

ADRIANA SOFIA RAMOS PIRES

PEGADA DE CARBONO NO MUNICÍPIO DE FARO



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Faculdade de Ciências e Tecnologia

2017

ADRIANA SOFIA RAMOS PIRES

PEGADA DE CARBONO NO MUNICÍPIO DE FARO

Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente

Trabalho efetuado sob a orientação de: Prof. Doutor Luís Miguel Nunes



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Faculdade de Ciências e Tecnologia

2017

PEGADA DE CARBONO NO MUNICÍPIO DE FARO

Declaração da Autoria de Trabalho

Declaração de autoria de trabalho: Declaro ser a autora deste trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.

© **Copyright** Adriana Sofia Ramos Pires

A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicitar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de o divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer em primeiro lugar aos meus pais, porque sem eles eu não era a pessoa que sou hoje e não conseguiria chegar onde cheguei. Queria agradecer também aos meus colegas que estiveram comigo ao longo deste percurso que nem sempre foi fácil, mas conseguimos. Um especial obrigado aos amigos mais próximos que sempre acreditaram em mim e que me deram força para continuar e nunca me deixaram desistir. Um obrigado ao meu orientador pela paciência comigo e por todo o apoio. Queria também agradecer ao Ricardo Nogueira que me ajudou na primeira fase da dissertação e me corrigiu alguns erros. Agradeço também ao Fábio Vitória que me incentivou a acabar o curso e não me deixou desistir.

Obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão da mesma.

“Podes cortar todas as flores, mas não podes impedir a Primavera de aparecer”.

Pablo Neruda, poeta

RESUMO

A pegada de carbono mede a quantidade total de emissões de GEE que são emitidos de forma direta ou indireta para a atmosfera. A pegada varia de habitante para habitante de um município, já que cada indivíduo tem um tipo de alimentação, forma de cozinhar, utiliza diferentes transportes e equipamentos consumidores de energia. Neste estudo será quantificada a pegada de carbono na distribuição de água potável, gestão de águas residuais, eletricidade, transportes (rodoviários, ferroviários, aéreos e marítimos). Com isto verifica-se que os transportes rodoviários, com 97 108 ton CO_{2e}, são o setor que mais contribui para o aumento da pegada de carbono em Faro, seguido da eletricidade com 82 457 ton CO_{2e}. Os transportes aéreos são o setor com menores emissões, isto porque apenas foram contabilizadas as emissões de monóxido de carbono para a população em Faro.

Em 2013, Faro era responsável pela emissão de 203 015 ton CO_{2e} o que corresponde a uma pegada de 3,14 ton CO_{2e} *per capita*, existem várias formas de diminuir esta pegada, como por exemplo, a utilização de transportes públicos, bicicleta e circuitos a pé. A utilização de equipamentos de classe económica também são uma forma de diminuir as emissões excessivas. A substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas económicas também é uma boa forma de diminuir essas emissões, entre outras.

Palavras-chave: pegada, carbono, dióxido, Faro, município.

ABSTRACT

The carbon footprint measures the total amount of greenhouse gas emissions that are emitted directly or indirectly into the atmosphere. The footprint varies from inhabitant to inhabitant of a municipality, since each individual has a type of food, how to cook, uses different transport and equipment consuming energy. This study will quantify the carbon footprint in the distribution of drinking water, wastewater management, electricity, transportation (road, rail, air and sea). It showed that road transport, with 97 108 ton CO₂e, is the sector that contributes most to the increase of the carbon footprint in Faro, followed by electricity with 82 457 ton CO₂e. Air transport is the sector with the lowest emissions, because only carbon monoxide emissions were accounted for the population in Faro.

In 2013, Faro was responsible for the emission of 203 015 tonnes CO₂e corresponding to a footprint of 3.14 ton CO₂e per capita. There are several ways to reduce this footprint, such as the use of public transport, bicycle and commute by walking. The use of economy class equipment is also a way to reduce excessive emissions. Replacing incandescent bulbs with inexpensive bulbs is also a good way to reduce these emissions, among others.

Keywords: footprint, carbon, dioxide, Faro, city.

ÍNDICE

Resumo	v
Abstract	vi
Índice de figuras.....	ix
Índice de tabelas.....	xi
ABREVIATURAS	xiii
1. Objetivos da dissertação	1
2. Fundamentos teóricos.....	1
2.1. Indicadores ambientais	4
2.2. Pegada de carbono.....	4
2.2.1. Evolução da pegada de carbono	5
2.2.2. Métodos de cálculo da pegada de carbono.....	8
2.2.3. Cálculo da pegada de carbono em municípios	11
2.3 Pacto das Autarquias	14
2.4. Plano de Mobilidade e transportes	15
3. Metodologia	16
3.1. Água potável	18
3.2. Gestão de águas residuais	18
3.3. Eletricidade	19
3.4. Gestão de resíduos.....	19
3.5. Transportes.....	19
3.5.1. Transportes rodoviários.....	20
3.5.2. Transportes ferroviários	20
3.5.3. Transportes aéreos	22
3.5.4. Transportes marítimos	22
3.5.5. Conversão das emissões de CO ₂ , N ₂ O e CH ₄ em CO _{2e}	23

4. Estudo de caso.....	24
4.1. Água para consumo	25
4.2. Águas residuais	25
4.3. Eletricidade	26
4.4. Resíduos.....	26
4.5. Transportes.....	26
4.5.1. Transportes rodoviários.....	27
4.5.2. Transportes ferroviários	28
4.5.3. Transportes aéreos	35
4.5.4. Transportes marítimos	36
5. Resultados e discussão.....	37
5.1. Água potável	37
5.2. Drenagem e tratamento de águas residuais	39
5.3. Eletricidade	40
5.4. Resíduos.....	45
5.5. Transportes.....	46
5.5.3. Transportes aéreos	51
5.5.4. Transportes marítimos	52
6. Emissões totais.....	53
Referências	56
Anexos.....	62
Anexo A – Fundamentos teóricos	63
Anexo B – Metodologia	64
Anexo C – Resultados e discussão	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução das emissões anuais de GEE entre 1970 e 2010 (Pachauri et al., 2014).....	1
Figura 2 – Emissões de GEE e setor económico em 2010 (Pachauri, 2014).	2
Figura 3 – Impactes das alterações climáticas a nível regional (Pachauri et al., 2014). 3	
Figura 4 – Emissões de dióxido de carbono global, por região, entre 1990 e 2011 (EPA, 2014).....	6
Figura 5 – Emissões totais de Dióxido de Carbono no consumo de energia, em 2014 (EIA, 2014).	6
Figura 6 – Enquadramento do município de Faro na região Algarvia (CMF, 2014)....	24
Figura 7 – Freguesias do município de Faro (CMF, 2014).	24
Figura 8 – Localização da estação ferroviária (CMF, 2014).....	28
Figura 9 – Localização do apeadeiro do Bom João (CMF, 2014).....	29
Figura 10 – Rotas dos serviços da CP.	30
Figura 11 – Projeto de ligação da linha ferroviária ao aeroporto de Faro (CMF, 2014)	31
Figura 12 – Demonstração dos troços estudados para eletrificação da linha do Algarve (REFER, 2017).....	31
Figura 13 – Localização do Aeroporto Internacional de Faro (CMF, 2014).....	35
Figura 14 – Pegada de carbono referentes ao abastecimento de água para consumo, no concelho de Faro.	37
Figura 15 – Pegada de carbono relativamente às águas residuais, no concelho de Faro.	39
Figura 16 – Pegada de carbono do consumo de eletricidade nas residências, vias públicas e edifícios do Estado, no concelho de Faro.....	40
Figura 17 – Pegada de carbono no consumo de energia elétrica, no concelho de Faro, em 2013.....	43
Figura 18 – Pegada de carbono dos resíduos, no concelho de Faro.	45
Figura 19 – Pegada de carbono dos transportes rodoviários, no concelho de Faro.	47
Figura 20 – Pegada de carbono dos transportes ferroviários, cenário base, no concelho de Faro.	49

Figura 21 – Pegada de carbono dos transportes ferroviários, através da eletrificação da linha algarvia (cenário alternativo).....	50
Figura 22 – Pegada de carbono dos transportes marítimos, no concelho de Faro.....	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global (100 anos) para o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso (Pachauri et al., 2007).....	5
Tabela 2 – Emissões de CO _{2e} totais, população e emissões de CO _{2e} per capita, no consumo de energia, em 2014 (EIA, 2014).	7
Tabela 3 – Pegada de carbono per capita, de Portugal, entre 2005 e 2014, tendo em conta o dióxido de carbono, óxido nitroso e o metano (PORDATA, 2017a).	7
Tabela 4 – Número de habitantes nos diversos municípios em estudo (Ramachandra, et al., 2015).	11
Tabela 5 – Pegada de carbono de vários municípios na Índia nos diversos setores, em 2009 (Ramachandra et al., 2015).	12
Tabela 6 – Fatores de emissão e poder calorífico inferior dos combustíveis.	16
Tabela 7 – Fatores de emissão necessários para o estudo.	17
Tabela 8 – Perdas associadas ao abastecimento da água à população do concelho de Faro (FAGAR, 2014).....	25
Tabela 9 – Evolução do volume de efluentes entregues às Águas do Algarve nos últimos 5 anos (FAGAR, 2014).....	25
Tabela 10 – Consumo de energia elétrica por tipo de consumo, no concelho de Faro (INE, 2017 e PORDATA, 2015).....	26
Tabela 11 – Toneladas de resíduos recolhidos pela FAGAR (FAGAR, 2016).....	26
Tabela 12 – Tipo de combustível vendido (toneladas) em Faro (PORDATA, 2016). .	27
Tabela 13 – Planeamento do projeto de eletrificação da linha do Algarve (REFER, 2017).....	32
Tabela 14 – N° de viagens e distâncias percorridas pelos transportes ferroviários regionais.....	32
Tabela 15 – Tabela simplificada do n° de viagens e das distâncias percorridas pelos transportes ferroviários regionais.	33
Tabela 16 – N° de viagens e distâncias percorridas pelos transportes ferroviários intercity e Alfa Pendular.	33
Tabela 17 – Consumos em tração elétrica, registados em 2015 (CP, 2016).....	34
Tabela 18 – Movimentos Pendulares da população Algarvia (INE, 2011).....	34

Tabela 19 – Emissões de monóxido de carbono no Aeroporto de Faro (Sousa, 2011).	36
Tabela 20 – Quantidades de combustível vendidos nas docas de Faro.....	36
Tabela 21 – Pegada de carbono do consumo de eletricidade por habitante, no concelho de Faro.	41
Tabela 22 – Emissões de CO _{2e} do consumo de eletricidade (cenário 1).....	42
Tabela 23 – Emissões de CO _{2e} do consumo de eletricidade (cenário 2).....	42
Tabela 24 – Emissões per capita para cada cenário, em 2013.....	43
Tabela 25 – Emissões de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, nos transportes rodoviários, por tipo de combustível.	46
Tabela 26 - – Emissões totais de dióxido de carbono equivalentes dos transportes rodoviários.	47
Tabela 27 – Emissões de dióxido de carbono equivalentes dos transportes ferroviários intercidades e Alfa Pendular.	48
Tabela 28 – Emissões totais anuais para os dois cenários e a redução que ocorre aquando a eletrificação da linha.	50
Tabela 29 – Emissões dos transportes aéreos e respetivas emissões de dióxido de carbono equivalentes.	51
Tabela 30 – Emissões dos transportes marítimos e respetivas emissões totais de dióxido de carbono equivalentes.....	52
Tabela 31 – Emissões de dióxido de carbono equivalentes para todos os setores em estudo, totais e per capita, para o município de Faro, para o ano de 2013.	53

ABREVIATURAS

ACV – Analise Do Ciclo De Vida

CH₄ – Metano

CO – Monóxido de Carbono

CO₂ – Dióxido de Carbono

DOE – Departamento de Energia

FE – Fator de Emissão

GEE – Gases com Efeito de Estufa

GHG – Greenhouse gases

GPL – Gases De Petróleo Liquefeito

GWP (Global Warming Potencial) – Potencial de Aquecimento Global

ICV – Inventario do Ciclo De Vida

N₂O – Óxido Nitroso

PC – Pegada de Carbono

VCA – Agencia de Certificação De Veículos

1. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação tem como principal objetivo a quantificação da pegada de carbono do concelho de Faro. Posteriormente serão estudados cenários por forma a analisar a melhor forma de redução da pegada.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

As alterações climáticas são um problema atual, que tem vindo a agravar-se devido às emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) emitidos para a atmosfera resultantes das atividades antrópicas (Forster *et al.*, 2007). Entre 2000 e 2010 os GEE aumentaram cerca de 10 G ton CO₂e/ano (figura 1). Esse aumento deve-se diretamente à energia (47 %), indústria (30 %), transportes (11 %) e construção (3 %) (Pachauri *et al.*, 2014).

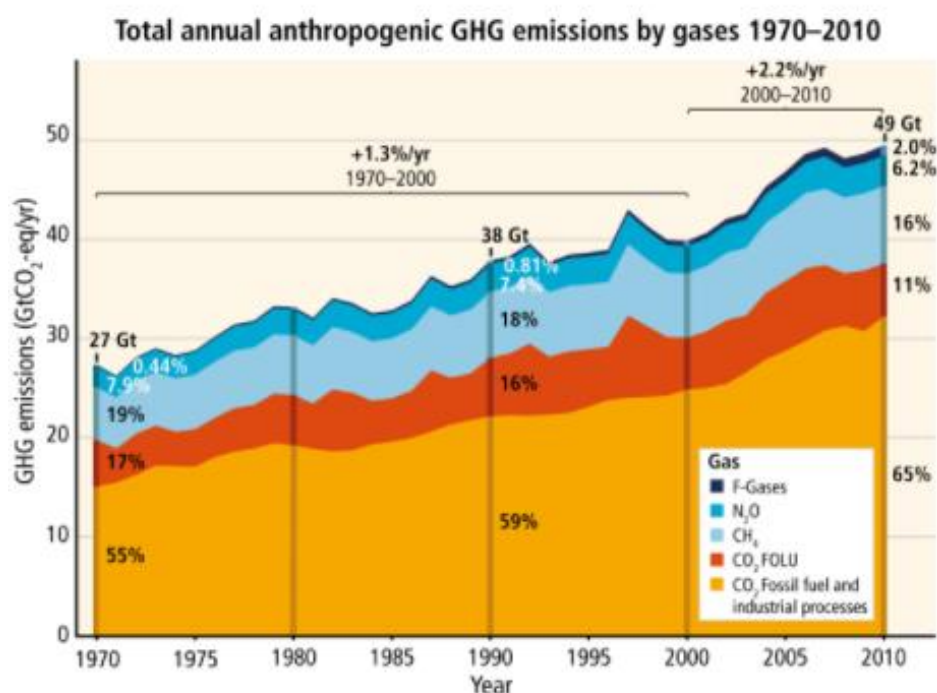


Figura 1 – Evolução das emissões anuais de GEE entre 1970 e 2010 (Pachauri *et al.*, 2014).

Em 2010 (figura 2), 25 % das emissões de GEE correspondem ao setor energético, 24 % corresponde às emissões provenientes da agricultura, silvicultura e outros usos do solo

(AFOLU) incluem também as emissões de CO₂ provenientes de incêndios florestais. A indústria é responsável por 21 % das emissões e os transportes por 14 % (Pachauri *et al.*, 2014).

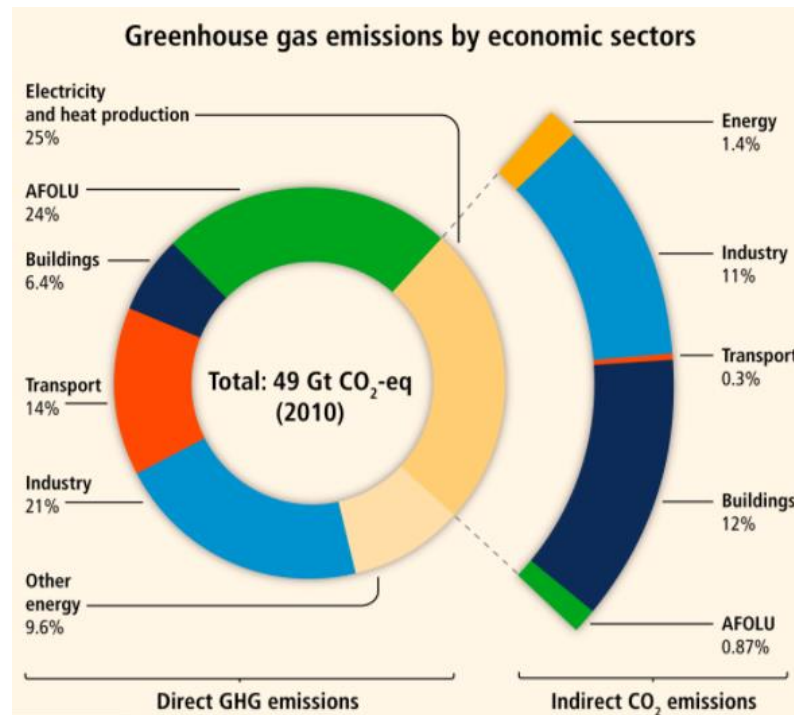


Figura 2 – Emissões de GEE e setor económico em 2010 (Pachauri, 2014).

As emissões globais de GEE aumentam quando as emissões da produção de eletricidade e calor são atribuídas aos setores que utilizam a energia final. Com isto os setores da construção aumentam para 18,4 % e as ações industriais para 32 % (Pachauri *et al.*, 2014).

O aumento da temperatura global, devido às elevadas emissões de GEE (figura 3) fará surgir vários problemas como a extinção de espécies com baixa capacidade adaptativa, o aumento da ocorrência de ondas de calor, precipitação extrema, secas e tempestades devido ao aumento da temperatura. A partir de 1°C são esperados impactos na economia global e perdas massivas da biodiversidade e dos serviços prestados pelos ecossistemas. Para além disto o aumento da temperatura provocará o degelo do Ártico, subida do nível médio do mar ou alterações das correntes marítimas (Pachauri *et al.*, 2014).

