre 2023 e 2024, visível na Figura 28.

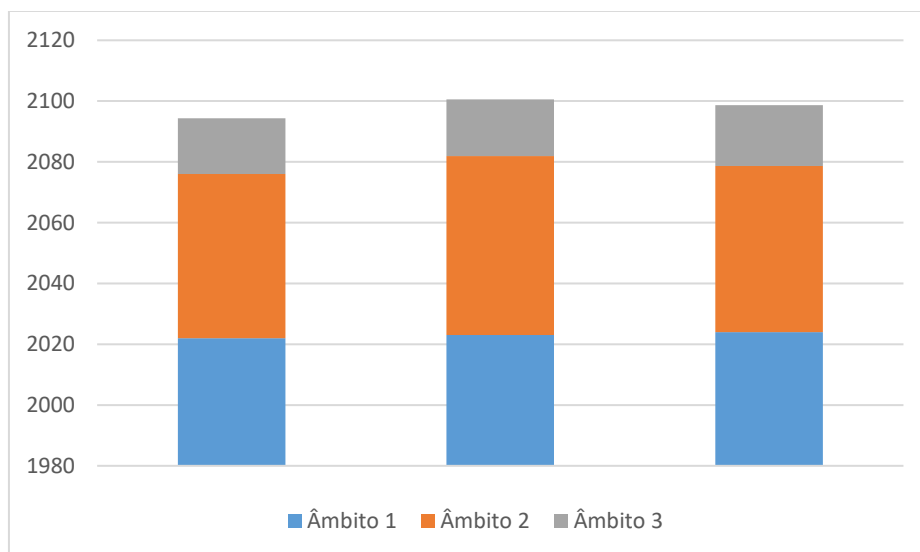


Figura 28 – Emissões anuais totais por âmbito

Este gráfico permite observar a proporção relativa de cada âmbito nas emissões totais da empresa em cada âmbito. Nota-se que o âmbito 3 é sistematicamente o mais representativo, com um peso crescente ao longo do período. Esta distribuição reforça a importância de atuar sobre fontes indiretas da cadeia de valor, que frequentemente são subestimadas ou parcialmente quantificadas.

De seguida é feita uma análise por âmbito.

No âmbito 1, as emissões diretas da FAP são principalmente originadas pelo consumo de combustíveis fósseis em viaturas da frota automóvel, complementadas pelas emissões fugitivas associadas a sistemas com fluidos refrigerantes. As variações observadas estão relacionadas sobretudo com alterações no número e distribuição das viaturas contratadas. A ligeira redução de 2024 face 2023 reflete uma transição parcial para viaturas menos emissoras, e maior eficiência na sua utilização, nomeadamente veículos elétricos. As emissões fugitivas, apesar de pouco expressivas no total do âmbito, foram contabilizadas de forma detalhada, aumentando o rigor do inventário.

Relativamente ao âmbito 2, as emissões diretas associadas à eletricidade, apresenta uma tendência de crescimento moderado, acompanhando o aumento do consumo, principalmente em 2024, com destaque para os carregamentos de viaturas elétricas realizadas nas instalações da empresa. Esta fonte passou a representar uma fração significativa das emissões totais (cerca de 12,8% em 2024).

Por fim, o âmbito 3 é o que representa maior peso absoluto nas emissões totais da empresa, o que é coerente com o perfil de uma organização de serviços com forte dependência de atividades indiretas. O aumento significativo de 2024 resulta, sobretudo, do crescimento das viagens de negócio e da maior utilização de postos de carregamento externos. Apesar disso, importa referir que nem todas as fontes de emissão recomendadas pelo *GHG Protocol* foram

consideradas neste âmbito, devido à indisponibilidade de dados. Em particular, não foram incluídas as emissões relativas à aquisição de bens e serviços, transporte e distribuição *upstream* e *downstream* ou o uso de produtos vendidos. Assim, os valores obtidos representam uma estimativa parcial do impacto real da empresa neste âmbito.

De seguida são apresentadas algumas propostas de melhoria a implementar para reduzir as emissões da empresa.

Frota e mobilidade

- Renovação estratégica da frota:
Priorizar a substituição dos veículos a combustão por elétricos e híbridos *plug-in*, começando pelas viaturas com maiores emissões específicas;
- Gestão inteligente de rotas:
Implementar telemetria e *softwares* de planeamento de rotas que otimizem o trajeto e reduzam quilómetros (por exemplo, agrupar visitas comerciais em regiões próximas antes de retornos ao escritório);
- Otimização da gestão dos carregadores elétricos existentes:
Melhorar a utilização da infraestrutura já instalada através da implementação de um sistema integrado de agendamento de carregamentos, da monitorização preventiva por telemetria, e da integração com o sistema de gestão técnica do edifício (*BMS-Building Management System*), sistema de gestão global do edifício (climatização, iluminação, energia, entre outros), para aproveitar excedentes de energia renovável produzida localmente; Negociação de tarifas preferenciais de fornecimento elétrico 100% renovável com os comercializadores de energia; Elaboração de relatórios periódicos de utilização (taxa de ocupação e consumo energético por viatura), com vista à maximização da eficiência operacional e à redução de custos.

Energia e escritórios

- Auditorias energéticas periódicas:
Realizar avaliações anuais com consultoria certificada, identificando oportunidades de *retrofit* (iluminação LED, isolamento térmico, computadores com processadores ARM);
- Monitorização em tempo real:
Adotar sistemas *SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)*, sistema que recolhe dados em tempo real de sensores, medidores e equipamentos e permite visualizá-los num software com gráficos, alarmes e históricos, ou *BMS* que façam leitura horária de consumo elétrico, com alertas automáticos ao ultrapassar *thresholds*, permitindo ações imediatas de correção;
- Contratação de 100% energia renovável:

Resultados e Discussão

Migrar para um *PPA (Power Purchase Agreement)*, contrato entre a empresa e um produtor de energia renovável, ou *REC (Renewable Energy Certificates)*, certificados de garantia de origem emitidos por cada MWh de energia renovável produzido, eliminando as emissões do âmbito 2;

- Geração distribuída:

Avaliar a instalação de painéis fotovoltaicos ou micro-turbinas eólicas nos escritórios de maior área, complementada com baterias de armazenamento para utilizar a energia gerada em horários de menos produção ou maior custo, de forma a reduzir a dependência da rede, aumentar a resiliência energética e reforçar a imagem sustentável da empresa.