Impactes das alterações climáticas a nível regional

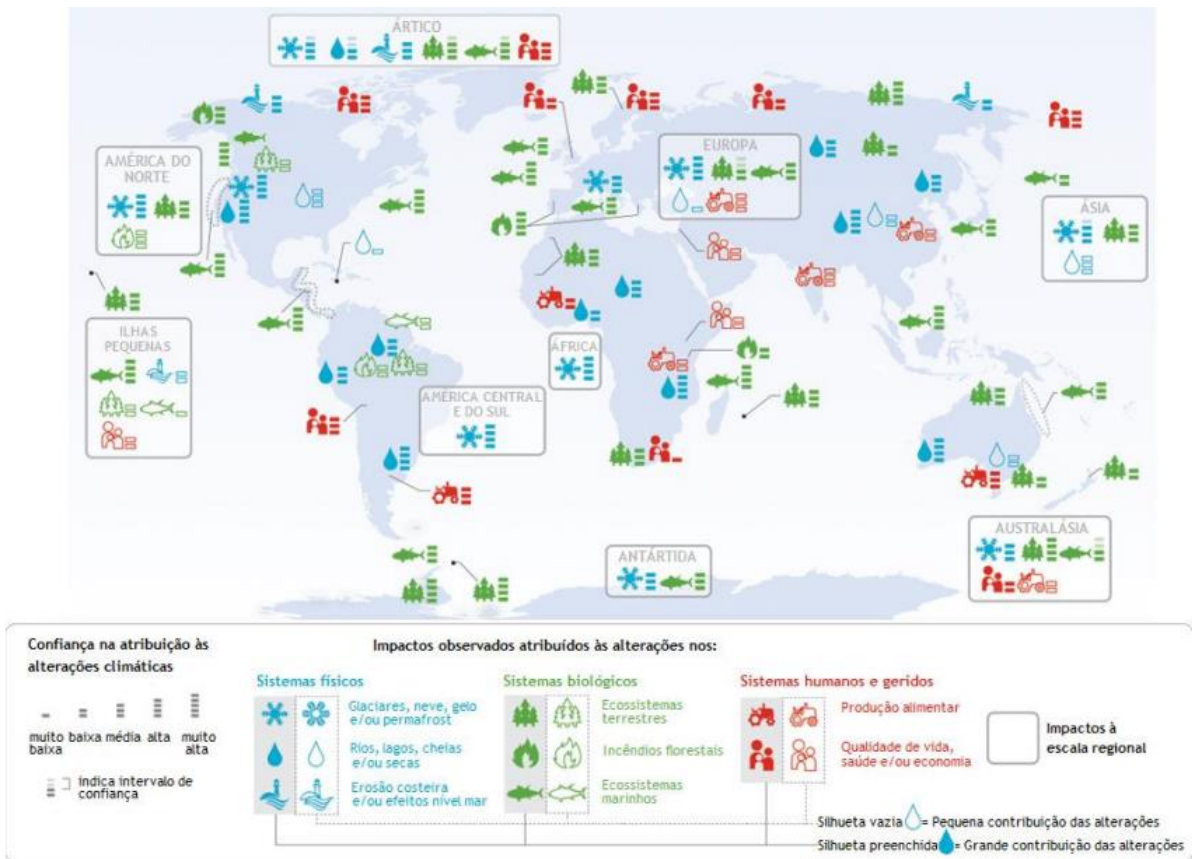


Figura 3 – Impactes das alterações climáticas a nível regional (Pachauri et al., 2014).

Em algumas regiões do mundo, têm ocorrido com maior intensidade e frequência distúrbios nos ecossistemas (secas, tempestades de vento, incêndios e surtos de pragas) (Pachauri *et al.*, 2014).

A saúde pública tem sido menos afetada que os ecossistemas. No entanto tem havido um aumento da mortalidade relacionada com o calor e diminuição da mesma relacionada com o frio, em algumas regiões. As alterações locais da temperatura e chuva têm aumentado a propagação de doenças transmitidas pela água (Pachauri *et al.*, 2014).

As alterações climáticas afetam a Europa em vários aspetos como: aumento do risco de inundações costeiras e aumento da erosão (devido às tempestades e do aumento do nível médio do mar). As áreas montanhosas sofrem degelo dos glaciares, diminuição da cobertura de neve e perda de espécies (Forster *et al.*, 2007).

2.1. INDICADORES AMBIENTAIS

Os três indicadores que representam os vários aspetos das consequências e impactos do ser humano no Ambiente são os seguintes: pegada ecológica, pegada hídrica e pegada de carbono. Este trabalho foca-se na pegada de carbono, mas será feita uma apresentação das restantes pegadas, para poder explicar as pegadas existentes e referir algumas semelhanças e/ou diferenças com a pegada em estudo. Cada uma das pegadas anteriormente referidas medem as consequências da atividade humana sobre o planeta, representando, todavia, questões de investigação diferentes (Galli *et al.*, 2012).

A pegada ecológica incide sobre a disponibilidade da natureza em fornecer os recursos e serviços dos ecossistemas que são consumidos anualmente pela população (Mancini *et al.*, 2015), e é medida em hectares global (gha) da produtividade média por hectare (Lee, 2015). A pegada hídrica é responsável pela apropriação humana dos recursos hídricos em termos de volumes (m³) de água consumido (Galli *et al.*, 2012). A pegada de carbono incide sobre a quantidade total de GEE emitidos para atmosfera pelas atividades antrópicas e é medido em toneladas CO_{2e} (Lee, 2015).

As três pegadas podem ser aplicadas a municípios, regiões, produtos individuais, países e ao planeta inteiro (Galli *et al.*, 2012).

2.2. PEGADA DE CARBONO

Os gases de efeito de estufa (GEE) libertados para a atmosfera têm aumentado rapidamente durante os últimos anos devido às elevadas atividades antrópicas, contribuindo para o aquecimento global (Ramachandra, *et al.*, 2015).

As alterações climáticas têm feito com que haja uma maior preocupação em quantificar, monitorizar e minimizar os GEE (Zubelzu *et al.*, 2015).

A pegada de carbono mede a quantidade total de emissões de GEE que são emitidos de forma direta ou indireta para a atmosfera (Galli *et al.*, 2012). A pegada varia de habitante para habitante de um município, já que cada indivíduo tem um tipo de alimentação, forma de cozinhar, utiliza diferentes transportes e equipamentos consumidores de energia. A forma como os habitantes se movem em torno do município e a energia elétrica utilizada nas casas também é um fator que contribui para o aumento da pegada. Isto faz com que os municípios de grandes dimensões consumam grandes quantidades de energia e sejam fontes diretas e indiretas de GEE (fazendo com que tenha uma pegada de carbono elevada) (Gupta, 2014).

Esta pegada é medida em unidades de massa (ex. kg, toneladas, etc.) de CO₂ quando representa apenas o dióxido de carbono (Galli *et al.*, 2012), e em CO₂ eq quando inclui também os restantes GEE presentes no Protocolo de Quioto (metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorcarbonetos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF₆)) (Rossi, *et al.*, 2015). Pachauri *et al.* (2007) disponibilizam fatores de conversão para os gases referidos anteriormente (tabela 1).

Tabela 1 – Potencial de Aquecimento Global (100 anos) para o dióxido de carbono, metano e óxido nitroso (Pachauri *et al.*, 2007).

Gás	Global Warming Potencial (100 anos)
Dióxido de carbono (CO₂)	1
Metano (CH₄)	25
óxido nitroso (N₂O)	298

O cálculo da pegada é importante para atividades que estão a ter impacto nas alterações climáticas e através disso estabelecer medidas de minimização da pegada por forma a tornar o ambiente urbano mais sustentável (Ramachandra *et al.*, 2015).

2.2.1. EVOLUÇÃO DA PEGADA DE CARBONO

Estudos revelam que metade da população mundial vive em áreas urbanas, sendo responsáveis por cerca de 67 % da procura de energia mundial. Cerca de três quartos das emissões de carbono provenientes da queima de combustíveis fósseis vêm das áreas urbanas. Essas são as principais contribuidoras das emissões de CO₂ porque têm disponíveis bastantes recursos de acesso fácil (como por exemplo, a eletricidade) (Yajie *et al.*, 2014).

Com o passar dos anos tem-se verificado um aumento da quantidade de dióxido de carbono emitido para a atmosfera (figura 4). A Ásia corresponde à região que mais contribui para o aumento do CO₂. Por outro lado, além da Ásia, os Estados Unidos e a Europa também emitem elevadas quantidades de GEE. Estas três regiões em conjunto representam 82 % das emissões totais globais em 2011. (EPA, 2014).

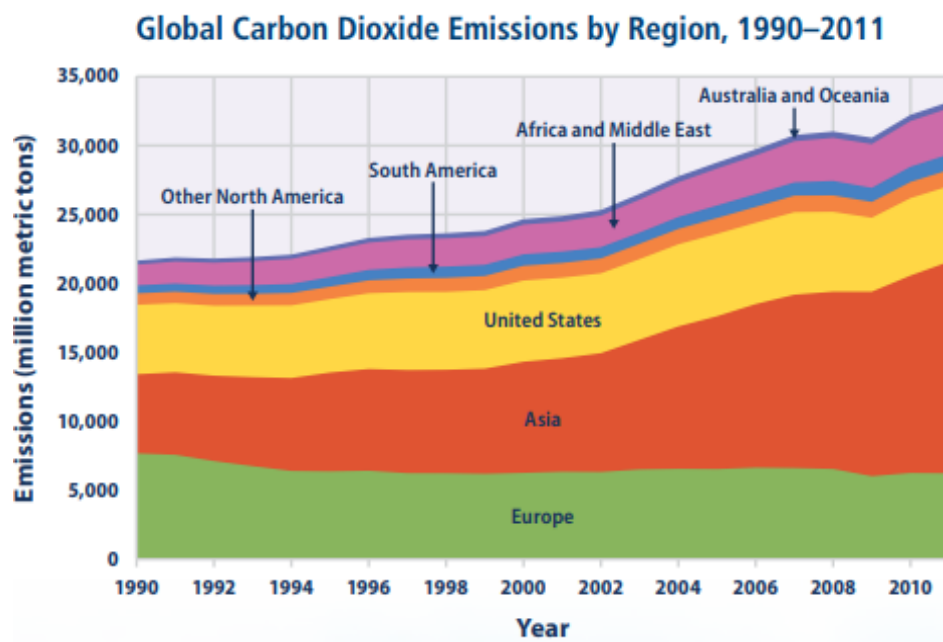


Figura 4 – Emissões de dióxido de carbono global, por região, entre 1990 e 2011 (EPA, 2014).

A Ásia é o continente com maiores emissões porque a China, Rússia e a Índia são países com elevadas emissões de GEE para a atmosfera (figura 5). Além destes países o Reino Unido também apresenta elevadas emissões de dióxido de carbono no consumo de energia, para a atmosfera (tabela 2) (EIA, 2014).

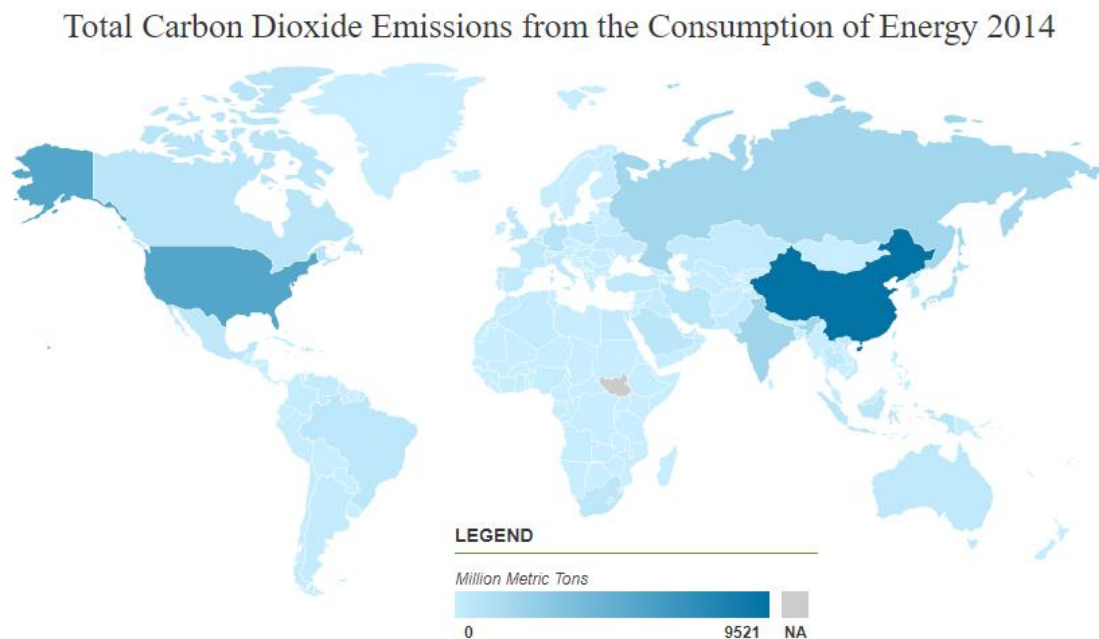


Figura 5 – Emissões totais de Dióxido de Carbono no consumo de energia, em 2014 (EIA, 2014).

A Índia é um país em desenvolvimento com grande potencial de crescimento e com padrões de consumo de energia que diferem em cada município (Gupta, 2014). Apesar da Índia ser o terceiro país com mais emissões no consumo de energia (tabela 2), é o que tem uma pegada *per capita* inferior. Os Estados Unidos e a Rússia apresentam pegadas *per capita*s de 17,3 e 12,2 ton CO_{2e}.

Tabela 2 – Emissões de CO_{2e} totais, população e emissões de CO_{2e} per capita, no consumo de energia, em 2014 (EIA, 2014).

Países	Emissões (ton CO _{2e})	População*	Emissões (ton CO _{2e} per capita)
China	9 377 000 000	1 364 300 000	6,9
Estados Unidos	5 508 000 000	318 563 500	17,3
Índia	1 895 000 000	1 293 900 000	1,5
Rússia	1 756 000 000	143 819 700	12,2
França	329 000 000	66 332 000	5,0
Espanha	264 000 000	46 480 900	5,7
Portugal	49 000 000	10 401 100	4,7

* Fonte: Google, 2014.

Entre 2005 e 2014 a Pegada de carbono *per capita* de Portugal (tabela 3) tem vindo a diminuir ano após ano (diminuiu 2,3 ton CO_{2e} per capita). Apenas foi contabilizado o dióxido de carbono, óxido nitroso e o metano, porque são os gases que são estudados neste trabalho.

Tabela 3 – Pegada de carbono per capita, de Portugal, entre 2005 e 2014, tendo em conta o dióxido de carbono, óxido nitroso e o metano (PORDATA, 2017a).

Anos	Dióxido de carbono (ton CO ₂ per capita)	Óxido nitroso (ton N ₂ O per capita)	Metano (ton CH ₄ per capita)	Pegada de Carbono (ton CO _{2e} per capita)
2005	6,9	0,0013	0,0571	8,7
2006	6,4	0,0012	0,0562	8,2
2007	6,1	0,0013	0,0552	7,9
2008	5,9	0,0012	0,0531	7,6
2009	5,6	0,0011	0,0517	7,2
2010	5,3	0,0011	0,0516	6,9
2011	5,0	0,0010	0,0523	6,6
2012	4,9	0,0010	0,0511	6,5
2013	4,7	0,0011	0,0504	6,3
2014	4,7	0,0011	0,0500	6,3

2.2.2. MÉTODOS DE CÁLCULO DA PEGADA DE CARBONO

De acordo com Anderson *et al.*, (2015) existem vários métodos de análise predominantes para a energia e para o ambiente construído em zonas urbanas, tais como:

- Análise do ciclo de vida de *input-output*;
- Modelos de simulação baseados em agentes;
- Uso da terra e modelagem de transportes;
- Modelos de simulação urbanas;
- Modelos econométricos;
- Análise de cenários;
- Metabolismo urbano;
- Abordagem sistemática complexa;
- Análise comparativa multivariada;
- Método de contabilização das emissões de GEE com base em pesquisa;
- Análise de inventário dos GEE;
- Análise espacial;
- Fluxo de materiais;
- Ecoeficiência;
- Médias ponderadas;
- Modelo *Stock* em edifícios.

2.3.3.1. Análise do ciclo de vida (ACV)

A análise do ciclo de vida é uma ferramenta utilizada para avaliar os impactos ambientais de produtos, serviços ou processos. Esta por sua vez avalia desde o início da vida do produto até ao destino final. Pode ser utilizada também para avaliar sistemas mais complexos como é o caso dos edifícios. O ciclo de vida é utilizado para se referir a todas as etapas e processos do sistema de produtos ou serviços, considerando assim a energia, matérias-primas, transportes, resíduos, etc. No entanto, os impactos relativos ao ciclo de vida dos produtos e processos dependem bastante da localização do estudo em questão (Passuello *et al.*, 2014).

Sabirón *et al.*, (2014) realizaram um estudo onde avaliaram se a poupança de energia a partir da recuperação de energia térmica de resíduos seria suficientemente grande para equilibrar o impacto ambiental. A ACV surge aqui representada pela implementação do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), em que a energia e os fluxos de materiais dentro de sistemas de armazenamento de energia e aplicações em análise são identificados e quantificados para serem convertidos em emissões de GEE. No fundo, esta metodologia tem como objetivo proporcionar uma rápida e simplificada, mas de confiança, perceção em relação ao uso de energia em processos de geração de calor ligada às emissões de GEE (Sabirón *et al.*, 2014).

2.3.3.2. Carbon-Trust

Carbon-Trust é uma organização independente, sem fins lucrativos, fundada em 2001 pelo governo da Inglaterra. Em 2003 criou o “Carbon Management”, que serve para ajudar as empresas a compreenderem os riscos e oportunidades associados às alterações climáticas (Carbon Trust, 2006).