Viagens de Negócio e Deslocações

- Subsídios e incentivos para colaboradores:

Subsídio de transporte para os colaboradores que optem por meios de mobilidade sustentável, nomeadamente transportes públicos ou a partilha regular de boleias;

- Implementação global de teletrabalho híbrido:

Aumentar a possibilidade de teletrabalho para funções compatíveis, reduzindo emissões de deslocações pendulares.

Operações, Resíduos e Cadeia de Fornecimento

- Seleção de fornecedores verdes:

Incluir critérios *ESG (Environmental, Social and Governance)* nos pedidos de proposta *RFQ (Request for Quotation)*, promovendo a escolha de fornecedores com certificação ambiental reconhecida (como a ISO 14001) ou que apresentem a sua pegada carbónica, assegurando práticas alinhadas com os compromissos de sustentabilidade da empresa.

Gestão de Carbono e Compra de Créditos

- Inventário completo de emissões:

Integrar todas as categorias do âmbito 3 (aquisição de bens e serviços, transporte/logística, uso de produtos vendidos), visando um inventário robusto para anos futuros;

- Aquisição voluntária de créditos de carbono:

Compra de “unidades” (toneladas de CO₂eq) em mercados voluntários (exemplo, Gold Standard, Verra/VCS – *Verified Carbon Standard*) que financiam projetos de energia renovável, reflorestamento ou captura direta do ar. Cada crédito adquirido é “retirado”

num registo oficial, assegurando que não seja usado por outra entidade. Desta forma, é possível neutralizar emissões remanescentes;

Roadmap para a neutralidade carbónica da FAP até 2050

De forma a atingir a neutralidade carbónica até 2050, será prioritário implementar medidas de mitigação com impacto direto sobre os âmbitos 1, 2 e 3, compensando apenas as emissões residuais inevitáveis através de créditos de carbono certificados. De seguida é apresentada a estrutura de uma sugestão de um *roadmap* para a FAP, tendo como base as propostas de melhoria descritas anteriormente.

Fase 1 – Diagnóstico e fundações (2025-2027)

- Realização de inventário completo de emissões (com integração das categorias do âmbito 3).
- Implementação de auditorias energéticas periódicas.
- Instalação de sistemas de monitorização (SCADA/BMS) nos edifícios.
- Definição de política interna de sustentabilidade e metas de redução.

Fase 2 – Ações de redução inicial (2028-2032)

- Substituição progressiva da frota por veículos elétricos ou híbridos plug-in.
- Otimização de rotas comerciais com uso de telemetria.
- Gestão inteligente dos carregadores elétricos e contratação de energia 100% renovável (PPA ou REC).
- Primeira fase de instalação de painéis solares nas instalações principais.
- Início dos incentivos a colaboradores para mobilidade sustentável (transporte público e partilha de boleias).
- Implementação de regime de teletrabalho híbrido para funções compatíveis.

Fase 3 – Otimização e expansão (2033-2040)

- Reforço das políticas de mobilidade sustentável e teletrabalho com avaliação de impacto
- Inclusão de critérios ESG na seleção de fornecedores (certificação ambiental e pegada carbónica).
- Segunda fase de geração distribuída com baterias de armazenamento.

Fase 4 – Residual e Compensação (2041-2050)

- Redução final de emissões evitáveis.
- Estimativa e verificação das emissões remanescentes.
- Aquisição voluntária de créditos de carbono certificados.

Com base nos valores obtidos para 2024 da FAP e na projeção das reduções possíveis com a implementação das propostas de melhoria, foi realizada uma estimativa conservadora das emissões que permanecerão em 2050, presente na Tabela 38.

Tabela 38 – Estimativa das emissões remanescentes em 2050

Âmbito	Fonte	Emissões atuais (tCO ₂ eq)	Redução esperada	Emissões remanescentes (tCO ₂ eq)
Âmbito 1	Frota automóvel	54,117	90%	5,41
	Emissões fugitivas	0,567	70%	0,17
	Subtotal Âmbito 1	54,684		5,58
Âmbito 2	Energia elétrica	19,96	100%	0
	Subtotal Âmbito 2	19,96		0
Âmbito 3	Carregamentos externos	2,65	60%	1,06
	Resíduos	0,173	50%	0,09
	Viagens de negócio	77,229	50%	38,61
	Deslocações pendulares	1,495	60%	0,6
	Subtotal Âmbito 3	81,55		40,36
TOTAL		156,194	70,6%	45,94

As percentagens de redução atribuídas a cada fonte de emissão foram estimadas com base no potencial técnico de mitigação descrito na literatura, em regulamentos internacionais e em casos práticos de empresas comparáveis.

No caso da frota automóvel (âmbito 1), estimou-se uma redução de 90%, apoiada na eletrificação progressiva da frota e na otimização de rotas, em linha com o que a Agência Internacional de Energia (IEA, 2021) identifica como potencial de descarbonização para o setor. Para as emissões fugitivas, foi considerada uma redução de 70%, tendo por base a regulação europeia dos gases fluorados (Reg. (UE) 517/2014) (UE, 2014) e a substituição gradual de equipamentos por alternativas de baixo GWP.

Quanto ao consumo de eletricidade (âmbito 2), atribuiu-se uma redução de 100%, considerando a transição para energia com Garantia de Origem ou contratos PPA com produtores renováveis, conforme recomendado pelo *GHG Protocol* (WSBCD & WRI, 2015). Já

os carregamentos externos de viaturas elétricas, apesar de estarem parcialmente fora do controlo direto da empresa, foram considerados com uma redução de 60%, assumindo a sua substituição progressiva por carregamentos internos com energia limpa.