Carbon-Trust, em 2007, desenvolveu uma metodologia piloto capaz de medir a pegada de carbono dos produtos, assim como um rótulo para apresentar as informações acerca dos produtos individuais (Lin *et al.*, 2013). Este rótulo permite os consumidores saberem o que cada produto contribui para a pegada de carbono.

A primeira metodologia de cálculo divulgada inclui todos os gases de efeito estufa do Protocolo de Quioto gerados ao longo do ciclo de vida do produto, desde a produção da matéria-prima até à deposição final do produto (exclui a fase de uso do produto) (Kumar *et al.*, 2014).

Em novembro de 2006, a abordagem da metodologia da *Carbon-Trust* evoluiu para o ciclo de vida total do produto. *Carbon-Trust* apresenta um caso de estudo (Walkers), que resultou no primeiro produto no mundo a ter um rótulo de carbono (pacote de batata fritas da empresa Walkers). Esta metodologia deu início ao desenvolvimento da PAS 2050 que é descrita a seguir (Carbon Trust, 2006).

2.3.3.3. PAS 2050

A metodologia PAS (Publicly Available Specification) 2050 foi publicada em 2008 pela comissão inglesa *BSI British Standards*, esta metodologia permite o cálculo de emissões de GEE associados a serviços e produtos, assim como na avaliação interna do ciclo de vida das emissões de bens e serviços já existentes (BSI, 2011).

“PAS 2050 é um método consistente para avaliar as emissões de gases de efeito estufa do ciclo de vida de produtos e serviços. Esta oferece um método para uma melhor compreensão das emissões de GEE decorrentes das cadeias de fornecimento, mas o principal objetivo deste é fornecer uma base comum para a quantificação das emissões de GEE que irá informar e habilitar programas significativos de redução de emissões de GEE” (BSI, 2011).

2.3.3.4. DEFRA

A metodologia DEFRA lançada em 2009 em Inglaterra pelo *Department for Environment, Food and Rural Affairs*, é um guia que auxilia as empresas e negócios a

medir e reportar as suas emissões de GEE. É uma metodologia que utiliza fatores de emissão específicos para o Reino Unido e disponibiliza publicamente folhas de cálculo que apoiam e facilitam o cálculo da pegada de carbono (DEFRA, 2009).

2.3.3.5. GHG Protocol

O *GHG Protocol* foi desenvolvido pelo *World Resources Institute* (WRI) em parceria com o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Esta metodologia tem sido muito utilizada pelas organizações e empresas porque esta fornece gratuitamente normas e diretrizes que ajudam na quantificação da pegada de carbono. Os gases contabilizados nesta metodologia são os GEE presentes no Protocolo de Quioto. Disponibiliza também ferramentas de cálculo para vários sectores específicos e sectores cruzados, onde é possível seleccionar os fatores de emissão a utilizar (Ranganathan *et al.*, 2004).

O método *GHG Protocol* inclui folhas de cálculo em Excel de utilização pública que permite aos utilizadores quantificar as emissões de GEE. Estas ferramentas de cálculo estão disponíveis para alguns sectores cruzados (como por exemplo, para cálculo de emissões de GEE provenientes de combustão estacionária, do consumo de energia elétrica e de transportes ou fonte móvel) e para sectores específicos (como por exemplo, para cálculo de emissões de GEE resultantes da produção de alumínio, cimento e amónia) (Ranganathan *et al.*, 2004).

2.3.3.6. Calculadoras online

Existem vários *sites* onde são disponibilizadas calculadoras *online* para calcular a pegada de carbono. A *Safe Climate* determina as emissões de dióxido de carbono das principais fontes de emissões (consumo de energia doméstica e transportes: carros e aviões). Esta utiliza uma metodologia de cálculo baseada de acordo com o estabelecido pela iniciática do *GHG Protocol* (Lin *et al.*, 2013). A *Air France* calcula as emissões de CO₂ associada aos voos relacionados com esta empresa. Utiliza uma metodologia de cálculo baseada na premissa de que o dióxido de carbono emitido é proporcional ao combustível consumido (Ihobe, 2009).

A *Idesam* (<http://www.idesam.org.br/calculadora/>) calcula as emissões de CO₂ geradas a partir das principais atividades quotidianas (transporte, consumo de energia elétrica, gás de cozinha e viagens aéreas). Esta foi desenvolvida com base nas guias do *GHG Protocol* e utiliza fontes de dados e fatores de emissão disponibilizados pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), CETESB, Eletrobras e IPCC.

A *Carbon footprint* (<http://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>) calcula as emissões de CO₂ geradas das atividades cotidianas. Esta utiliza para calcular as emissões primárias fatores de conversão baseados nas fontes seguintes: DEFRA, WRI, *GHG Protocol*, Agência de Certificação de Veículos (VCA) – Reino Unido, EPA e Departamento de Energia (DOE). Os cálculos para emissões secundárias são baseados em estimativas desenvolvidas pela Carbon Footprint para ilustrar o impacto das suas atividades diárias no ambiente.

Existem ainda mais sítios com calculadoras, mas que não disponibilizam acesso à metodologia utilizada, como é exemplo o banco *Caixa Geral de Depósitos, Calculadora de Carbono 2050, IDAE, Cero CO₂, Calculadora de carbono, earthlab*, etc. (Ihobe, 2009).

2.2.3. CÁLCULO DA PEGADA DE CARBONO EM MUNICÍPIOS

2.2.3.1. Estudo em vários municípios na Índia

Ramachandra *et al.*, (2015) realizaram um estudo em vários municípios da Índia com uma população superior a 4 milhões de habitantes (tabela 4).

Tabela 4 – Número de habitantes nos diversos municípios em estudo (Ramachandra, *et al.*, 2015).

Cidades	Dali	Chennai	Bombaim	Bangalore	Calcutá	Haiderabad	Ahmadabad
Habitantes	16 127 687	4 611 564	12 376 805	8 881 631	4 503 787	6 007 259	5 080 596

A Índia é o segundo país mais populoso do mundo e o terceiro país que mais GEE emite para a atmosfera, contribuindo com cerca de 5,3 % das emissões globais. Os municípios grandes da Índia têm um grande problema com a qualidade do ar o que faz com que afete o clima local e a saúde pública (Ramachandra *et al.*, 2015).

O estudo feito por Ramachandra *et al.*, (2015) teve como objetivo avaliar a pegada de carbono de municípios grandes na Índia através da quantificação das emissões de GEE (neste caso, o dióxido de carbono, óxido nitroso e metano) e conversão em dióxido de carbono equivalentes (CO₂ eq). Para a conversão do metano e do óxido nitroso utilizaram o potencial de aquecimento global para cada gás. O estudo incluiu o consumo de eletricidade, setor doméstico, transportes, indústrias, agricultura, pecuária, resíduos e águas residuais. Os fatores de emissão utilizados no estudo foram com base na literatura específica para cada país.

Tabela 5 – Pegada de carbono de vários municípios na Índia nos diversos setores, em 2009 (Ramachandra et al., 2015).

Países	Dali	Chennai	Bombaim	Bangalore	Calcutá	Haiderabad	Ahmadabad
Consumo de eletricidade (setor comercial)	21,71 %	17,47 %	28,92 %	15,58 %	18,86 %	7,54 %	16,11 %
Setor doméstico	30,26 %	39,01 %	37,20 %	21,59 %	42,78 %	17,05 %	27,88 %
Transportes	32,08 %	19,50 %	17,41 %	43,48 %	13,30 %	56,86 %	24,92 %
Indústria	7,89 %	20,25 %	7,89 %	12,31 %	17,66 %	11,38 %	22,41 %
Agricultura	0,69 %	0,02 %	0,03 %	0,60 %	0,07 %	0,13 %	0,42 %
Pecuária	1,59 %	0,04 %	0,09 %	0,71 %	0,15 %	0,33 %	1,10 %
Deposição de resíduos	2,21 %	1,94 %	3,82 %	1,89 %	3,61 %	2,96 %	2,41 %
Águas residuais domésticas	3,57 %	1,78 %	4,64 %	3,84 %	3,57 %	3,74 %	4,76 %
Emissões totais (ton CO _{2e})	38 633 210	22 090 550	22 783 070	19 796 590	14 812 110	13 734 580	9 124 460
Emissões totais (ton CO _{2e} per capita)	2,40	4,79	1,84	2,23	3,29	2,29	1,80

(No anexo A, encontram-se os dados para cada setor e os dados *per capita*, tabelas A1 e A2).

Os municípios que têm maior pegada de carbono (tabela 5) são Dali com 38 633 210 29 ton CO_{2e}, seguido de Bombaim com 22 783 070 ton CO_{2e} e a que tem menor pegada é Ahmadabad com 9 124 460 t CO_{2e}. Chennai é o município que tem a maior pegada *per capita* com 4,79 ton CO_{2e}, seguido de Calcutá com 3,29 ton CO_{2e} *per capita*. Por sua vez os municípios de Ahmadabad e Bombaim com 1,80 ton CO_{2e} *per capita* e 1,84 ton CO_{2e} *per capita*, são as que têm menores emissões.

O consumo de eletricidade, setor doméstico e os transportes são os principais contribuidores para a pegada de carbono. O consumo de energia representa entre 15 a 29 % das emissões totais com exceção o município de Haiderabad que contribui com 7,5 % das emissões totais. No setor doméstico a maioria das emissões lançadas para a atmosfera são provenientes dos combustíveis fósseis, iluminação, aquecimento e eletrodomésticos, este por sua vez contribui com cerca de 17 a 40 % para a pegada nos diversos municípios. Os transportes representam elevadas emissões, destacando-se Haiderabad com 57 %.

Ramachandra *et al.*, (2015) propuseram algumas medidas de minimização da pegada de carbono como a utilização de energia solar para iluminação e aquecimento da água, nos municípios com elevado tráfego, propuseram a utilização de combustíveis menos poluentes, como o GPL, maior utilização dos transportes públicos e retirar de circulação os veículos antigos.

2.2.3.2. Pegada de carbono em Bombaim

Um estudo feito por Bhoyar *et al.*, (2014) revela que, de acordo com a Agência Internacional de Energia, a Índia é o quarto país a ter maiores emissões de gases de efeito de estufa no mundo (com cerca de 5 % do total). Este estudo teve como principal foco identificar os principais fatores que contribuem para a pegada de carbono e compreender a sua contribuição relativamente aos habitantes que vivem no meio rural e urbano de Bombaim.

Os autores concluíram através de um levantamento das emissões relativamente à eletricidade, transportes e consumo de alimentos que o meio rural era responsável pela emissão de 0,85 ton CO_{2e} *per capita* por ano para a atmosfera, e o meio urbano por 2,5 ton CO_{2e} *per capita* por ano, ou seja, o meio urbano emitia quase três vezes mais de CO₂ que o meio rural. Neste estudo verificaram que no meio urbano, o uso dos transportes (35 %), e eletricidade (33 %) constituíam as principais origens de CO₂. Por outro lado, a principal causa das emissões de carbono no meio rural são as fontes de combustíveis utilizados para cozinhar (36 %). Para minimizar as emissões dos transportes Bhoyar *et al.*, (2014) sugeriram a utilização de transportes públicos.

2.2.3.3. Pegada dos transportes em Kolkata

Por sua vez, Gupta (2014) fez um estudo no município de Kolkata (capital do Estado de Bengala Ocidental na Índia) onde se baseou essencialmente nos transportes públicos urbanos conforme as rendas do agregado familiar.

Os resultados mostraram que a classe média baixa (38 % das famílias) foram responsáveis por uma pegada total de 47,8 ton CO_{2e}/ano, enquanto que, na classe baixa (33 % das famílias) emite a menor pegada com 16,1 ton CO_{2e}/ano. A classe média gera 36 ton CO_{2e}/ano, por último a classe alta (7,5 % das famílias) emite 22,5 ton CO_{2e}/ano. Por fim, concluíram que apesar de os valores obtidos para a classe média e média baixa terem valores superiores aos restantes, na verdade, a classe alta é a que está aumentando gradualmente, aproximando-se de valores elevados. Calcularam também a média emitida *per capita* e aí verificaram que a classe alta é a que mais contribui para a da pegada (0,385 ton CO_{2e} *per capita* por ano) e a classe baixa a que menos contribui (0,026 ton CO_{2e} *per capita* por ano).

2.2.3.4. Caso de estudo de Espanha

Zubelzu *et al.*, (2015) calcularam as emissões de GEE de 31 municípios de Espanha.

As emissões calculadas são de dados entre 2006 e 2011, devido à falta de informação de algumas variáveis. Para o cálculo os autores referidos indicam que não existem diferenças importantes entre as variáveis: eletricidade, gás, tratamento de resíduos, águas e águas residuais, por isso para essas variáveis os cálculos serão os mesmos para todos os municípios. Quanto aos transportes não poderá ser quantificado da mesma forma porque as emissões destes dependem de características específicas de cada município, como a distância, população e quantidade de empresas e lojas (Zubelzu *et al.*, 2015).

Os resultados obtidos indicam que o principal contribuidor das emissões dos GEE para a atmosfera são os transportes (5.225,15 kg CO₂/ano de um agregado familiar médio em Madrid), depois a eletricidade (1.900,88 kg CO₂/ano de um agregado familiar médio em Madrid) e o gás (1.866,14 kg CO₂/ano de um agregado familiar médio em Madrid). Os transportes por sua vez dependem de município para município, pois tem uma grande relevância em apenas 14 dos 31 municípios estudados. Com isto, concluem que as reduções da pegada devem ser feitas tendo em conta cada município (Zubelzu *et al.*, 2015).

2.3 PACTO DAS AUTARQUIAS

A Comissão Europeia desenvolveu uma iniciativa chamada “O Pacto das Autarquias”, que consiste em estabelecer acordos com entidades por forma a diminuir as emissões de dióxido de carbono libertadas para a atmosfera. Com isto pretendem alcançar os objetivos da política da União Europeia no que diz respeito a essas emissões, através da utilização de energias limpas e renováveis. Este Pacto tem como objetivo “atingir os 20-20-20 em 2020”, ou seja, redução de 20 % nas emissões de dióxido de carbono, aumento de 20 % nas eficiências energéticas e aumento de 20 % na utilização de Fontes Renováveis na produção de energia (CMF, 2017).

A Câmara de Faro aderiu ao Pacto das Autarcas a 29 de novembro de 2011 comprometendo-se a (CMF, 2017):

“Superar os objetivos definidos pela União Europeia para 2020, de reduzir em pelo menos 20% as emissões de CO₂ no respetivo território. Apresentar um plano de ação para a energia sustentável, incluindo um inventário de referência das emissões que defina o modo de concretizar os objetivos. Apresentar um relatório de execução o mais tardar de dois em dois anos após a apresentação do plano de ação, para fins de avaliação, acompanhamento e

verificação. Organizar jornadas da Energia, em cooperação com a comissão Europeia e outros agentes, para que os cidadãos possam beneficiar diretamente das oportunidades e vantagens decorrentes de uma utilização mais inteligente da energia, e informar regularmente os meios de comunicação locais sobre a evolução do plano de ação. Assistir à conferência anual de Autarcas da União europeia, dando-lhe o seu contributo”.

O Município de Faro é um dos 25 municípios, presentes no Pacto das Autarcas, que foram selecionadas para serem estudadas no relatório desenvolvido pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia. Este estudo analisou as estratégias utilizadas para a definição dos Planos de Ação para a Energia Sustentável com uma pesquisa detalhada das políticas, governança, apoio externo, características regionais e nacionais, metodologia. O estudo revelou que o concelho conseguiu em 2013 alcançar uma redução de 13 % das emissões de dióxido de carbono emitidas para a atmosfera através de medidas de sustentabilidade energética implementadas (CMF, 2016).

2.4. PLANO DE MOBILIDADE E TRANSPORTES

A Câmara Municipal de Faro realizou um Plano de Mobilidade e Transportes (PMT) para o concelho onde estabelece uma estratégia global de intervenção em matéria de organização das acessibilidades e gestão da mobilidade. Este plano contém ações e medidas que contribuem para a implementação e promoção de um modelo de mobilidade mais sustentável. Tem como objetivo central tornar Faro num território com melhor mobilidade, mais acessível a todos, com maior qualidade do ambiente urbano, simultaneamente melhor para trabalhar, viver, estudar e visitar (CMF, 2014).

Este plano é constituído por três fases (CMF, 2014):

- Primeira fase – caracterização e diagnóstico, onde é feita uma análise da situação atual e recolha de informação crucial para a execução do estudo.
- Segunda fase – proposta de plano, corresponde à fase de elaboração do plano que tem como objetivo a identificação de elementos que permitem obter uma visão futura no que toca à mobilidade.
- Terceira fase – versão final do plano, onde é feita a apresentação final do PMT.

3. METODOLOGIA

Para a análise da pegada de carbono (PC) de um município, neste caso de Faro, deve ter-se em conta vários aspetos tais como o abastecimento/consumo de água potável, gestão de águas residuais, eletricidade, fornecimento/consumo de gás, gestão de resíduos e transportes. Para realizar essa análise vai ser utilizado o método da análise do ciclo de vida (Zubelzu & Álvarez, 2015).

Serão feitos cenários por forma a analisar a melhor forma de redução da pegada de carbono, por isso irão ser alteradas algumas condições, nomeadamente: mudança da iluminação para lâmpadas fluorescentes, alteração do sistema de mobilidade, melhoria do isolamento térmico de habitações e redução das perdas de água nos sistemas de distribuição.

No presente estudo será necessário utilizar diversos fatores de emissão. Estes por sua vez, têm que ser convertidos (tabela 6) em quilogramas através da equação seguinte, adaptado a cada gás:

$$FE(kg\ CO_2/ton) = FE(kg\ CO_2/GJ) \times PCI(GJ/ton) \quad (1)$$

Onde o FE é o fator de emissão e o PCI é o poder calorífico inferior.

Tabela 6 – Fatores de emissão e poder calorífico inferior dos combustíveis.

Combustível	Fator de emissão (kg CO ₂ /GJ) ⁽¹⁾	Fator de emissão (kg CH ₄ /GJ) ⁽²⁾	Fator de emissão (kg N ₂ O/GJ) ⁽²⁾	PCI (GJ/ton) ⁽¹⁾
GPL	63,1	0,062	0,0002	48,45
Gasolina	73,7	0,0038	0,0057	44
Gasóleo	74,1	0,0039	0,0039	43,07

(1) Fonte: APA, 2013

(2) Fonte: Waldron *et al.*, 2006

Após a obtenção dos fatores de emissão (tabela 7) são calculadas as emissões para cada variável.

Tabela 7 – Fatores de emissão necessários para o estudo.

Água Potável	0,731 kg de CO _{2e} /m ³ ⁽¹⁾
Água Residuais	0,232 kg de CO _{2e} /m ³ ⁽¹⁾
Eletricidade	0,362 kg CO _{2e} /kWh ⁽²⁾ (ano: 2009) 0,244 kg CO _{2e} /kWh ⁽³⁾ (ano: 2010) 0,285 kg CO _{2e} /kWh ⁽³⁾ (ano: 2011) 0,323 kg CO _{2e} /kWh ⁽³⁾ (ano: 2012) 0,276 kg CO _{2e} /kWh ⁽³⁾ (ano: 2013)
Resíduos	0,41 kg CO _{2e} /kg
Transportes:	Dióxido de carbono:
- Rodoviários	<ul style="list-style-type: none"> • GPL – 3,0572 ton CO₂/ton
- Ferroviários	<ul style="list-style-type: none"> • Gasolina – 3,2428 ton CO₂/ton
- Marítimos	<ul style="list-style-type: none"> • Gasóleo – 3,1915 ton CO₂/ton
	Metano:
	<ul style="list-style-type: none"> • GPL – 3,004 kg CH₄/ton • Gasolina – 0,168 kg CH₄/ton • Gasóleo – 0,168 kg CH₄/ton
	Óxido nitroso;
	<ul style="list-style-type: none"> • GPL – 0,00969 kg N₂O/ton • Gasolina – 0,2508 kg N₂O/ton • Gasóleo – 0,16797 kg N₂O/ton

(1) Fonte: Zubelzu & Álvarez, 2015

(2) Fonte: EDP, 2013

(3) Fonte: EDP, 2012

3.1. ÁGUA POTÁVEL

A pegada de carbono do abastecimento da água potável (PC_w) pode ser calculada através da equação seguinte (Zubelzu & Álvarez, 2015):

$$\begin{aligned} PC_w(kg CO_{2e}) &= FE_w \left(\frac{kg CO_{2e}}{m^3} \right) \times C_w(m^3) \\ PC_w(kg CO_{2e}) &= IE \left(\frac{tep}{m^3} \right) \times FE_e \left(\frac{kg CO_{2e}}{tep} \right) \times C_w(m^3) \end{aligned} \quad (2)$$

Onde FE_w é o fator de emissão do consumo de água, IE é a intensidade energética do abastecimento de água potável (expresso em tonelada equivalente de petróleo (tep)), C_w corresponde ao consumo de água potável e o FE_e corresponde ao fator de emissão da produção de eletricidade (tabela 7) (Zubelzu & Álvarez, 2015).

A obtenção dos dados anteriores irá ser feita através dos dados disponibilizados pela base de dados PORDATA e pela empresa Águas do Algarve, S.A., responsável pelo abastecimento de água potável na região.

3.2. GESTÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Para calcular a pegada de carbono derivada da gestão de águas residuais (PC_{ww}) tem que se ter em conta a seguinte equação (Zubelzu & Álvarez, 2015):

$$\begin{aligned} PC_{ww}(kg CO_{2e}) &= FE_{ww} \left(\frac{kg CO_{2e}}{m^3} \right) \times G_{ww}(m^3) \leftrightarrow \\ \leftrightarrow PC_{ww}(kg CO_{2e}) &= IE_{ww} \left(\frac{teq}{m^3} \right) \times FE_e \left(\frac{kg CO_{2e}}{teq} \right) \times G_{ww}(m^3) \end{aligned} \quad (3)$$

Onde FE_{ww} corresponde ao fator de emissão referente às águas residuais, IE_{ww} é a intensidade energética da gestão de águas residuais, o G_{ww} é a geração de efluentes e o FE_e corresponde ao fator de emissão da produção de eletricidade (tabela 7) (Zubelzu & Álvarez, 2015).

A obtenção dos dados anteriores irá ser feita através dos dados disponibilizados pela empresa Águas do Algarve, S.A., responsável pela gestão de águas residuais.

3.3. ELETRICIDADE

Para calcular a pegada de carbono gerado através do consumo de eletricidade, segundo um estudo feito por Zubelzu & Álvarez (2015) pode ser calculado diretamente através da multiplicação do fator de emissão (tabela 7) da produção de eletricidade (EFe) pelo consumo de eletricidade no concelho de Faro (Ce), como indica a equação seguinte:

$$PC_e(kgCO_{2e}/m^2) = C_e(tep/m^2) \times FE_e(kgCO_{2e}/tep) \quad (4)$$

A obtenção dos dados anteriores irá ser feita através dos dados disponibilizados pela base de dados PORDATA e pela empresa responsável pelo abastecimento de eletricidade que neste caso é a empresa, EDP, S.A.

3.4. GESTÃO DE RESÍDUOS

A pegada de carbono proveniente dos resíduos (PC_{wt}) é obtida através da multiplicação do fator de emissão (tabela 7) específico para a gestão dos resíduos (FE em peso) e a taxa de geração de resíduos (G em peso), tal como indica a equação seguinte (Zubelzu & Álvarez, 2015).

$$PC_{wt}(kg CO_{2e}/m^2) = G_{wt}(ton/m^2) \times FE_{wt}(kg CO_{2e}/ton) \quad (5)$$

A obtenção dos dados anteriores irá ser feita através dos dados disponibilizados pela base de dados PORDATA.

3.5. TRANSPORTES

Para o cálculo das emissões provenientes dos transportes tem que se ter em conta vários aspetos. Em primeiro lugar deve ser considerado que existem vários tipos de transportes, nomeadamente os rodoviários, ferroviários, aéreos e os marítimos (Waldron *et al.*, 2006). Quanto aos transportes rodoviários estes dividem-se em veículos ligeiros de passageiros, ligeiros comerciais, pesados comerciais, pesados de passageiros e os veículos de duas rodas (Ahlvik *et al.*, 1997).

3.5.1. TRANSPORTES RODOVIÁRIOS

Para calcular as emissões de CO₂ dos transportes rodoviários deve ter-se em consideração que estes utilizam vários tipos de combustíveis, nomeadamente: gasolina, gasóleo/diesel, gases de petróleo liquefeito (GPL), lubrificantes, gás natural (Waldron *et al.*,2006).

Para o cálculo das emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, referentes aos transportes rodoviários utiliza-se as equações seguintes (Waldron *et al.*,2006):

$$emissões\ de\ CO_2 = \sum_a [quantidade\ de\ combustível\ vendido \times FE_a] \quad (6)$$

Sendo as emissões expressas em quilos, e o tipo de combustível vendido em TJ, FE (tabela 7) é o fator de emissão (kg/TJ) que é igual ao teor de carbono do combustível multiplicado por $\frac{44}{12}$ e por fim o “a” representa o tipo de combustível (ex. gasolina, diesel, etc.) (Waldron *et al.*,2006).

$$emissões\ de\ CH_4 = \sum_a [quantidade\ de\ combustível\ vendido \times FE_a] \quad (7)$$

$$emissões\ de\ N_2O = \sum_a [quantidade\ de\ combustível\ vendido \times FE_a] \quad (8)$$

A obtenção dos consumos de combustível irá ser feita através de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Estatística, assim como os dados referentes aos movimentos pendulares.

Para converter as emissões de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso em emissões de dióxido de carbono equivalentes tem que se ter em conta o potencial de aquecimento global de cada um desses gases em 100 anos (tabela 1).

3.5.2. TRANSPORTES FERROVIÁRIOS

A entidade responsável pelos transportes ferroviários no município de Faro é a CP – *Comboios de Portugal*. Esta tem disponível vários comboios a circular a diesel (urbanos/reginais) e a eletricidade (intercidades e alfa pendular), que serão analisados individualmente. Para o cálculo das emissões de dióxido de carbono equivalentes tem que se ter em conta as emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, que são calculadas através das equações seguintes (Waldron *et al.*,2006):

$$emissões\ de\ CO_2 = \sum_a [quantidade\ de\ combustível\ consumido \times FE_a] \quad (9)$$

$$emissões\ de\ CH_4 = \sum_a [quantidade\ de\ combustível\ consumido \times FE_a] \quad (10)$$

$$emissões\ de\ N_2O = \sum_a [quantidade\ de\ combustível\ consumido \times FE_a] \quad (11)$$

Onde a representa o tipo de combustível (Waldron *et al.*,2006). Os fatores de emissão estão disponíveis na tabela 7.

Antes de efetuar os cálculos presentes nas equações 10 a 12 é feita uma análise dos percursos realizados pelos diferentes comboios (através dos horários disponíveis no *site* da CP S.A., presentes no anexo B, figuras B1, B2 e B3). Isto será importante para verificar o número de viagens e percursos. Os percursos são importantes para o cálculo dos quilómetros percorridos por cada comboio, este cálculo é feito pelos quilómetros percorridos (obtidos usando a aplicação Google Maps (R)), como indicado na equação seguinte:

$$distância\ percorrida\ \left(\frac{km}{ano}\right) = \frac{n^o\ viagens}{dia} \times distância\ (km) \times 365\ \frac{dias}{ano} \quad (12)$$

A obtenção dos consumos de combustível foi feita através do contacto direto com a CP onde é feito o abastecimento dos comboios. Para a conversão do consumo dos transportes ferroviários regionais a diesel em quilogramas é necessário a utilização da densidade do diesel, através da equação seguinte:

$$consumo\ (ton/km) = consumo\ (l/km) \times densidade\ (ton/l) \quad (13)$$

Sendo a densidade do diesel de 0,000 855 ton/l (Faiz *et al.*, 1996).

Uma vez que os dados fornecidos pela empresa Comboios de Portugal. S.A. dizem respeito a todo o país, têm que se ter em conta os movimentos pendulares (entradas e saídas no município de Faro), para isto calculou-se a fração de passageiros que têm como origem ou

destino o concelho de Faro. Tendo em conta os movimentos pendulares presentes no Instituto Nacional de Estatística (2011), para toda a região do Algarve é possível estimar essa fração através da equação seguinte:

$$passageiros\ de\ Faro = \frac{\Sigma(passageiros\ de\ Faro)}{\Sigma(passageiros\ dos\ concelhos\ algarvios)} \quad (14)$$

No final multiplica-se essa fração ao resultado das emissões finais dos transportes ferroviários para obter as emissões referentes ao concelho de Faro.

3.5.3. TRANSPORTES AÉREOS

A quantificação será baseada nos resultados obtidos na tese de mestrado “Quantificação das Emissões Atmosféricas no Aeroporto Internacional de Faro”, (Sousa, 2011). Neste caso também é calculada a fração de passageiros que têm como origem ou destino o concelho de Faro (equação 14). Posteriormente será calculada a fração que corresponde a Faro, através da base de dados da PORDATA para as dormidas de estrangeiros.

$$fração\ correspondente\ a\ Faro = \frac{dormidas\ em\ Faro}{dormidas\ no\ Algarve} \quad (15)$$

3.5.4. TRANSPORTES MARÍTIMOS

Para o cálculo das emissões dos transportes marítimos tem que se ter em conta a equação seguinte (Waldron *et al.*,2006):

$$emissões\ de\ CO_2 = \Sigma_a[quantidade\ de\ combustível\ vendido \times FE_a] \quad (16)$$

$$emissões\ de\ N_2O = \Sigma_a[quantidade\ de\ combustível\ vendido \times FE_a] \quad (17)$$

$$emissões\ de\ CH_4 = \Sigma_a[quantidade\ de\ combustível\ vendido \times FE_a] \quad (18)$$

Onde *a* representa o tipo de combustível (Waldron *et al.*,2006). Os fatores de emissão estão disponíveis na tabela 7.

A obtenção dos consumos de combustível (entre 2013 e 2015) foi feita através do contacto direto com os responsáveis pelo posto de abastecimento dos transportes marítimos, mais propriamente, pela secretária das docas do Recreio de Faro. Para a conversão do consumo

dos transportes marítimos em quilogramas é necessário a utilização da densidade, através da equação seguinte:

$$\text{consumo (ton/ano)} = \text{consumo (l/ano)} \times \text{densidade (ton/l)} \quad (19)$$

Sendo a densidade da gasolina de 0,00075 ton/l (Faiz et al., 1996).

3.5.5. CONVERSÃO DAS EMISSÕES DE CO₂, N₂O E CH₄ EM CO_{2e}

Para converter as emissões de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso em emissões de dióxido de carbono equivalentes tem que se ter em conta o potencial de aquecimento global de cada um desses gases em 100 anos (tabela 1). Na equação seguinte está representado o cálculo para a obtenção das emissões em CO_{2e}.

$$\text{emissões } CO_{2e} = \text{emissões } CO_2 + 25 \times \text{emissões } CH_4 + 298 \times \text{emissões } N_2O \quad (20)$$

Uma vez que o IPCC (Waldron *et al.*, 2006) inclui muitos outros gases, neste estudo, apenas são contabilizados o dióxido de carbono, metano e o óxido nitroso por não estarem disponíveis dados para as emissões restantes.

4.1. ÁGUA PARA CONSUMO

No concelho existem 13 estações elevatórias e 21 reservatórios em funcionamento com capacidade para 28 250 m³. A rede de abastecimento teve melhorias, em 2014, pois houveram melhorias na rede de abastecimento da água por forma a melhorar o desempenho (FAGAR, 2014).

Tabela 8 – Perdas associadas ao abastecimento da água à população do concelho de Faro (FAGAR, 2014).

Anos	Água distribuída pela rede pública (m³)	Água consumida (m³)	Perdas de água (m³)
2010	5 829 049	4 651 753	1 177 296 (20 %)
2011	5 428 567	4 511 776	916 791 (17 %)
2012	5 373 116	4 499 502	873 614 (16 %)
2013	5 451 572	4 528 705	922 867 (17 %)
2014	5 663 541	4 492 171	1 171 370 (21 %)
2015	5 762 542	4 612 074	1 150 468 (20 %)
2016	5 787 615	4 739 386	1 048 229 (18 %)

Em 2014 (tabela 8) verificou-se que houve um aumento do nível das perdas de água, isto aconteceu devido ao funcionamento de novas infraestruturas associadas à expansão da rede de abastecimento, assim como aumento significativo das roturas nas condutas o que fez duplicar as perdas em relação a 2013 (FAGAR, 2014). As perdas têm diminuído entre 2013 e 2016 porque têm sido feitas fiscalizações, deteção de fugas e reabilitação nas condutas (FAGAR, 2016).

4.2. ÁGUAS RESIDUAIS

A empresa FAGAR, S.A., dispõe de uma rede de drenagem de águas residuais que se estende por 385 km. Os volumes de efluente recolhidos no concelho que irão ser utilizados para quantificar a pegada de carbono (tabela 9).

Tabela 9 – Evolução do volume de efluentes entregues às Águas do Algarve nos últimos 5 anos (FAGAR, 2014).

Anos	Efluente recolhido (m³)	Anos	Efluente recolhido (m³)
2010	4 872 917	2014	4 561 650
2011	4 519 646	2015	4 758 278
2012	4 256 268	2016	4 902 833
2013	4 355 646		

A FAGAR. SA., é responsável pela limpeza de fossas e execução de ramais de esgotos. Em 2014, foi alargado o sistema de telegestão às estações elevatórias de águas residuais de Alagoas, Palhagueira e Gorjões (FAGAR, 2014).

4.3. ELETRICIDADE

Nesta etapa foram considerados os consumos do concelho, independentemente do fornecedor. Os dados utilizados foram disponibilizados pela base de dados PORDATA.

Tabela 10 – Consumo de energia elétrica por tipo de consumo, no concelho de Faro (INE, 2017 e PORDATA, 2015).

	Residências (kWh)	Iluminação das vias públicas (kWh)	Iluminação interior de Edifícios do Estado (kWh)
2011	287 240 352	9 283 218	33 796 786
2012	275 703 480	8 321 971	27 174 756
2013	264 476 496	8 451 346	25 830 747

4.4. RESÍDUOS

Na tabela seguinte estão representadas as quantidades de resíduos obtidos através da recolha indiferenciada e seletiva.

Tabela 11 – Toneladas de resíduos recolhidos pela FAGAR (FAGAR, 2016).

Anos	2012	2013	2014	2015	2016
Indiferenciados (toneladas)	28 885	29 158	29 838	30 058	31 480

Nota: estes valores não incluem os monos e monstros, resíduos verdes e resíduos reciclados.

4.5. TRANSPORTES

O subcapítulo dos transportes rodoviários inclui todos os tipos de veículos: ligeiros (automóveis e camiões leves) e, pesados (com reboques, autocarros e camiões pesados) e motocicletas. (Waldron *et al.*, 2006). Os transportes ferroviários foram estudados individualmente, ou seja, foi feita a quantificação para comboios regionais, alfa pendular e intercidades. Teve-se em conta as entradas e saídas da população para trabalhar ou estudar no concelho de Faro, os chamados “movimentos pendulares” (CMF, 2012). Além destes foi feita

também a quantificação das emissões dos transportes aéreos (de acordo com Sousa, 2011) e dos transportes marítimos, como descrito nas secções seguintes.

4.5.1. TRANSPORTES RODOVIÁRIOS

Uma vez que os equipamentos sociais e serviços encontram-se dispersos e em localizações periféricas, faz com que hajam inúmeros movimentos pendulares que congestionam algumas artérias do município nas horas de ponta (CMF, 2012).