As emissões associadas à gestão de resíduos foram estimadas com 50% de redução, de acordo com os objetivos do PERSU 2030 (APA, 2022b) e as possibilidades de valorização e reciclagem. Para as viagens de negócio (especialmente voos), previu-se uma redução de 50%, apoiada em medidas como a substituição por videoconferência ou a seleção de voos mais eficientes, conforme sugerido pela ICAO (Organização da Aviação Civil Internacional) e pelo *GHG Protocol* (WRI & WBCSD, 2013). Finalmente, nas deslocações pendulares dos colaboradores, adotou-se uma meta de 60% de redução, com base na promoção de transporte público, partilha de boleias e regime híbrido de teletrabalho, alinhado com as recomendações da Agência Europeia do Ambiente (EEA, 2019).

Na Figura 29 é apresentado um gráfico onde é visível a projeção da redução das emissões da FAP até 2050, em que as áreas coloridas mostram a evolução das emissões por âmbito, a linha vermelha a tracejado indica a estimativa das emissões residuais (cerca de 46 tCO₂eq) e a linha preta pontilhada representa o objetivo de neutralidade carbónica (0 tCO₂eq).

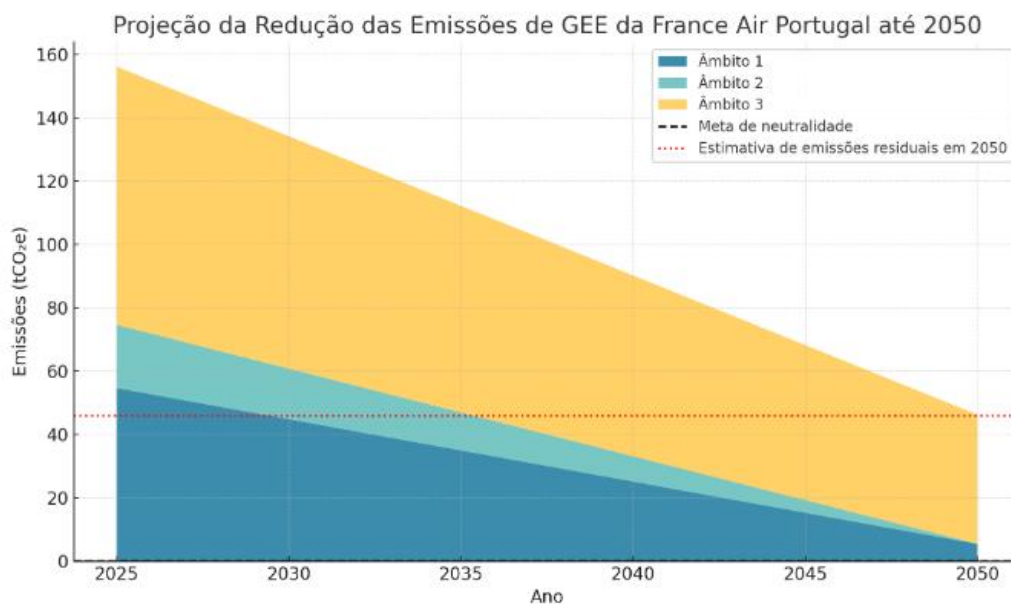


Figura 29 – Gráfico da projeção da Redução das Emissões de GEE da FAP até 2050

A trajetória para a neutralidade carbónica da France Air Portugal até 2050 revela-se tecnicamente viável, com potencial de redução superior a 70% das emissões de GEE, através da implementação faseada de medidas nos âmbitos 1, 2 e 3. A transição energética, a mobilidade sustentável, a seleção responsável de fornecedores e a digitalização de processos surgem como eixos fundamentais deste processo.

Resultados e Discussão

Ainda assim, mesmo após a aplicação das melhorias propostas, estima-se a permanência de cerca de 46 tCO₂eq em 2050, provenientes sobretudo de fontes residuais de difícil eliminação. Para atingir a neutralidade carbônica, será, por isso, necessário complementar as reduções com a compra voluntária de créditos de carbono certificados, garantindo a compensação total das emissões remanescentes.

Este passo final reforça a importância de um compromisso contínuo com a mitigação direta e posiciona a FAP como uma organização alinhada com os objetivos climáticos globais.

6. Conclusão

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões retiradas do trabalho desenvolvido, com base na análise da pegada carbónica da *France Air Portugal*. O capítulo está estruturado em duas secções principais. Na primeira, são sintetizados os resultados obtidos ao longo do estudo, destacando-se as fontes de emissão mais relevantes e as oportunidades de melhoria identificadas. Na segunda secção, são discutidas as limitações do trabalho realizado.

6.1. Conclusões finais

A aplicação das metodologias propostas pelo *GHG Protocol* permitiu quantificar, de forma estruturada e rigorosa, as emissões de GEE da FAP nos âmbitos 1, 2 e 3, considerando o período de 2022 a 2024. As principais fontes de emissão identificadas são:

- Âmbito 1: Emissões diretas provenientes da frota automóvel e perdas de gases refrigerantes;
- Âmbito 2: Emissões indiretas associadas ao consumo de eletricidade nos escritórios de Lisboa, Porto e Faro;
- Âmbito 3: Emissões indiretas relacionadas com viagens de negócio, gestão de resíduos, carregamentos de viaturas fora das instalações e deslocações pendulares dos colaboradores.

Os resultados evidenciam que, apesar da FAP não ser uma organização com atividade industrial intensiva, existem fontes relevantes de emissão associadas à mobilidade, energia e gestão de resíduos. A quantificação destas emissões permitiu identificar pontos críticos e propor medidas como a eletrificação da rota, o incentivo ao uso de transportes coletivos e a consciencialização interna para práticas mais sustentáveis.

Adicionalmente, o estudo reforça a relevância de uma abordagem proativa por parte da empresa face à futura obrigatoriedade legal de reporte de sustentabilidade, permitindo-lhe ganhar vantagem competitiva e demonstrar o seu compromisso ambiental junto de *stakeholders* e clientes.