Atualmente é a empresa *Próximo* a responsável pelos transportes urbanos de Faro. Esta tem uma oferta mais alargada que a *EVA transportes*, anterior concessionária, tanto em termos de horários como de percursos disponibilizados (<http://www.proximo.pt/pt/>). Esta empresa é mais equilibrada uma vez que tem em conta a distância percorrida e não a zona geográfica onde ocorre o percurso. Esta rede é composta por Linhas e Circuitos, ao qual permite ao passageiro escolher o que melhor se adequa às suas necessidades de transporte. As Linhas são definidas pelo número de zonas que “atravessam” a partir do momento em que embarca, sendo estas zonas limitadas pelas paragens. Os Circuitos são definidos como coroas, a coroa 1 representa a área mais pequena e a coroa 2 a área mais abrangente (<http://www.proximo.pt/pt/zonamento/>). A *Eva Transportes*, não apresentava horários acessíveis, eram pouco cómodos não conseguiam responder às necessidades da população, o que fazia com que se deslocassem em transportes individuais (CMF, 2012).

Neste estudo serão contabilizadas as emissões no total, tendo em conta o combustível vendido e não ao tipo de transporte (tabela 12).

Tabela 12 – Tipo de combustível vendido (toneladas) em Faro (PORDATA, 2016).

	2009	2010	2011	2012	2013
GPL (ton/ano)	75 (0,2 %)	99 (0,3 %)	173 (0,5 %)	237 (0,7 %)	456 (1,5 %)
Gasolina (ton/ano)	13 924 (32,4 %)	12 264 (30,4 %)	10 846 (28,8 %)	9 236 (27,8 %)	7 650 (25,7 %)
Gasóleo (ton/ano)	28 929 (67,3 %)	27 945 (69,3 %)	26 693 (70,8 %)	23 783 (71,5 %)	21 649 (72,8 %)
Total	42 928	40 308	37 712	33 256	29 755

Analisando os consumos da tabela, verifica-se que o combustível mais procurado é o gasóleo e o menos procurado é o GPL.

4.5.2. TRANSPORTES FERROVIÁRIOS

Os transportes ferroviários são um meio de transporte importante nos acessos aos principais centros urbanos regionais, nacionais e internacionais. A Região Algarvia é composta pela Linha do Algarve (de Lagos a Vila Real de Santo António) e pela Linha Sul (linha da zona algarvia ao resto do país) (CMF, 2014).

A estação ferroviária em estudo localiza-se na zona central de Faro, mais propriamente no Largo da Estação (figura 8, a vermelho) (CMF, 2014):

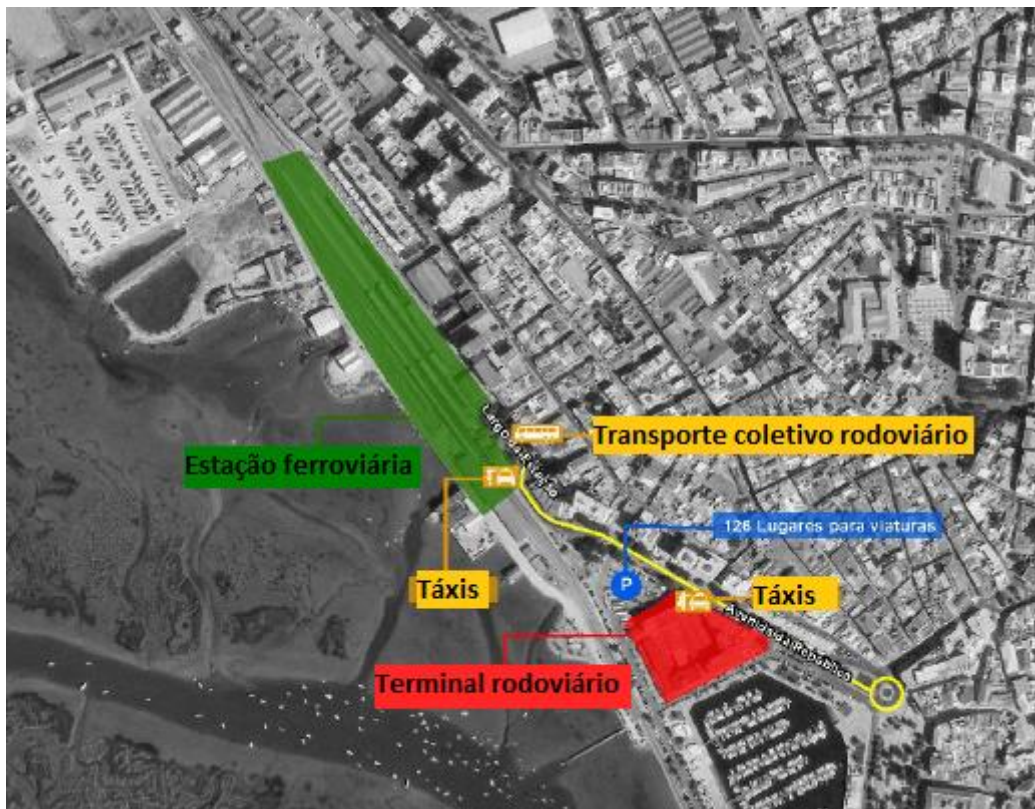


Figura 8 – Localização da estação ferroviária (CMF, 2014).

Na região Algarvia as estações entre Faro e Vila Real de Santo António estão perto dos aglomerados urbanos o que não acontece entre Lagos e Faro (mais propriamente em Loulé, Quarteira, Albufeira e Lagos), podendo então haver pouca aderência por parte da população face a outros tipos de transportes (CMF, 2014). Por outro lado, tem também problemas relacionados com a reduzida flexibilidade dos horários (CMF, 2012).

A Linha do Algarve é composta por 30 estações e apeadeiros em serviço, sendo que no concelho de Faro existem duas infraestruturas (estação de Faro e apeadeiro do Bom João). O

apeadeiro do Bom João situa-se na Avenida Aníbal Cruz Guerreiro estando a sul da zona residencial e a norte da área industrial (figura 9) (CMF, 2014).

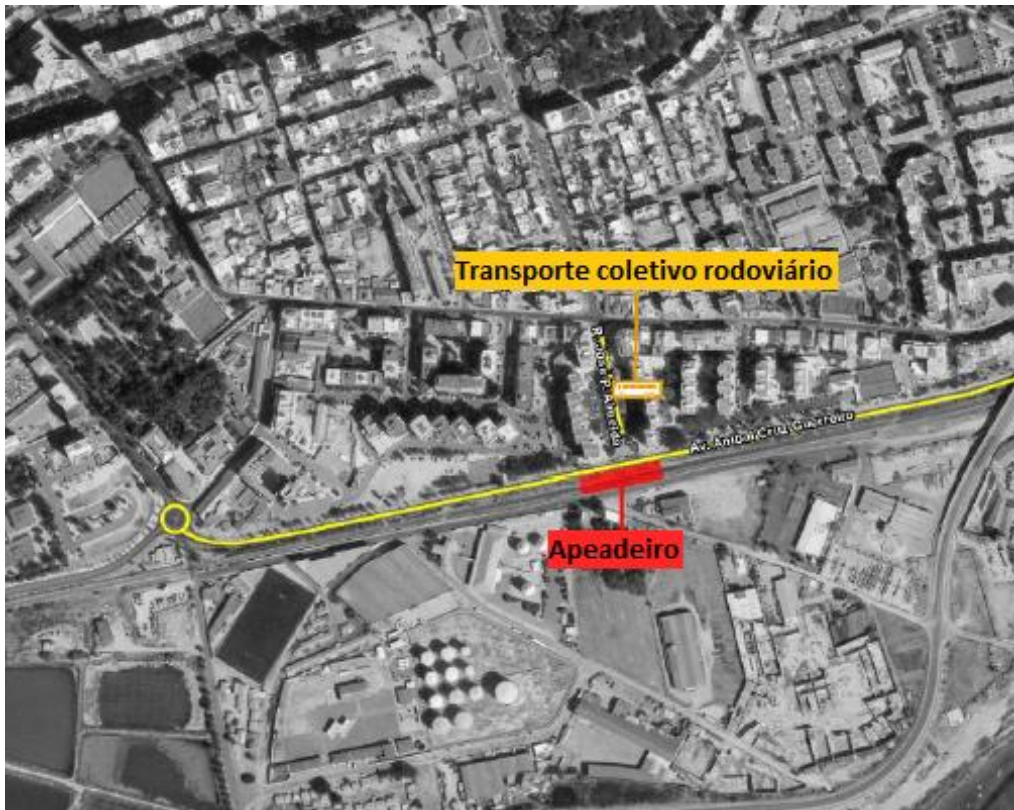


Figura 9 – Localização do apeadeiro do Bom João (CMF, 2014).

As rotas dos diversos serviços regulares de comboios de passageiros regional, intercidades e alfa pendular estão presentes na figura 10. Estes são operados pela empresa Comboios de Portugal (CP), que asseguram as ligações de passageiros na região e para o resto do território nacional (CMF, 2011) e pela Rede Ferroviária Nacional (REFER) que é responsável pela gestão da infraestrutura (CMF, 2014).

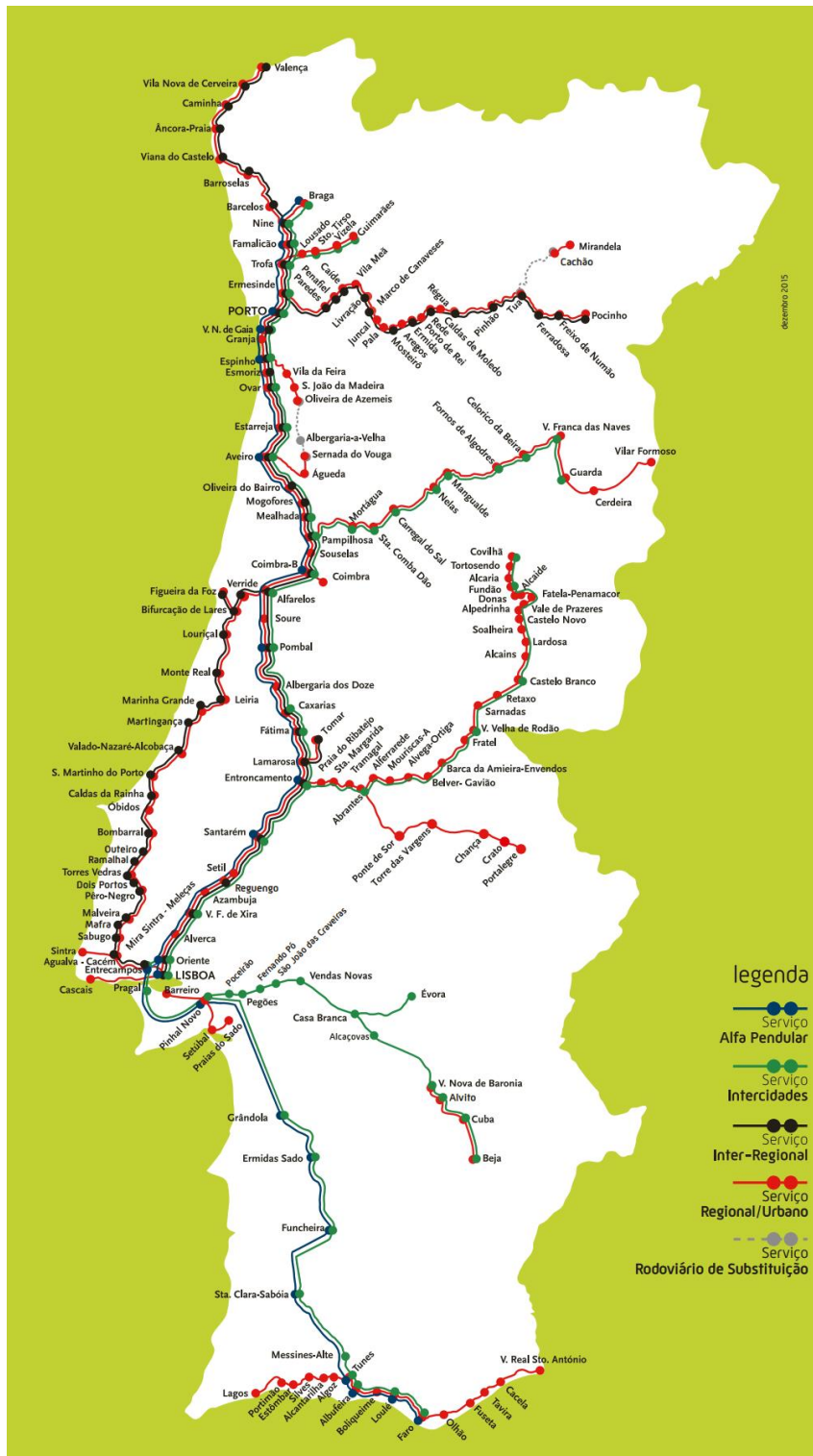


Figura 10 – Rotas dos serviços da CP.

Uma vez que os comboios que fazem trajetos para Faro não incluem os comboios inter-regionais, neste estudo apenas serão contabilizados os comboios regionais/urbanos (apenas contabilizando os de tração a diesel e não elétricos), alfa pendular e intercidades (de tração elétrica).

A REFER desenvolveu um estudo, em julho de 2013, sobre a viabilidade em ligar a Linha Algarvia ao Aeroporto Internacional de Faro (figura 11).



Figura 11 – Projeto de ligação da linha ferroviária ao aeroporto de Faro (CMF, 2014)

De acordo com o Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas remete-se para a importância da execução de um novo corredor horizontal no Algarve (ligação da linha férrea ao aeroporto de Faro), este é importante a nível turístico, que permite unir a região algarvia ao aeroporto de Faro, portos e plataforma logística da região (Lima & Monteiro, 2014).

A REFER (2017) está a desenvolver um projeto de eletrificação da linha do Algarve nos troços entre Tunes e Lagos e entre Faro e Vila Real de Santo António, reduzindo assim o tempo de trajeto entre as estações (figura 12).



Figura 12 – Demonstração dos troços estudados para eletrificação da linha do Algarve (REFER, 2017).

No projeto de eletrificação da linha Algarvia irão ser feitas várias intervenções, nomeadamente (REFER, 2017):

- Eletrificação do troço entre Tunes e Lago;
- Eletrificação do troço entre Faro e Vila Real de Santo António;
- Trabalhos acessórios para garantir as condições de eletrificação;
- Nova Subestação de Tração (SST) para o troço Faro – Vila Real de Santo António;
- Ampliação da SST de Tunes, para alimentação do troço Tunes – Lagos;
- Implementação do Retorno de Corrente e Terras de Proteção;
- Adaptação da Sinalização e Telecomunicações.

Tabela 13 – Planeamento do projeto de eletrificação da linha do Algarve (REFER, 2017).

Janeiro de 2017	Lançamento dos concursos para os projetos de eletrificação e dos respetivos Estudos de Impacte Ambiental.
3º trimestre de 2017	Lançamento do concurso para a empreitada de Conceção/Execução da nova SST e ampliação da SST e Tunes.
3º trimestre de 2018	Lançamento dos concursos das empreitadas de Eletrificação.
4º trimestre de 2020	Conclusão das empreitadas de Eletrificação.

4.5.2.1. Comboios regionais

Através dos horários presentes no site da CP (de 11 de dezembro de 2016) foi possível verificar o número de viagens que os comboios regionais percorrem ao longo do dia. Na tabela seguinte estão indicados os dados obtidos a partir dos horários da CP.

Tabela 14 – Nº de viagens e distâncias percorridas pelos transportes ferroviários regionais.

Trajetos	Lagos ↔ Faro	Faro ↔ V.R.S.A.	Lagos ↔ V.R.S.A.
Nº de viagens (ida e volta) diárias	2 ^[2]	6 ^[1] + 4 ^[3]	14 ^[1] + 2 ^[3]
Distância diária (km)	167 ^[2]	339 ^[1] + 226 ^[3]	1 959 ^[1] + 280 ^[3]
Distância anual (km)	50 374 ^[2]	123 735 ^[1] + 56 274 ^[3]	714 889 ^[1] + 69 670 ^[3]

[1] – diárias, [2] – Não de efetua aos domingos e feriados oficiais, [3] – Não se efetua aos fins-de-semana e feriados oficiais.

Segundo o “Diretório da Rede 2018” de I.P. (2016), entre Lagos e Faro são feitos 83,4 km e entre Faro e Vila Real de S^{to} António são 56,5 km, o que dá um total de 139,9 km entre Lagos e Vila Real de S^{to} António. Sabendo o número de viagens e a distância entre as estações é possível calcular a distância percorrida diariamente e posteriormente a distância anual (tabela 15).

Tabela 15 – Tabela simplificada do nº de viagens e das distâncias percorridas pelos transportes ferroviários regionais.

Trajetos	Lagos ↔ Faro	Faro ↔ V.R.S.A.	Lagos ↔ V.R.S.A.
Distância (km)	83,4	56,5	139,9
Nº viagens diárias (ida e volta)	2	10	16
Distância percorrida diariamente (km)	167	565	2 239
Distância percorrida anualmente (km)	50 374	180 009	784 559

Os transportes ferroviários regionais percorrem anualmente 1 014 942 km (tabela 15). Os dados fornecidos pela empresa *Comboios de Portugal* indicam um consumo unitário para os comboios regionais de tração a diesel de 1,25 l/km (CP, 2016), ou seja, 0,001 069 ton/km. Multiplicando estes valores é possível obter um consumo anual de 1 085 ton/ano.

4.5.2.2. Comboio intercidades e Alfa Pendular

Através da análise aos horários presentes no site da CP, de 11 de dezembro de 2016, verificou-se que os comboios intercidades efetuam 6 viagens e os comboios Alfa Pendular 6 viagens ambos entre Faro e Lisboa-Oriente – 310,60 km (I.P. 2016).

Tabela 16 – Nº de viagens e distâncias percorridas pelos transportes ferroviários intercidades e Alfa Pendular.

	Intercidades	Alfa Pendular
Nº viagens diárias (ida e volta)	6	4
Distância percorrida diariamente (km)	1 864	1 242
Distância percorrida anualmente (km)	680 214	453 476

Utilizando a equação 20 presente na metodologia, obtém-se um trajeto de 680 214 km/ano para o intercidades e 453 476 km/ano no caso do Alfa Pendular. Multiplicando estes valores pelos consumos unitários fornecidos pela empresa CP, S.A., (tabela 14) determinou-se que os comboios intercidades consomem 6 135 530 kWh/ano e os Alfa Pendular consomem 5 595 894 kWh/ano nas viagens de e para Faro.

Tabela 17 – Consumos em tração elétrica, registados em 2015 (CP, 2016).

Comboios	Consumo (kWh/km)
Intercidades	9,02
Alfa-Pendular	12,34
Regionais*	5,18

* Será utilizado para o cenário 2 nos resultados e discussão.

4.5.2.3. Movimentos Pendulares

Uma vez que os dados disponibilizados pela CP não são dados específicos para o município de Faro, tem que se ter em conta os movimentos pendulares. Estes consistem nas entradas e saídas da população no município de Faro. Estes movimentos destinam-se essencialmente nos movimentos casa-trabalho, casa-escola e vice-versa. Na tabela seguinte estão indicados os movimentos da população nos diferentes concelhos Algarvios.

Tabela 18 – Movimentos Pendulares da população Algarvia (INE, 2011).

Município	População entra no município para trabalhar/estudar	População que sai do município para estufar/trabalhar
Albufeira	7 357	3 654
Alcoutim	194	220
Aljezur	308	559
Castro Marim	693	1 431
Faro	16 811	6 784
Lagoa	3 006	4 802
Lagos	2 095	2 682
Loulé	7 343	6 612
Monchique	320	801
Olhão	2 212	8 733
Portimão	6 742	5 454
São Brás de Alportel	690	2 221
Silves	2 610	7 036
Tavira	1 780	3 072
Vila do Bispo	609	625
Vila Real de Santo António	1 583	1 929
TOTAL	54 353	56 615

Analisando a tabela anterior verifica-se que o total de população pendular nos diversos municípios Algarvios é de 110 968 habitantes, a população pendular de Faro é de 23 595 habitantes, ou seja, cerca de 21 % da totalidade dos movimentos pendulares da região, apesar

da população ser de apenas 14 % da região. Este valor será importante para determinar as emissões de CO_{2e} da população de Faro.

4.5.3. TRANSPORTES AÉREOS

O Aeroporto Internacional de Faro (figura 13) é considerado um dos principais aeroportos portugueses e localiza-se na freguesia de Montenegro perto do município de Faro (CMF, 2014).

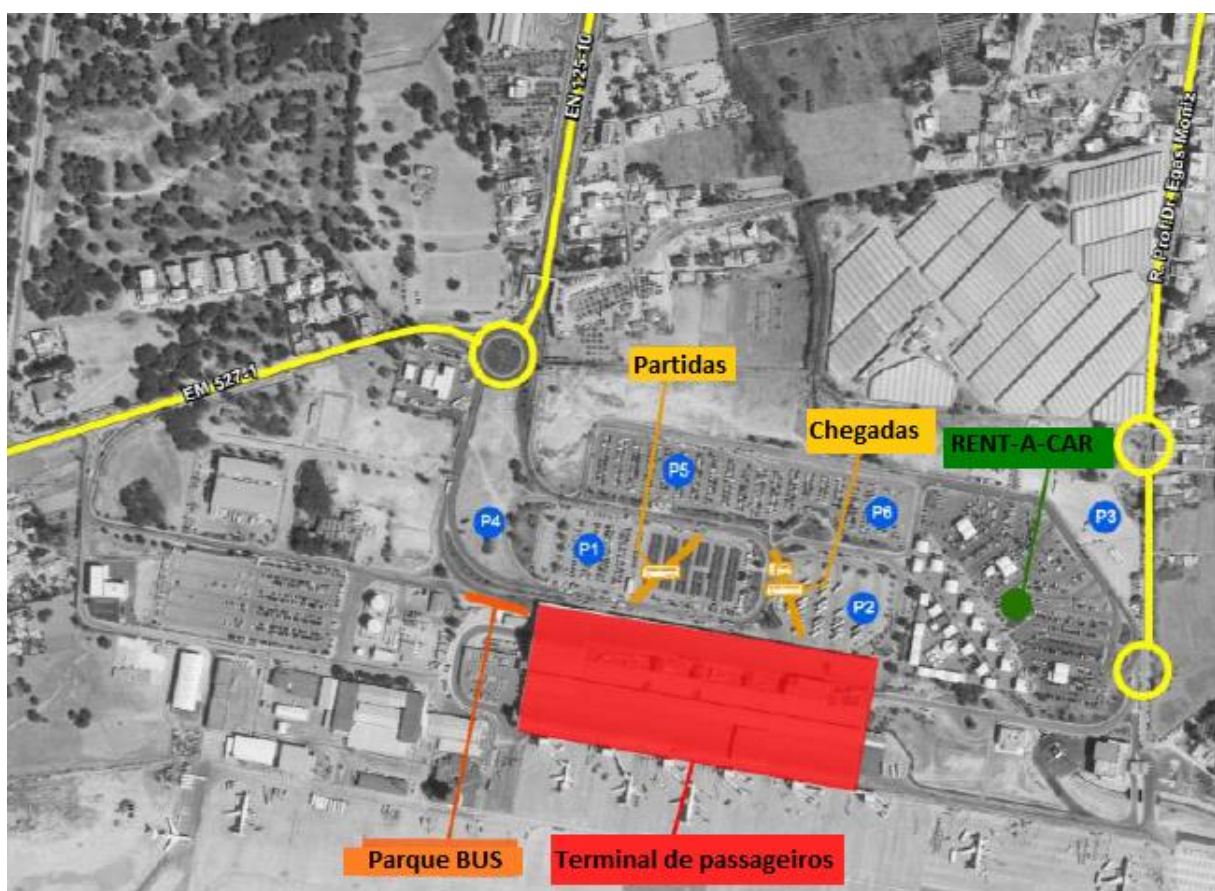


Figura 13 – Localização do Aeroporto Internacional de Faro (CMF, 2014).

De acordo com a dissertação realizada por Sousa (2011), para quantificar as suas emissões atmosféricas tem que se quantificar diversas fontes de emissão, como: aeronaves, veículos de apoio e socorros, viaturas de serviço, tráfego rodoviário e fontes fixas.

Tabela 19 – Emissões de monóxido de carbono no Aeroporto de Faro (Sousa, 2011).

Contaminante	Emissões CO (ton/ano)	Emissões CO (g/ano)	Emissões de CO ₂ (g/ano)	Emissões correspondentes a Faro (ton/ano)*
Aeronaves	210,07	210 070 000	330 110 000	5,695
Ground Support Equipment	515,87	515 870 000	810 652 857	13,986
Auxiliary Power Unit	9,33	9 330 000	14 661 429	0,253
Fontes fixas	0,44	440 000	691 429	0,012
Treino de incêndio	0,16	160 000	251 429	0,004
Total	735,87	735 870 000	1 156 367 143	19,950

* Dormidas de estrangeiros no Algarve: 11 354 305 habitantes e em Faro: 195 888 habitantes, o que corresponde a uma fração de 0,01725 (PORDATA, 2017).

4.5.4. TRANSPORTES MARÍTIMOS

A doca de recreio de Faro é localizada no interior da Ria Formosa, com capacidade para 500 embarcações pequenas. Para ter acesso às docas tem que se circular por baixo de uma ponte onde passam os comboios regionais para Vila Real de Santo António (CMF, 2014).

As quantidades de gasolina vendidas nas docas de Recreio de Faro nos anos de 2013, 2014 e 2015 (tabela 20), foram obtidos através do contacto direto com a secretária das Docas de Recreio de Faro. Estes dizem respeito apenas aos transportes marítimos que abastecem no local, pois não foram disponibilizados mais dados.

Tabela 20 – Quantidades de combustível vendidos nas docas de Faro.

Anos	Quantidade de gasolina 95 vendida (l/ano)	Quantidade de gasolina 95 vendida (ton/ano)
2013	137 881	103,41
2014	136 854	102,64
2015	140 747	105,56

Os dados disponíveis são apenas referentes aos transportes marítimos que abastecem nas docas do recreio.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta secção são apresentados os resultados obtidos através dos cálculos efetuados para a obtenção das emissões de dióxido de carbono equivalente e a discussão dos mesmos.

5.1. ÁGUA POTÁVEL

As emissões anuais de CO_{2e} não variam muito ano após ano (figura 14). Nos diferentes anos apenas cerca de 80 – 84 % da água distribuída é que foi consumida (entre os 3 284 e os 3 464 ton CO_{2e}), a restante é perdida no sistema de distribuição. Com a quantificação da pegada de carbono na distribuição da água verifica-se que as emissões não sofreram muitas alterações ao longo do ano. Quanto às perdas entre 2012 e 2014 houve um aumento de 217 ton CO_{2e}, isto demonstra que não houve grandes alterações, nem medidas de minimização para evitar que hajam tantas perdas de água, neste caso não houve manutenção nas roturas das condutas de distribuição. Entre 2014 e 2016 as perdas de água reduziram 90 ton CO_{2e}, o que é um princípio para uma diminuição da pegada. A pegada relativamente ao consumo de água no concelho é de 0,05 ton CO_{2e} *per capita* entre 2010 e 2016.

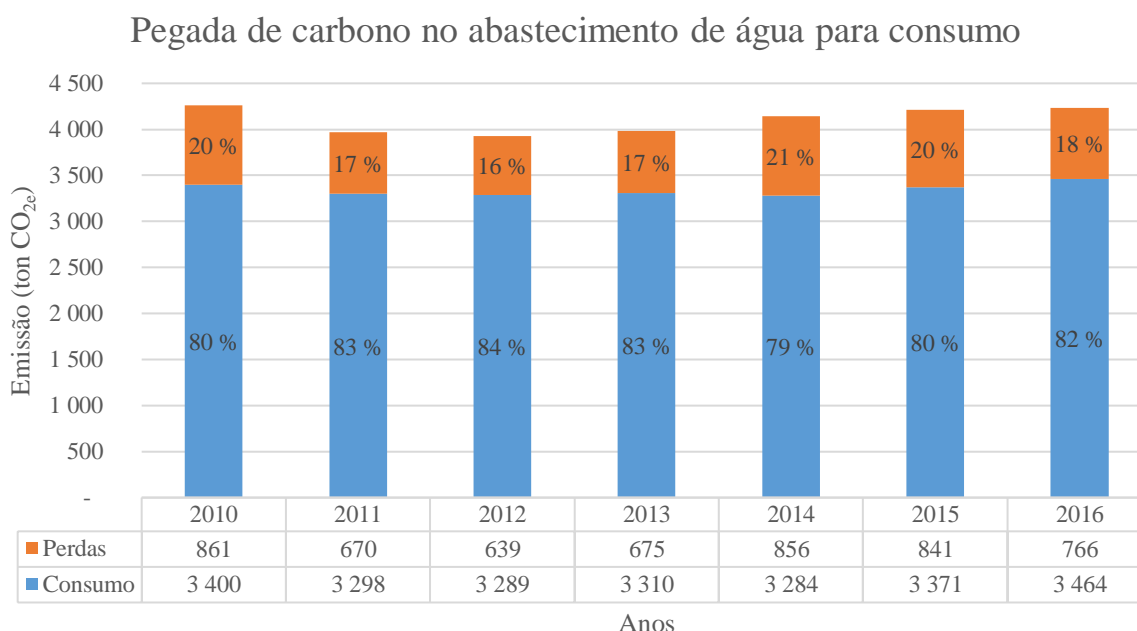


Figura 14 – Pegada de carbono referentes ao abastecimento de água para consumo, no concelho de Faro.

Uma medida de redução da pegada relativamente ao abastecimento de água é aumentar a eficiência na distribuição das águas de abastecimento. No limite poderão atingir-se reduções de cerca de 20% das emissões apenas pelo controlo de perdas. Uma outra forma de diminuir a pegada de água para consumo é realizar mais campanhas de sensibilização sobre os gastos desnecessários da água, como por exemplo, a quantidade de água gasta no duche, limpar com frequência os filtros das máquinas de lavar roupa e/ou loiça e evitar fazer lavagens sem as máquinas estarem cheias. Outras formas de minimizar os gastos de água no município é:

- Reduzir a utilização da água potável em atividades que possam ter o mesmo desempenho, utilizando outras origens de água como a utilização da água da chuva e reutilização de águas residuais tratadas.
- Fazer a manutenção dos sistemas de rega frequentemente, por forma a eliminar fugas que possam existir.
- Realizar regas nas horas de menor calor (antes das 8 horas e depois das 18 horas) de modo a diminuir as perdas por evaporação.
- Evitar regar em dias muito ventosos de modo a minimizar as perdas por evaporação e transporte.
- Regulação da intensidade de rega de modo a não criar escoamento superficial para pavimentos e sumidouros;
- Instalação de dispositivos que permitam a suspensão da rega quando ocorre precipitação.
- Aumento dos espaços verdes com espécies autóctones que exigem menores quantidades de água e agrupar os vários tipos de plantas de acordo com as necessidades de água de cada uma. Juntamente com esta medida, fazer a remoção das espécies infestantes que consomem parte da água abastecida.
- Implementação de sistemas duais para abastecimento de água: um de água potável e outro de água para rega.
- Optar por utilizar autoclismos com sistema de dupla descarga (meia descarga e descarga completa) ou redução do volume de água dentro do autoclismo utilizando um objeto ou barreira no reservatório que reduza o volume de água armazenada (exemplo: garrafa de água de 1,5 litros).
- Além da rega, a lavagem de automóveis, passeios ou pátios e descargas de autoclismos podem ser feitas com água não potável, mas com elevados padrões de qualidade.

5.2. DRENAGEM E TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

As emissões de CO_{2e} sofreram um aumento entre 2012 e 2016 (figura 15) de 150 ton CO_{2e} o que poderá indicar que houve muito desperdício de água ou aumento do turismo.



Figura 15 – Pegada de carbono relativamente às águas residuais, no concelho de Faro.

As águas residuais podem ser diminuídas através da utilização de sanitas com sistema de vácuo (por exemplo em aeroportos, centros comerciais, etc). A utilização de água no autoclismo com sistema de dupla descarga evita a sobrecarga no sistema centralizado de esgotos. A água residual proveniente dos chuveiros pode ser tratada e reaproveitada para rega, autoclismos e lavagem de automóveis e pavimentos. A utilização da água residual tem a vantagem de aumentar a fertilidade do solo.

Faro contém uma pegada proveniente das águas residuais de 0,02 t CO_{2e} *per capita* o qual comparando com o caso de estudo de Ramachandra *et al.*, (2015) é inferior (Calculá com 0,117 ton CO_{2e} *per capita* e as restantes cidades com 0,085 ton CO_{2e} *per capita*) (Anexo A, tabela A1 e A2).

5.3 ELETRICIDADE

Para o estudo da pegada de carbono do consumo de eletricidade irá ter-se em conta os consumos dos edifícios do Estado, iluminação das vias públicas e residências.

5.3.1. Cenário base

Irá começar-se por analisar o cenário atual (figura 16) no município de Faro entre 2011 e 2013. Com isto pode verificar-se que Faro é responsável por uma pegada de carbono no consumo de eletricidade de 94 141 ton CO_{2e} em 2011, 100 518 ton CO_{2e} em 2012 e de 82 457 ton CO_{2e} em 2013. Verifica-se também que as habitações são as que mais contribuem para a pegada do município.

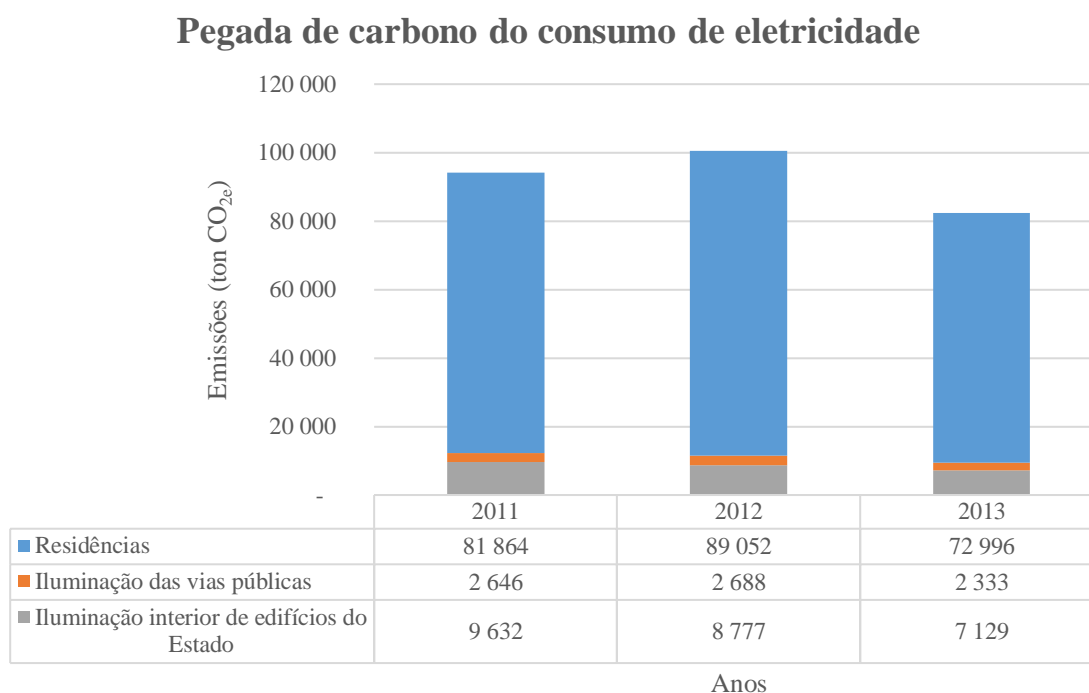


Figura 16 – Pegada de carbono do consumo de eletricidade nas residências, vias públicas e edifícios do Estado, no concelho de Faro.