6.2. Limitações e trabalhos futuros

Apesar dos resultados obtidos serem relevantes, o estudo apresenta algumas limitações. A principal prende-se com a disponibilidade e fiabilidade dos dados fornecidos, sobretudo no que respeita às deslocações dos colaboradores e viagens de negócio. Parte das estimativas basearam-se em inquéritos ou extrapolações, o que poderá introduzir alguma margem de erros nos valores finais.

Outra limitação reside na dificuldade de acesso a dados detalhados da cadeia de valor, o que impediu a análise mais aprofundada de outras categorias do âmbito 3, como bens adquiridos ou serviços contratados.

Como trabalhos futuros sugere-se:

- A integração de sistemas automáticos de monitorização de consumos e emissões, para aumentar a precisão dos dados;
- A repetição anual do inventário, permitindo acompanhar a evolução da pegada carbónica e o impacto das medidas implementadas;
- A análise da pegada carbónica de produtos comercializados pela FAP, com base na metodologia ACV.

A continuidade deste trabalho será essencial para que a empresa avance de forma sólida e informada rumo à transição climática e à neutralidade carbónica.

Referências

- Abreu, M. C. S. de, Webb, K., Araújo, F. S. M., & Cavalcante, J. P. L. (2021). From “business as usual” to tackling climate change: Exploring factors affecting low-carbon decision-making in the canadian oil and gas sector. *Energy Policy*, *148*, 111932. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2020.111932>
- Adam Matysiak. (2024). *Case Study: Amsterdam Standard’s Carbon Footprint Initiative*.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (n.d.). *Acordo de Paris*. Retrieved December 15, 2024, from <https://apambiente.pt/clima/acordo-de-paris>
- Airvance Group. (n.d.). *Our Group*. Retrieved December 8, 2024, from <https://airvancegroup.com/en/our-group/>
- APA. (2022a). *Guia eletrónica de Acompanhamento de Resíduos (e-GAR)*.
- APA. (2022b). Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos – PERSU 2030. *República Portuguesa – Ministério Do Ambiente e Da Ação Climática*. <https://apambiente.pt/residuos/plano-estrategico-para-os-residuos-urbanos-persu>
- APA. (2024). *Fator de emissão da eletricidade 2024*.
- APCER. (n.d.). *Pegada de Carbono*. Retrieved December 28, 2024, from <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/174/pegada-de-carbono>
- Assembleia da República. (2021). Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro – Lei de Bases do Clima. *Diário Da República*.
- Azarkamand, S., Ferré, G., & Darbra, R. M. (2020). Calculating the Carbon Footprint in ports by using a standardized tool. *Science of The Total Environment*, *734*, 139407. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.139407>
- Bauen mit Backstein. (2016). *Environmental Product Declaration*.
- BIER. (2012). *Research on the Carbon Footprint of Bottled Water*.
- Boggini, C. (2024). Reporting cybersecurity to stakeholders: A review of CSRD and the EU cyber legal framework. *Computer Law and Security Review*, *53*. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2024.105987>
- BSI. (2011). *PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*.
- BSI, WBCSD, & WRI. (n.d.). *QUANTIFYING THE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF PRODUCTS PAS 2050 & the GHG Protocol Product Standard*. Retrieved June 7, 2025, from <http://www.ghgprotocol.org/standards>
- Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E., & Arango, S. (2023). Assessing the carbon footprint of a Colombian University Campus using the UNE-ISO 14064–1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(2), 3980–3996. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22119-4>
- Carbon Trust, & DEFRA. (2008). *Guide to PAS 2050 - How to Assess the Carbon Footprint of Goods and Services*.

Referências

- Carbonology. (n.d.). *GHG Protocol vs ISO 14064: Key Differences Explained*. Retrieved December 29, 2024, from <https://carbonologyhub.com/ghg-protocol-vs-iso-14064-key-differences-explained/>
- CEN. (2019). *EN 15804:2012+A2:2019 – Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*.
- Conselho Europeu, & Conselho da União Europeia. (n.d.-a). *Acordo de Paris sobre as alterações climáticas*. Retrieved December 15, 2024, from <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/paris-agreement-climate/>
- Conselho Europeu, & Conselho da União Europeia. (n.d.-b). *Pacto Ecológico Europeu*. Retrieved December 8, 2024, from <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/green-deal/>
- DEFRA. (2022). *UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting*.
- DEFRA. (2023). *UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting*.
- DEFRA. (2024). *UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting*.
- Dias, A. C., & Arroja, L. (2012). Comparison of methodologies for estimating the carbon footprint – case study of office paper. *Journal of Cleaner Production*, 24, 30–35. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2011.11.005>
- du Plessis, M., van Eeden, J., & Goedhals-Gerber, L. (2022). Carbon mapping frameworks for the distribution of fresh fruit: A systematic review. *Global Food Security*, 32, 100607. <https://doi.org/10.1016/J.GFS.2021.100607>
- E. Rees, W., Wackernagel, M., & Testemale, P. (1996). *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*.
- EEA. (2019). *The first and last mile-the key to sustainable urban transport Transport and environment report 2019*.
- EPA. (2014). *Greenhouse Gas Inventory Guidance: Fugitive Emissions*. www.epa.gov/climateleadership.
- EPA. (2022). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=ae265d7d6f98ec86fcd8640b9793a3f6&mc=true&node=pt40.23.98&rgn=div5#ap40.23.98_19.1
- EPA. (2023). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>
- EPA. (2024). *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>
- EU. (n.d.). *Regime de comércio de licenças de emissão da UE*. Retrieved December 8, 2024, from <https://eur-lex.europa.eu/PT/legal-content/summary/eu-emissions-trading-system.html>
- Finkbeiner, M., Inaba, A., Tan, R. B. H., Christiansen, K., & Klüppel, H. J. (2006). The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(2), 80–85. <https://doi.org/10.1065/LCA2006.02.002/METRICS>
- France Air Portugal. (n.d.-a). *Airvance Group*. Retrieved December 8, 2024, from <https://www.france-air.pt/sobre-nos/airvance-group/>
- France Air Portugal. (n.d.-b). *Equipa & Serviços*. Retrieved December 8, 2024, from <https://www.france-air.pt/sobre-nos/equipa-e-servicos/>
- France Air Portugal. (n.d.-c). *História, Missão & Valores*. Retrieved December 8, 2024, from <https://www.france-air.pt/sobre-nos/historia-missao-valores/>
- Garcia, R., & Freire, F. (2014). Carbon footprint of particleboard: A comparison between ISO/TS 14067, GHG Protocol, PAS 2050 and Climate Declaration. *Journal of Cleaner Production*, 66, 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.073>

Referências

- GHG Protocol. (2005). *Calculating HFC and PFC Emissions from the Manufacturing, Installation, Operation and Disposal of Refrigeration & Air-conditioning Equipment (Version 1.0)*.
- Goran D. Putnik, & Paulo Ávila. (2016). Governance and Sustainability (Special Issue Editorial). *International Journal of Industrial and Systems Engineering, Vol. 24, No. 2*, 137–143.
- Great Place To Work. (n.d.). *France Air Portugal*. Retrieved December 8, 2024, from <https://www.greatplacetowork.pt/empresas-certified/comercio-distribuicao/france-air>
- Green, J. F. (2010). Private standards in the climate regime: The greenhouse gas protocol. *Business and Politics, 12*(3). <https://doi.org/10.2202/1469-3569.1318>
- GreenView. (n.d.). *Hotel Footprint Tool*. Retrieved June 8, 2025, from <https://www.hotelfootprints.org/>
- Han Kim, Y., Deng, S., Maani, T., Mathur, N., Triebe, M. J., & Sutherland, J. W. (2024). Developing manufacturing-relevant indicators for assessing long-run circularity of a product's life cycle. *Manufacturing Letters, 41*, 1652–1658. <https://doi.org/10.1016/J.MFGLET.2024.09.192>
- Harangozo, G., & Szigeti, C. (2017). Corporate carbon footprint analysis in practice – With a special focus on validity and reliability issues. *Journal of Cleaner Production, 167*, 1177–1183. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.07.237>
- Hertwich, E. G., & Wood, R. (2018). The growing importance of scope 3 greenhouse gas emissions from industry. *Environmental Research Letters, 13*(10), 104013. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/AAE19A>
- Houghton, J. (2015). *Global Warming: The complete briefing*.
- Hyrnsalmi, S., Münch, J., Smolander, K., & Melegati, J. (2023). Software Business. In *Proceedings*.
- IEA. (2021). *Global EV Outlook 2021 Accelerating ambitions despite the pandemic*. www.iea.org/t&c/
- IPCC. (2013a). *CLIMATE CHANGE 2013: The Physical Science Basis*.
- IPCC. (2013b). *CLIMATE CHANGE 2013 The Physical Science Basis*.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014 Synthesis Report*.
- ISO. (2006a). *ISO 14040:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*.
- ISO. (2006b). *ISO 14044:2006 - Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*.
- ISO. (2018a). *ISO 14064-1 Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*.
- ISO. (2018b). *ISO 14067:2018 - Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification*.
- ISO. (2019a). *ISO 14064-2:2019 Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements*.
- ISO. (2019b). *ISO 14064-3:2019 Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements*.
- João Francisco Nascimento Sarmiento. (2024). *Cálculo da Pegada de Carbono de uma Empresa Fornecedora de Componentes de Borracha para a Indústria Automóvel*. Universidade do Minho.
- Jornal Oficial da União Europeia. (2005). *INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS PARA O PREENCHIMENTO DOS DOCUMENTOS DE NOTIFICAÇÃO E DE ACOMPANHAMENTO*.
- M. Chodkowska-Miszczuk, J., & Lewandowska, A. (2024). *Cities facing the European green deal: Urban policy and locals' perspective in the post-socialist area*.

Referências

- Mark N.K. Saunders, Philip Lewis, & Adrian Thornhill. (2023). *Research Methods for Business Students*.
- Ministério do Ambiente e da Transição Energética. (2019). Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC 2050): O contributo de Portugal para a neutralidade carbónica da União Europeia. *Governo de Portugal*.
- msg global Sustainability Team. (2024, May 23). *Complementary Frameworks for Greenhouse Gas Accounting: GHG Protocol vs. ISO 14064*. <https://www.msg-global.com/blog-item/ghg-protocol-vs-iso-14064>
- Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: Current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1–4), 135–160. <https://doi.org/10.1007/S10661-010-1678-Y/METRICS>
- Parlamento Europeu, & Conselho da União Europeia. (2003). *DIRETIVA 2003/87/CE*.
- Parlamento Europeu, & Conselho da União Europeia. (2012). *DIRETIVA 2012/27/UE*.
- Parlamento Europeu, & Conselho da União Europeia. (2014). *DIRETIVA 2014/95/UE*.
- Parlamento Europeu, & Conselho da União Europeia. (2018). *DIRETIVA (UE) 2018/ 2002*.
- Parlamento Europeu, & Conselho da União Europeia. (2022). *DIRETIVA (UE) 2022/2464*.
- Parlamento Europeu, & Conselho da União Europeia. (2023). *DIRETIVA (UE) 2023/1791*.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (2021). Lei Europeia do Clima - Regulamento (UE) 2021/1119 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de junho de 2021. *Jornal Oficial Da União Europeia (JOUE)*.
- Peters, G. P. (2010). Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(4), 245–250. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2010.05.004>
- Roy, P., Nei, D., Orikasa, T., Xu, Q., Okadome, H., Nakamura, N., & Shiina, T. (2009). A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. In *Journal of Food Engineering* (Vol. 90, Issue 1, pp. 1–10). <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.06.016>
- Subramaniam, N., Akbar, S., Situ, H., Ji, S., & Parikh, N. (2023). Sustainable development goal reporting: Contrasting effects of institutional and organisational factors. *Journal of Cleaner Production*, 411, 137339. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.137339>
- Travel Math. (n.d.). *Travel Math*. Retrieved June 12, 2025, from <https://www.travelmath.com/>
- UE. (2014). Regulamento (UE) n. ° 517/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de abril de 2014 , relativo aos gases fluorados com efeito de estufa. *Jornal Oficial Da União Europeia*.
- United Nations. (n.d.). *O Acordo de Paris*. Retrieved December 15, 2024, from https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAmfq6BhAsEiwAX1jsZySFNdcODGUAHycnGJG80Q4sKaRrh4TGsIBBNbmeEWxQSN-zqzfQxoCZ-kQAvD_BwE
- Wang, S., Wang, W., & Yang, H. (2018). Comparison of product carbon footprint protocols: Case study on medium-density fiberboard in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph15102060>
- WBCSD, & WRI. (2004). *A Corporate Accounting and Reporting Standard*.
- WBCSD, & WRI. (2011a). *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*.
- WBCSD, & WRI. (2011b). *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*.
- WBCSD, & WRI. (2014). *Mitigation Goal Standard*.
- Wintergreen, J., & Delaney, T. (n.d.). *ISO 14064, International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification*.
- WRI. (n.d.). *GHG Protocol:Scope 2 guidance*.
- WRI, & WBCSD. (2013). *Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions*.
- WBCSD, & WRI. (2015). *GHG Protocol Scope 2 Guidance*.