As residências com valores entre 1,13 e 1,38 ton CO_{2e} *per capita* (entre 2011 e 2013) são as que têm maior pegada por habitante (tabela 21), posteriormente a iluminação interior de edifícios do Estado com 0,04 ton CO_{2e} *per capita* e por fim a iluminação das vias públicas com valores entre 0,11 e 0,15 ton CO_{2e} *per capita* (entre 2011 e 2013).

Tabela 21 – Pegada de carbono do consumo de eletricidade por habitante, no concelho de Faro.

Anos	Residências (ton CO _{2e} per capita)	Iluminação das vias públicas (ton CO _{2e} per capita)	Edifícios do Estado (ton CO _{2e} per capita)	Total (ton CO _{2e} per capita)
2011	1,27	0,04	0,15	1,46
2012	1,38	0,04	0,14	1,56
2013	1,13	0,04	0,11	1,28

Faro emite uma pegada de carbono da eletricidade de 85 274 ton CO_{2e} o que representa uma pegada de 1,32 ton CO_{2e} per capita em 2013. Tendo em conta os estudos feitos por Ramachandra et al., (2015) e por Bhojar et al., (2014) presente no subcapítulo 2.2.3.1. e 2.2.3.2. verifica-se que no primeiro estudo, a vários municípios da Índia, foram emitidas pegadas entre 1 036 140 e 8 385 350 1,32 ton CO_{2e}, ou seja, pegadas entre 0,172 e 0,837 ton CO_{2e} per capita. Isto é, Faro tem uma pegada per capita superior a qualquer um destes locais (entre 1,28 e 1,46, entre 2011 e 2013).

As lâmpadas incandescentes tradicionais são as mais baratas por isso são as mais utilizadas. Estas por sua vez consomem muita energia o que provoca um impacto ambiental negativo.

Para o estudo da pegada de carbono na eletricidade assume-se que os consumos obtidos são todos resultantes da iluminação com lâmpadas convencionais (cenário base), ou seja, lâmpadas incandescentes. Com isto é possível estudar três cenários para ver qual a melhor forma de minimizar esta pegada. No primeiro cenário irá ter-se em conta a substituição de todas as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes e no segundo cenário irá ser analisado o caso em que apenas metade das lâmpadas são substituídas por lâmpadas económicas.

5.3.2. Cenário 1: todas as lâmpadas fluorescentes

A substituição total das lâmpadas incandescentes por lâmpadas economizadoras (tabela 22), neste caso fluorescentes faz com que o consumo de energia seja menor (redução de 77 %). Estas lâmpadas provocam menor impacto ambiental que as incandescentes. Apesar de serem mais caras que as incandescentes. Para o estudo teve-se em conta uma redução do consumo de eletricidade das lâmpadas fluorescentes de 23,46 % (cálculos no Anexo C) em comparação com as lâmpadas incandescentes.

Tabela 22 – Emissões de CO_{2e} do consumo de eletricidade (cenário 1).

Anos	Residências (ton CO _{2e})	Iluminação das vias públicas (ton CO _{2e})	Edifícios do Estado (ton CO _{2e})	Total (ton CO _{2e})
2011	19 156	619	2 254	22 029
2012	20 838	629	2 054	23 521
2013	17 081	546	1 668	19 295

Através da utilização de lâmpadas fluorescentes são emitidas entre 19 295 e 23 521 ton CO_{2e} para a atmosfera.

5.3.3. Cenário 2: metade lâmpadas incandescentes e outra metade fluorescentes

Estuda-se aqui o impacto da eletricidade utilizando metade das lâmpadas incandescentes e a outra metade lâmpadas fluorescentes, entre 2011 e 2013 (tabela 23).

Tabela 23 – Emissões de CO_{2e} do consumo de eletricidade (cenário 2).

Anos	Residências (ton CO _{2e})	Iluminação das vias públicas (ton CO _{2e})	Edifícios do Estado (ton CO _{2e})	Total (ton CO _{2e})
2011	50 510	1 632	5 943	58 085
2012	54 945	1 658	5 416	62 019
2013	45 038	1 439	4 399	50 876

O tipo de lâmpadas utilizado é importante, pois cada lâmpada tem um tipo de vida diferente e um impacto ambiental diferente. Como se pode comprovar (figura 17) as lâmpadas incandescentes são mais prejudiciais ambientalmente. Isto é, a utilização de lâmpadas incandescentes gera mais emissões de carbono uma vez que têm mais perdas de calor que as lâmpadas fluorescentes. Por isso, a utilização deste tipo de lâmpadas em casa irá reduzir os custos energéticos e as emissões atmosféricas.

Pegada de carbono do consumo de eletricidade (comparação de cenários, em 2013)

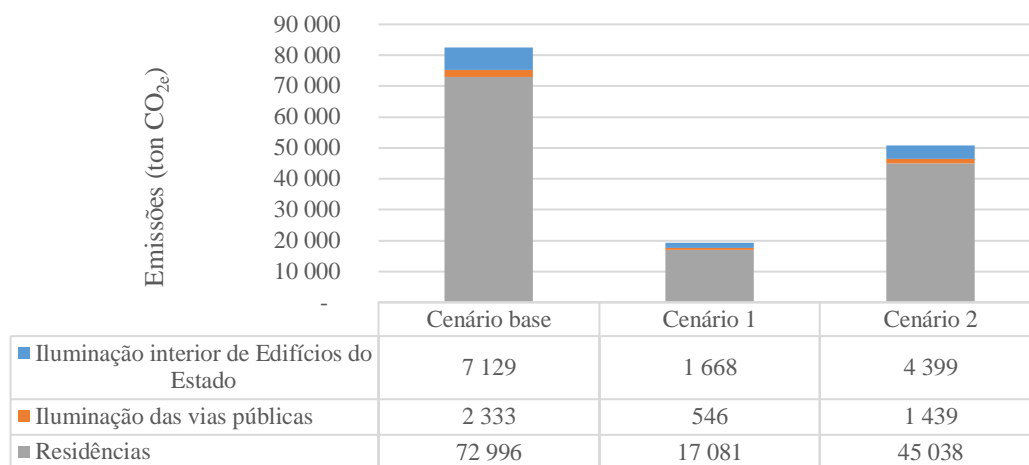


Figura 17 – Pegada de carbono no consumo de energia elétrica, no concelho de Faro, em 2013.

Analisando os três cenários (tabela 24), verifica-se que o cenário 1 (todas as lâmpadas fluorescentes) é o que apresenta menores emissões *per capita*. O cenário 1 apresenta uma pegada 77 % menor quando comparado com o cenário base, por outro lado o cenário 2 tem uma pegada de 38 % menor que o cenário base.

Tabela 24 – Emissões *per capita* para cada cenário, em 2013.

Anos	Residências (ton CO _{2e} <i>per capita</i>)	Iluminação das vias públicas (ton CO _{2e} <i>per capita</i>)	Iluminação dos Edifícios do Estado (ton CO _{2e} <i>per capita</i>)
Cenário base	1,13	0,04	0,15
Cenário 1	0,26	0,01	0,03
Cenário 2	0,70	0,03	0,09

Melhoria através da gestão autárquica

- Informar a população de que as paredes e tetos das casas pintadas com cores claras exige menor nível de iluminação artificial.
- No exterior reduzir a iluminação sempre que possível e sem prejudicar a segurança dos habitantes, mas áreas de circulação, parques de estacionamento e garagens.
- Fazer campanhas de consciencialização para que a população opte por escadas no lugar de elevadores (utilizar este só em casos necessários, como por exemplo, carrinhos de bebés, cadeiras, idosos e para pisos demasiados altos).

- Colocar por exemplo dois interruptores nas divisões maiores da casa por forma a dar para acender metade das lâmpadas quando não for necessário a iluminação completa da sala.
- Utilizar projetores com sensor de movimento nas zonas menos movimentadas por forma a reduzir o consumo de energia.
- Nas zonas próximas das janelas, instalar sensores com fotocélulas para ajustar automaticamente os níveis de iluminação necessárias para complementar a luz natural.

Melhoria dos hábitos dos cidadãos

- Substituição das lâmpadas tradicionais, como foi referido anteriormente.
- Desligar as luzes das divisões que não estão a ser utilizadas.
- Evitar acender as luzes durante o dia, utilizar sempre que possível a luz natural.
- Manter as lâmpadas limpas para permitir a reflexão máxima da luz.
- Utilizar o Programa Energy Star nos computadores para que este desligue o monitor sempre que este não esteja a ser utilizado.
- Passar a roupa a ferro apenas quando há muita roupa para passar. Colocar a temperatura adequada a cada tipo de tecido, passando primeiro os tecidos mais grossos, pois necessitam de temperaturas mais elevadas.
- Desligar a televisão no botão sempre que não esteja a ser utilizada e não colocar em standby. Utilizar televisões que contenham função de desligamento automático.

Além do que foi referido anteriormente poderão também ser implementadas algumas medidas de gestão energética, como a melhoria do isolamento das habitações e edifícios, melhoria do sombreamento natural em torno dos edifícios, aumento das áreas verdes na cidade por forma de controlo natural da temperatura ambiental, ventilação natural para diminuir a temperatura do interior das habitações e utilização de sistemas passivos de climatização. Nos edifícios e habitações com maior incidência da radiação solar podem ser implementados sistemas de aquecimento passivos de ganho direto, isto é, o espaço que se pretende aquecer deve dispor de vãos envidraçados orientados de forma a que a radiação solar incida nas paredes e pavimento interior. Nos espaços com jardins podem ser colocadas trepadeiras de folha caduca

de forma a proteger a habitação do calor no verão e no inverno deixar que a radiação entre no interior.

5.4. RESÍDUOS

A pegada de carbono dos resíduos (figura 18) emite uma pegada de cerca de 0,2 ton CO_{2e} *per capita*. Esta por sua vez, entre 2012 e 2016 sofreu um aumento de 1 064 ton CO_{2e}.

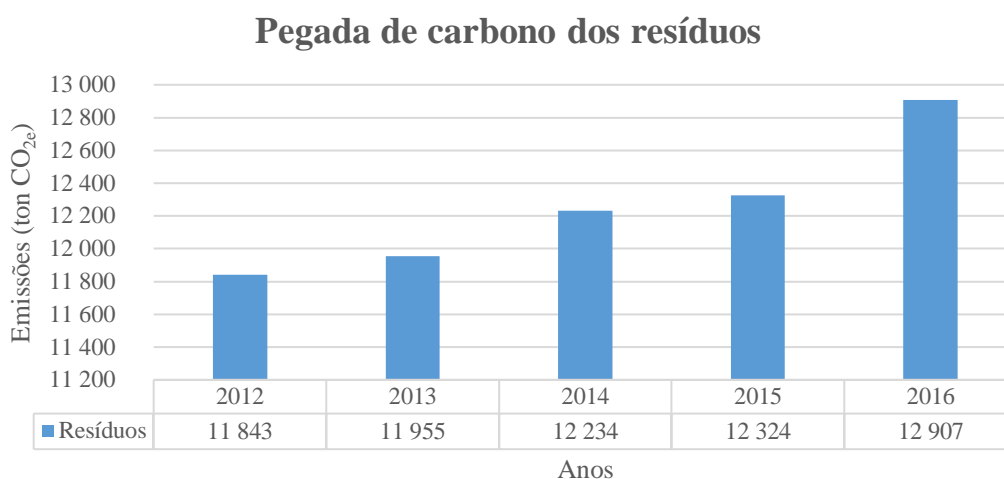


Figura 18 – Pegada de carbono dos resíduos, no concelho de Faro.

Uma forma de diminuir as emissões seria fazer mais campanhas de educação e sensibilização junto das camadas mais jovens mostrando a importância da reciclagem dos materiais e redução da produção dos resíduos. Fazer jogos com as crianças para que comecem a gostar de reciclar e assim incentiva-os a querer fazer o mesmo no seu dia-a-dia.

O reaproveitamento dos resíduos é uma forma de dar uma outra utilidade aos mesmo, isto é, por exemplo através de uma garrafa de plástico é possível fazer vasos, suporte de canetas, entre outros. Uma outra forma de diminuir a pegada dos resíduos é a colocação de mais ecopontos de recolha seletiva no município, pois muitas pessoas preferem colocar os resíduos no contentor de indiferenciados, por não quererem deslocar-se mais longe.

A minimização dos resíduos também poderá ser feita através da venda de produtos a granel, o que já existem em alguns hipermercados. Para isso tem que se ter maior variedade e qualidade de produtos disponível ao cliente.

A otimização dos circuitos de recolha também é uma forma de minimizar as emissões de CO₂ provenientes do consumo de combustível das viaturas de recolha de resíduos.

No estudo feito por Ramachandra *et al.*, (2015) as emissões de carbono na deposição de resíduos variam entre 219 890 e 869 920 ton CO_{2e} e entre os 0,042 e os 0,119 ton CO_{2e} *per capita*, em diversos municípios. Comparando com o caso de estudo verifica-se que as emissões de carbono em Faro (0,2 ton CO_{2e} *per capita*) são superiores às do caso de estudo de vários municípios na Índia. No segundo estudo Bhoyar *et al.*, (2014) afirma que a pegada de Bombaim é de 0,19 ton CO_{2e} *per capita* no meio urbano o que indica que esta tem uma pegada aproximadamente igual à de Faro.

5.5. TRANSPORTES

Neste subcapítulo irá estar a discussão relativamente aos transportes rodoviários, ferroviários, aéreos e marítimos. A análise dos transportes rodoviários será feita com base no tipo de combustíveis utilizados por este tipo de transporte. Os transportes ferroviários foram separados em comboios regionais, alfa pendular e intercity. Por fim serão estudados os transportes aéreos e os marítimos.

5.5.1. Transportes rodoviários

Através das fórmulas presentes na metodologia e dos fatores de emissão foi possível calcular as emissões de dióxido de carbono, metano e óxido nítrico (tabela 25).

Tabela 25 – Emissões de dióxido de carbono, metano e óxido nítrico, nos transportes rodoviários, por tipo de combustível.

Emissões	Combustível \ Anos	2009	2010	2011	2012	2013
CO₂	GPL (ton)	229	303	529	725	1 394
	Gasolina (ton)	45 153	39 770	35 171	29 951	24 807
	Gasóleo (ton)	92 327	89 186	85 190	75 903	69 093
CH₄	GPL (ton)	0,225	0,297	0,520	0,712	1,370
	Gasolina (ton)	2,328	2,051	1,813	1,544	1,279
	Gasóleo (ton)	4,859	4,694	4,484	3,995	3,636
N₂O	GPL (ton)	0,001	0,001	0,002	0,002	0,004
	Gasolina (ton)	3,492	3,076	2,720	2,316	1,919
	Gasóleo (ton)	4,859	4,694	4,484	3,995	3,636

Uma vez que a pegada de carbono é quantificada em toneladas de dióxido de carbono equivalentes é necessário converter o CH₄ e o N₂O (tabela 26).

Tabela 26 - – Emissões totais de dióxido de carbono equivalentes dos transportes rodoviários.

Anos	GPL (ton CO _{2e})	Gasolina (ton CO _{2e})	Gasóleo (ton CO _{2e})	Total (ton CO _{2e})
2009	235	46 252	93 896	140 383
2010	310	40 738	90 702	131 750
2011	542	36 027	86 639	123 208
2012	743	30 679	77 193	108 616
2013	1 430	25 411	70 267	97 108

Para uma melhor perceção somam-se as emissões por tipo de combustível nos diversos anos obtendo-se as emissões totais de CO_{2e} para os transportes rodoviário (figura 19).

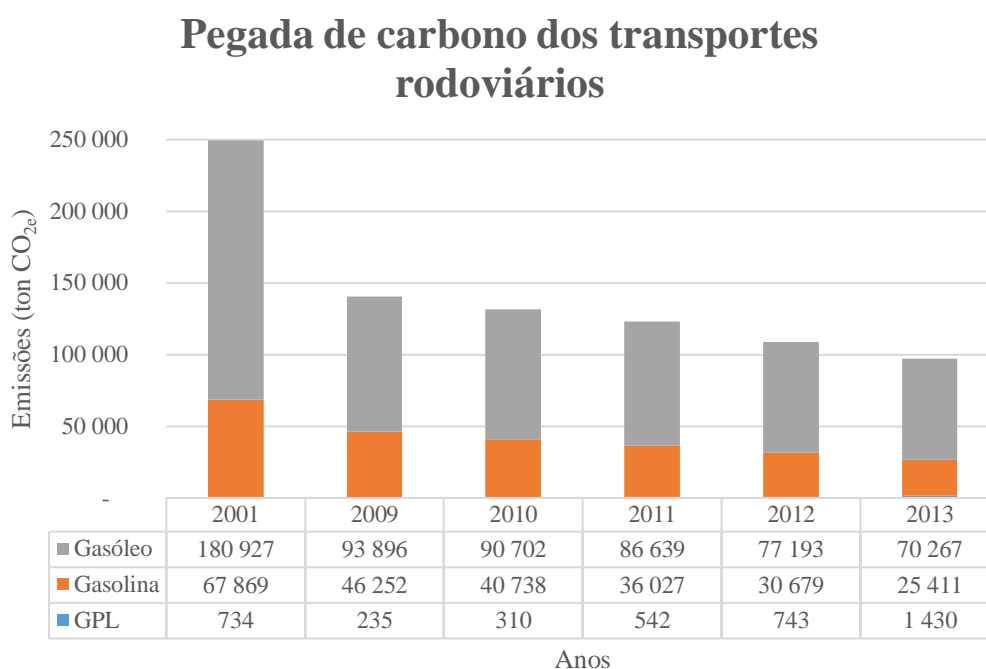


Figura 19 – Pegada de carbono dos transportes rodoviários, no concelho de Faro.

Como se pode verificar pela figura 19 o combustível mais utilizado é o gasóleo. A emissão devido ao GPL não aparece nas barras porque como é uma quantidade bastante inferior não é possível observar com esta escala, estando apenas presente sob a forma de tabela a quantidade emitida. Verifica-se que a pegada de carbono dos transportes rodoviários tem vindo a diminuir ano após ano. Esta diminuição poderá dever-se à maior aderência da população pela utilização de GPL como alternativa ao gasóleo e à gasolina. Pois como se pode verificar os consumos (tabela 12) destes dois últimos combustíveis tem diminuído e isso faz com que as emissões resultantes sejam menores. Uma outra possibilidade para esta diminuição ao longo do ano é a aderência da população aos transportes públicos, bicicletas e percursos pedestres.