Referências

Wu, P., Xia, B., & Wang, X. (2015). The contribution of ISO 14067 to the evolution of global greenhouse gas standards—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 47*, 142–150. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.02.055>

Referências

Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

NOME: Ana Rita Barradas Tato

ISEP, Porto, 12 de junho de 2025

Apêndice A – Âmbito 1

Emissões diretas de combustão móvel

Na Tabela A 1 são apresentados os valores de distância mensal e anual para todas as viaturas da locadora 1.

Tabela A 1 - Distância mensal e anual, em km, para as viaturas da locadora 1

Viatura	Distância mensal (km)	2020	2021	2022	2023	2024
1	4167	12500	0	0	0	0
2	2447	29368	29368	29368	29368	2442
3	2549	0	0	0	12745	30588
4	3095	9286	37143	37143	37143	24762
5	2566	30789	30789	30789	30789	10263
6	1958	23493	23493	23493	21535	0
7	2816	33789	33789	33789	33789	14079
8	5000	0	45000	60000	60000	20000
9	2373	28480	28480	28480	28480	9493
10	2386	14318	28636	28636	28636	11932
11	2575	30904	30904	30904	30904	0
12	1855	22263	22263	22263	22263	9276

Na Tabela A 2, são apresentados os valores de emissões obtidos para cada viatura da locadora 1 por ano.

Tabela A 2 - Emissões, em tCO₂eq, de cada viatura da locadora 1 por ano

Viatura	2022	2023	2024
1	0,000	0,000	0,000
2	2,996	2,996	0,249
3	0,000	1,823	4,374
4	4,531	4,531	3,021
5	3,141	3,141	1,047
6	2,396	2,197	0,000
7	3,447	3,447	1,436
8	7,140	7,140	2,380
9	2,905	2,905	0,968
10	3,780	3,780	1,575
11	3,461	3,461	0,000
12	2,271	2,271	0,946

Na Tabela A 3 apresenta-se a distância anual percorrida por cada veículo da locadora 2.

Tabela A 3 - Distância anual, em km, percorrida pelas viaturas da locadora 2

Viatura	2020	2021	2022	2023	2024
1	0	0	0	0	30195,917
2	0	0	0	0	8888,833
3	0	0	0	0	8888,833
4	0	0	0	0	25098
5	0	0	0	0	6274,500
6	0	0	0	0	11764,500
7	0	0	0	0	5882,333
8	0	0	0	0	28235,250
9	0	0	0	0	18823,500
10	0	0	0	0	28235,250
11	0	0	0	24705,333	42352
12	26616	26616	26616	26616	26616
13	11268	11268	11268	11268	11268
14	30624	30624	30624	30624	30624
15	16260	16260	16260	16260	16260

Na Tabela A 4 são apresentados os valores de emissões obtidos para cada viatura da locadora 2 por ano.

Tabela A 4 - Emissões, em tCO₂eq, de cada viatura da locadora 2 por ano

Viatura	2022	2023	2024
1	0,000	0,000	3,714
2	0,000	0,000	0,960
3	0,000	0,000	0,960
4	0,000	0,000	2,711
5	0,000	0,000	0,678
6	0,000	0,000	1,271
7	0,000	0,000	0,635
8	0,000	0,000	3,078
9	0,000	0,000	2,052
10	0,000	0,000	3,078
11	0,000	3,311	5,675
12	3,167	3,167	3,167
13	1,566	1,566	1,566
14	5,665	5,665	5,665
15	2,911	2,911	2,911

Emissões diretas fugitivas

Na Tabela A 5 são apresentados os valores de emissões anuais obtidas para cada equipamento

Tabela A 5 - Emissões anuais por equipamento

Equipamentos	Emissões (tCO ₂ eq)		
	2022	2023	2024
1	0,0285	0,0276	0,0268
2	0,2734	0,2652	0,2573
3	0,2734	0,2652	0,2573
4	0,0108	0,0105	0,0102
5	0,0108	0,0105	0,0102
6	0	0	0,000051
7	0	0	0,0038475
8	0	0	0,0010125

Apêndice B – Âmbito 3

Emissões de eliminação de resíduos

Na Tabela B 1 são apresentados os valores de emissões obtidos para cada tipo de material para os três anos em estudo.