Uma forma de diminuir a pegada de carbono dos transportes rodoviários seria a realização da ligação da linha ferroviária ao aeroporto de Faro, com isto diminuía o tráfego rodoviário entre o centro do município e o aeroporto, ou seja, as emissões seriam menores uma vez que os comboios ferroviários transportam mais passageiros que um carro ou autocarro. A utilização de carros mais económicos e/ou a GPL é uma boa forma de diminuir as emissões de GEE. Sensibilizar a população para a utilização de transportes públicos (como o comboio e o autocarro) em alternativa ao transporte individual.

Os passageiros que têm maior dificuldade em se dirigir aos transportes públicos por morarem longe do local de destino poderão optar pelo *car sharing* e por partilhar o carro com outros habitantes que se desloquem desses locais, dividindo assim os gastos. Dentro dos municípios a população poderia optar mais por trajetos de bicicleta ou a pé, pois são económicos e amigos do ambiente, caso não seja possível podem optar sempre pelos transportes públicos, como já tinha referido anteriormente.

5.5.2. Transportes ferroviários

Neste subcapítulo são estudados os vários tipos de comboios (regionais, alfa pendular e intercidades) em separado. Além disso será feito um cenário alternativo (eletrificação da linha ferroviária) para determinar qual a redução que ocorre das emissões de GEE.

5.5.2.1. Cenário base que corresponde ao estado atual:

Este cenário é composto por transportes regionais de tração a diesel e comboios de tração elétrica (intercidades e Alfa Pendular).

Os transportes regionais de tração a diesel, em 2013 emitiam cerca de 3 462 ton CO₂, 0,1822 ton CH₄ e 0,1822 N₂O o que dá no total uma emissão de cerca de 3 521 ton CO_{2e}. Este valor será tido como uma constante para os restantes anos (2009 a 2013).

Tabela 27 – Emissões de dióxido de carbono equivalentes dos transportes ferroviários intercidades e Alfa Pendular.

	Comboio Intercidades (ton CO _{2e})	Comboio Alfa Pendular (ton CO _{2e})
2011	1 749	1 595
2012	1 982	1 807
2013	1 693	1 544

Analisando agora os comboios de tração elétrica (intercidades e Alfa Pendular) verifica-se que as emissões dos dois são quase idênticas (tabela 27).

Pegada de carbono dos transportes ferroviários

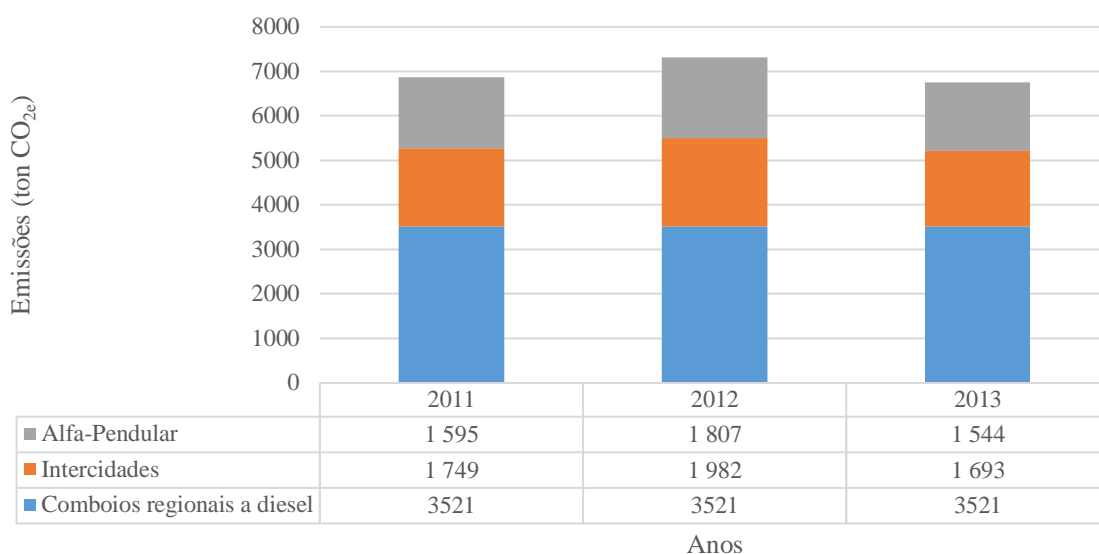


Figura 20 – Pegada de carbono dos transportes ferroviários, cenário base, no concelho de Faro.

Os comboios regionais são os que mais contribuem para a pegada neste setor (figura 20). Por outro lado, o Alfa Pendular é o que tem menores emissões de GEE. Os comboios regionais apresentam maior impacto ambiental.

5.5.2.2. Cenário alternativo, que corresponde à eletrificação de toda a linha algarvia

Estuda-se aqui o impacto da eletrificação da linha algarvia, este cenário é composto apenas por transportes de tração elétrica (regionais, intercidades e Alfa Pendular). Os dados para os comboios Intercidade e o Alfa Pendular são os mesmos para os dois cenários, só variando os transportes regionais em que no cenário 1 são de tração a diesel e no cenário 2 são de tração elétrica. Tendo em conta os dados fornecidos pela empresa *Comboios de Portugal* (tabela 17). As emissões provenientes dos transportes de tração elétrica seriam:

Pegada de carbono dos transportes ferroviários (cenário alternativo)

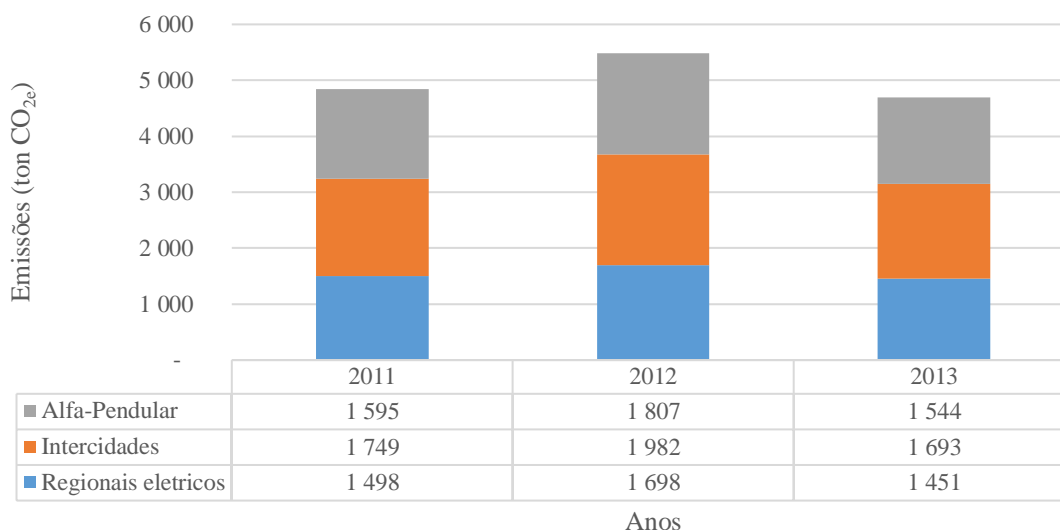


Figura 21 – Pegada de carbono dos transportes ferroviários, através da eletrificação da linha algarvia (cenário alternativo).

As emissões provenientes dos transportes ferroviários regionais de tração a diesel (figura 20) são superiores ao de tração elétrica (figura 21).

Tabela 28 – Emissões totais anuais para os dois cenários e a redução que ocorre quando a eletrificação da linha.

Anos	Cenário base (ton CO _{2e})	Cenário alternativo (ton CO _{2e})	% de redução
2011	1460	1 030	29%
2012	1554	1 167	25%
2013	1437	997	31%

Nota: estes valores têm em conta os movimentos pendulares

A eletrificação da linha algarvia iria ter um impacto positivo pois iria reduzir as emissões de GEE entre 21 e 35 % (tabela 26) assim como teria horários mais flexíveis e tempos de viagem mais reduzidos. O tempo de viagem entre as diversas estações iria reduzir cerca de (Tão, 2010):

- 45 minutos entre Lagos e Vila Real de Santo António;
- 25 minutos entre Lagos e Faro;
- 40 minutos entre Portimão e Vila Real de Santo António;
- 25 minutos entre Portimão e Faro;
- 20 minutos entre Faro e Vila Real de Santo António.

A ligação da estação de Faro ao aeroporto também será uma boa alternativa aos transportes rodoviários como já tinha sido referido, pois iria diminuir bastante as emissões provenientes dos transportes rodoviários que têm maior pegada *per capita* que os ferroviários.

5.5.3. TRANSPORTES AÉREOS

As emissões relativamente aos transportes aéreos foram calculadas por Sousa (2011), e indicam uma pegada de aproximadamente 1 156 ton CO_{2e}, o que corresponde a uma pegada de 0,0003 ton CO_{2e} *per capita*.

Tabela 29 – Emissões dos transportes aéreos e respetivas emissões de dióxido de carbono equivalentes.

Contaminante	Emissões (ton CO _{2e})	Emissões correspondentes a Faro (ton CO _{2e})
Aeronaves	330,110	5,695
Ground Support Equipment	810,653	13,986
Auxiliary Power Unit	14,661	0,253
Fontes fixas	0,691	0,012
Treino de incêndio	0,251	0,004
Total	1156,367	19,950

Para minimizar e/ou prevenir as emissões de GEE a partir das aeronaves e das viaturas de apoio tem que se ter em conta a otimização das frotas de viaturas de apoio, através da obtenção de viaturas de combustão mais eficientes; elaboração de planos de monitorização para o Grupo Operacional de Combustíveis. Nos treinos de incêndio utilizar GPL como alternativa ao gasóleo, óleos usados ou querosene. Melhoria das condições de acesso ao aeroporto (maior número de transportes coletivos) (Sousa, 2011). Utilização de combustíveis menos poluentes nas aeronaves e veículos de apoio em alternativa ao diesel.

5.5.4. TRANSPORTES MARÍTIMOS

A pegada de carbono dos transportes marítimos varia entre 321 e 330 entre 2013 e 2015 (tabela 28) o que equivale a uma pegada de 0,005 ton CO_{2e} *per capita*.

Tabela 30 – Emissões dos transportes marítimos e respetivas emissões totais de dióxido de carbono equivalentes.

Anos	Emissões de CO ₂ (ton)	Emissões de CH ₄ (ton)	Emissões de N ₂ O (ton)	Emissões totais (ton CO _{2e})
2013	315	0,017	0,026	343,5
2014	313	0,017	0,026	340,9
2015	322	0,018	0,026	350,6

Após ter sido contabilizada a pegada de carbono entre 2013 e 2015 (tabela 30) dos transportes marítimos verificou-se que entre 2013 e 2014 houve uma diminuição das emissões e entre 2014 e 2015 houve um aumento, isto acontece porque os consumos não são muito estáveis. Tendo em conta as informações que foram dadas na secretaria das Docas do Recreio de Faro os consumos são muito variados pois não dependem apenas da época balnear. No inverno ocorrem muitas variações, pois há anos em que no inverno há maior consumo e outros em que o consumo é mínimo.

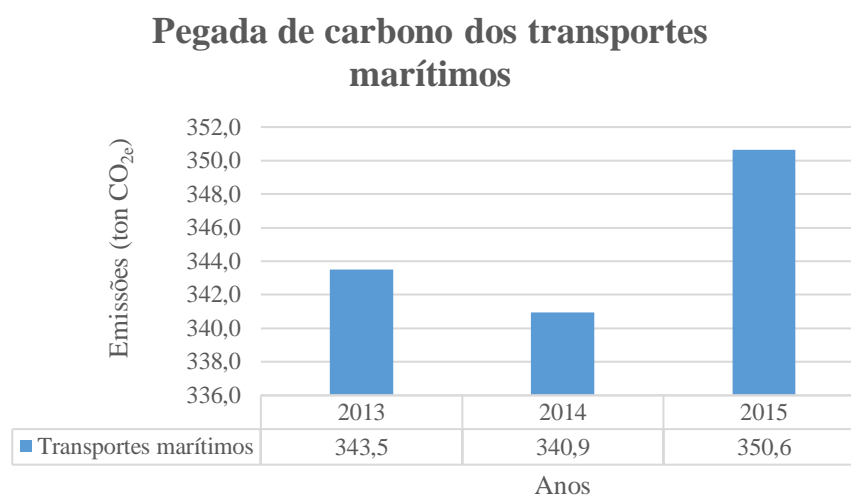


Figura 22 – Pegada de carbono dos transportes marítimos, no concelho de Faro.

Algumas medidas de minimização das emissões provenientes das embarcações é a melhoria no desempenho das embarcações tanto na parte do funcionamento dos motores, novos equipamentos propulsores, uso de combustíveis menos poluentes e uso adequado dos espaços para carga e passageiros.

6. EMISSÕES TOTAIS

O município de Faro apresenta uma pegada de carbono de 203 014 ton CO_{2e} (tabela 31) o que corresponde a 3,14 ton CO_{2e} *per capita*.

Tabela 31 – Emissões de dióxido de carbono equivalentes para todos os setores em estudo, totais e per capita, para o município de Faro, para o ano de 2013.

2013	Emissões de CO_{2e} (ton CO_{2e})	Emissões de CO_{2e} por habitante (ton CO_{2e} <i>per capita</i>)	% relativa
Transportes rodoviários	97 108	1,50	49,13 %
Eletricidade	82 457	1,28	41,72 %
Resíduos	11 955	0,19	6,05 %
Água potável	3 310	0,05	1,67 %
Transportes ferroviários	1 419	0,02	0,73 %
Águas residuais	1 011	0,02	0,51 %
Transportes aéreos	20	0,0003	0,17 %
Transportes marítimos	344	0,005	0,01 %
Pegada de carbono total	203 015	3,14	100 %

Os transportes rodoviários, com 97 108 ton CO_{2e}, é o setor que mais contribui para o aumento da pegada de carbono em Faro, seguido da eletricidade com 82 457 ton CO_{2e} (tabela 30). Os transportes aéreos são o setor com menores emissões, isto porque apenas foram contabilizadas as emissões de monóxido de carbono para a população em Faro.

No sistema de abastecimento de água também ocorrem várias perdas devido às roturas das condutas, ao qual necessitam de manutenção frequentemente. A quantidade de água perdida seja por duches ou por descargas do autoclismo gera uma grande quantidade de águas residuais, ao qual são encaminhadas para o sistema de tratamento. As emissões derivadas das águas residuais podem ser diminuídas, por exemplo, através da instalação de sanitas com sistema de vácuo. Caso não seja possível a instalação de sanitas com sistema a vácuo pode optar-se pela colocação de recipientes dentro dos autoclismos por forma a minimizar a quantidade de água gasta em cada descarga, ou então a instalação de autoclismos de dupla descarga (descarga completa e meia descarga).

A alteração das lâmpadas tradicionais por lâmpadas económicas é uma boa forma de redução da pegada, no entanto, nos cenários estudados (base – apenas lâmpadas incandescentes, cenário 1 – apenas lâmpadas fluorescentes e cenário 3 – metade lâmpadas incandescentes e a outra metade lâmpadas fluorescentes) supôs-se do princípio que o consumo de eletricidade era apenas proveniente da iluminação. Mas ao contrário da iluminação das vias públicas e da

iluminação dos edifícios do Estado, as residências são mais complexas, porque os dados não são apenas referentes à iluminação, mas sim do consumo de energia elétrica no geral, isto é, inclui também o consumo por parte dos eletrodomésticos, nomeadamente, frigoríficos, esquentadores e/ou termoacumuladores, ar condicionado, entre outros. Uma forma de diminuir esta pegada seria optar por aparelhos de classe mais económica e evitar ligar aquecedores e ar condicionados. Para tornar uma casa mais ecológica tem que se ter cuidados também com o isolamento da mesma, projetar uma casa com um bom isolamento é uma boa forma de reduzir o consumo dos sistemas de aquecimento/arrefecimento no interior da habitação.

A pegada de carbono dos resíduos no concelho é de 11 955 ton CO_{2e}, tendo em conta apenas os resíduos indiferenciados. A venda de produtos a granel é uma boa forma de produzir menos quantidades de resíduos urbanos, a utilização de recipientes de vidro é uma boa alternativa ao plástico uma vez que estes são mais fácil de lavar e desinfetar que o plástico. O aumento do número de ecopontos no município faria com que a população optasse mais pela separação de resíduos. A otimização dos circuitos de recolha ajuda a evitar gastos desnecessários de combustível.

Os transportes, no total emitem 98 891 ton CO_{2e} o que aponta para uma pegada de 1,53 ton CO_{2e} *per capita* o que é superior a qualquer uma das emissões restantes estudadas. Existem formas mais económicas de se deslocar como através de bicicletas e/ou a pé, para ser mais atrativo/facilitado os passeios deverão ser largos e acessíveis, construção de ciclovias e promoção de uma vida saudável desde as escolas. Nos percursos de longa distância é necessário o uso de transportes rodoviários, ferroviários, aéreos e/ou marítimo dependente do local de destino. Uma forma de incentivar a população a usufruir dos transportes públicos seria, nas zonas de duas faixas em cada sentido, retirar uma dessas faixas em cada sentido e substituí-la por uma via exclusiva, facilitando assim o deslocamento em horas de ponta. Outro aspeto importante seria a obtenção de horários mais flexíveis e a melhoria das condições de conforto e acessibilidade das paragens, nomeadamente a construção de abrigos para a população em dias de chuva e melhoria dos acessos pedonais às paragens. Quanto aos transportes ferroviários, se for possível a eletrificação da linha e uma maior aderência da população aos transportes ferroviários ou a outro meio de transporte coletivo a pegada de carbono total do município iria diminuir bastante, uma vez que os transportes são a principal fonte poluidora. Os trajetos pedestres e de