Tabela B 1 - Emissões para cada tipo de material

Ano	Abate	Materiais	Quantidade (ton)	Tratamento	Categoria material (EPA)	Fator de emissão (tCO2eq/t)	Emissões GEE (tCO2eq)
2022	1	Alumínio (Metais não ferrosos)	0,06	R12	Aluminium Cans	0,06	0,004
		Metais ferrosos	0,52	R12	Steel Cans	0,32	0,166
	2	Papel e Cartão	3,3	R13	Mixed Paper (general)	0,07	0,231
		Papel e Cartão	0,7	R13	Mixed Paper (general)	0,07	0,049
	3	Alumínio (Metais não ferrosos)	0,1	R12	Aluminium Cans	0,06	0,006
		Metais ferrosos	0,48	R12	Steel Cans	0,32	0,154
	4	Alumínio (Metais não ferrosos)	0,1	R12	Aluminium Cans	0,06	0,006
		Metais ferrosos	0,4	R12	Steel Cans	0,32	0,128
	5	Alumínio (Metais não ferrosos)	0,04	R12	Aluminium Cans	0,06	0,002
		Metais ferrosos	0,18	R12	Steel Cans	0,32	0,058
2023	6	Metais ferrosos	0,2	R12	Steel Cans	0,32	0,064
	7	Metais ferrosos	0,3	R12	Steel Cans	0,32	0,096
	8	Alumínio (Metais não ferrosos)	0,08	R12	Aluminium Cans	0,06	0,005
		Metais ferrosos	0,6	R12	Steel Cans	0,32	0,192
		Plásticos	0,02	R13	Mixed Plastics	0,22	0,004
2024	9	Papel e Cartão	0,28	R13	Mixed Paper (general)	0,07	0,020
		Equipamentos elétricos/eletrônicos fora de uso	0,32	R12	Mixed Electronics	0,02	0,006
		Equipamentos elétricos/eletrônicos fora de uso	0,54	R12	Mixed Electronics	0,02	0,011
		Equipamentos elétricos/eletrônicos fora de uso	0,6	R12	Mixed Electronics	0,02	0,012
	10	Metais ferrosos	0,1	R12	Steel Cans	0,32	0,032
		Equipamentos elétricos e eletrônicos fora de uso	0,12	R12	Mixed Electronics	0,02	0,002
		Metais ferrosos	0,28	R12	Steel Cans	0,32	0,090

Viagens de negócio

Na Tabela B 2 são apresentadas, resumidamente, as informações relativas aos voos de negócios realizados pela FAP.

Tabela B 2 - Informações sobre os voos de negócio

Ano	Mês	Partida	Destino	Distância estimada (km)	Nº pessoas
2022	Janeiro	Lisboa	Lyon	1391	4
	Fevereiro	Lisboa	Luanda	5752	3
		Lisboa	Ponta Delgada/ Terceira	1616	1
		Lisboa	Ponta Delgada	1450	2
	Março	Faro	Porto	463	2
		Porto	Funchal	1198	4
		Porto	Paris	1214	2
	Abril	Porto	Copenhaga	2234	1
		Lisboa	Madrid	503	1
		Lisboa	Luanda	5752	2
	Maio	Lisboa	Vienna-Austria	2303	2
		Lisboa	Madrid	503	1
		Lisboa	Bulgária	2897	3
		Madrid	Lisboa	503	1
	Junho	Lisboa	Genebra	1504	5
		Porto	Frankfurt	1670	1
		Lisboa	Frankfurt	1893	1
		Lisboa	Milão	1686	4
	Julho	Lisboa	Las Palmas	1314	2
	Setembro	Porto	Funchal	1198	2
		Lisboa	Funchal	974	1
		Lisboa	Lyon	1391	1
		Faro	Porto	463	1
		Lisboa	Luanda	5752	1
		Lisboa	Bogotá	7520	2
	Outubro	Lisboa	Veneza	1918	4
		Porto	Veneza	1759	1
Porto		Paris	1214	1	
Lisboa		Madrid	503	1	
Porto		Madrid	422	1	
Lisboa		São Miguel - Açores	1450	1	
Lisboa		Maputo	8375	2	
Novembro	Bruxelas	Veneza	843	1	

Apêndice B

		Veneza	Lisboa	1918	1
		Lisboa	Veneza	1918	1
		Lisboa	Bruxelas	1712	2
		Lisboa	Lyon	1391	2
		Lisboa	Luanda	5752	2
		Porto	Paris	1214	1
		Porto	Faro	463	1
		Lisboa	Funchal	974	1
	Dezembro	Porto	Copenhaga	2234	1
	Lisboa	Copenhaga	2480	1	
2023	Janeiro	Lisboa	Turquia-unes	3792	3
		Lisboa	Geneva	1504	2
	Fevereiro	Lisboa	Ponta Delgada/ Terceira	1616	1
		Lisboa	Ponta Delgada	1450	2
		Lisboa	Las Palmas/ Tenerife	1451	1
		Lisboa	Las Palmas	1314	1
	Março	Luanda	Maputo	2789	1
		Maputo	Lisboa	8375	1
		Lisboa	Frankfurt	1893	8
		Porto	Frankfurt	1670	1
		Porto	Funchal	1198	2
		Porto	Stansted	1371	5
	Abril	Porto	Lyon	1202	1
		Lisboa	Funchal	974	2
		Lisboa	Madrid	503	3
	Maio	Porto	Vienna-Austria	2119	2
		Lisboa	Marselha	1319	3
		Lisboa	Veneza	1918	11
		Madeira	Veneza	2866	1
		Lisboa	Ankara-Turquia	3590	1
		Faro	Lisboa	216	1
		Lisboa	Faro	216	1
	Junho	Lisboa	Brest	1139	1
		Madrid	Lisboa	503	1
		Lisboa	Ankara-Turquia	3590	1
		Lisboa	Porto	274	1
		Porto	Sevilha	475	1
		Málaga	Porto	611	1
		Lisboa	Paris	1454	2
	Setembro	Faro	Porto	463	1
		Porto	Lisboa	274	1
		Málaga	Porto	611	1
Lisboa		Ponta Delgada	1450	1	

	Outubro	Porto	Funchal	1198	2
		Lisboa	Macau	10988	1
		Porto	Macau	10790	1
		Porto	Islândia	2721	1
		Lisboa	Islândia	2980	1
		Porto	Faro	463	1
		Porto	Lisboa	274	1
		Lisboa	Luanda	5752	1
		Maputo	Lisboa	8375	1
	Novembro	Luanda	Lisboa	5752	2
		Madrid	Lisboa	503	2
		Lisboa	Luanda	5752	3
		Lisboa	Paris	1454	1
		Porto	Madrid	422	4
		Lisboa	Madrid	503	3
		Lisboa	Lyon	1391	3
	2024	Janeiro	Lisboa	Luanda	5752
Lisboa			Ponta Delgada	1450	2
Lisboa			Ponta Delgada	1450	2
Ponta Delgada			Terceira	166	2
Terceira			Lisboa	1555	2
Porto			Ponta Delgada	1555	1
Porto			Funchal	1198	3
Fevereiro		Faro	Lisboa	216	1
		Porto	Madrid	422	1
		Lisboa	Bordéus	983	2
		Lisboa	Luanda	5752	2
		Porto	Veneza	1759	1
		Lisboa	Veneza	1918	2
Março		Porto	Milão	1518	3
		Lisboa	Milão	1686	1
Abril		Lisboa	Vienna-Austria	2303	4
		Porto	Funchal	1198	2
		Porto	Sevilha	475	1
		Lisboa	Luanda	5752	2
		Porto	Copenhaga	2234	1
		Lisboa	Las Palmas	1314	1
		Las Palmas	Tenerife Sul	117	1
		Tenerife Sul	Lisboa	1376	1
Maio		Lisboa	Bruxelas	1712	4
		Porto	Bruxelas	1467	1
		Lisboa	Luanda	5752	3
Junho		Lisboa	Las Palmas	1314	2

Apêndice B

		Porto	Funchal	1198	1	
		Lisboa	Estugarda	1843	2	
		Lisboa	Cracóvia	2613	3	
	Julho		Porto	Sófia	2639	1
			Lisboa	Sófia	2760	1
			Lisboa	Barcelona	1008	2
			Lisboa	Genebra	1504	1
			Lisboa	Funchal	974	2
			Faro	Porto	463	1
			Lisboa	Luanda	5752	2
	Setembro		Porto	Ponta Delgada	1555	1
			Lisboa	Madrid	503	1
			Lisboa	Ponta Delgada/Terceira	1616	1
			Porto	Vilnius	2907	1
			Lisboa	Vilnius	3128	1
			Lisboa	Austria	2056	1
			Porto	Colónia	1618	1
			Porto	Funchal	1198	1
			Madrid	Lisboa	503	1
			Lisboa	Funchal	974	1
			Outubro		Lisboa	Madrid
	Lisboa	Ruanda			6032	2
	Porto	Funchal			1198	1
	Novembro		Porto	Lyon	1202	1
			Lisboa	MunIQUE	1967	4
			Lisboa	Maputo	8375	1
			Lisboa	Bruxelas	1712	4
Lisboa			Lyon	1391	3	
Lisboa			Istambul	3244	1	
Lisboa			Istambul	3244	1	
Luanda			Lisboa	5752	1	
Lisboa			Ponta Delgada / Terceira	1616	1	
Lisboa			Funchal	974	3	
Dezembro		Lisboa	Lyon	1391	2	
		Lisboa	Funchal	974	1	

Na Tabela B 3 encontram-se os valores das emissões anuais relativas às estadias dos colaboradores da FAP, por país.

Tabela B 3 - Emissões anuais das estadias por país

País	Emissões (tCO ₂ eq)		
	2022	2023	2024
Alemanha	0,0000792	0,0002244	0,0001848
Angola	0,000272	0,0000816	0,0001496
Áustria	0,0000103	0	0
Bruxelas	0	0	0,0000488
Colômbia	0,000068	0	0
Dinamarca	0,0000236	0	0,0000118
Espanha	0,000287	0,001127	0,001463
França	0,0000335	0,0000335	0,0000067
Islândia	0	0,0001392	0
Itália	0,0000572	0	0,0000572
Lituânia	0	0	0,0000428
Moçambique	0	0,0001155	0,0000462
Portugal	0,0047466	0,0066511	0,0055963
Ruanda	0	0	0,000114
Turquia	0	0,0002304	0,0000768

De seguida, é apresentado o formulário elaborado para determinar a distância casa-trabalho dos colaboradores da *France Air Portugal*, assim como a frequência com que vão ao escritório.

Deslocações casa-trabalho

Este formulário tem como objetivo recolher informação sobre a distância percorrida na deslocação casa-trabalho de cada colaborador. Esta informação será utilizada para me auxiliar no desenvolvimento da tese que estou a desenvolver que consiste no cálculo da Pegada Carbónica da France Air Portugal. Agradeço a colaboração de todos, de forma a obter o maior número de dados possível. Obrigada!

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. 1.Nome (Primeiro e último) *

2. 2. Qual o meio de transporte que utilizas para te deslocares para o trabalho? *

Marcar apenas uma oval.

Carro da empresa

Avançar para a secção 4 (Obrigada pela colaboração! Não precisas de responder a mais perguntas :))

Carro próprio

Mota

De boleia com outro colaborador

Avançar para a secção 4 (Obrigada pela colaboração! Não precisas de responder a mais perguntas :))

Outra: _____

Secção sem título

3. 3. Qual o tipo de combustível utilizado? *

Marcar apenas uma oval.

Gasolina

Gasóleo

Elétrico

Híbrido

Gás

Outra: _____

Secção sem título

4. 4. Qual o local onde inicia o trajeto para o trabalho? (Freguesia e Concelho) *

5. 5. Quantos quilómetros (aproximadamente) fazes no trajeto até ao trabalho?

6. 6. Com que frequência vais ao escritório? *

* Indique o número de dias por semana ou por mês (ex: 5 dias/sem ou dias/mês).

Obrigada pela colaboração! Não precisas de responder a mais perguntas :)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários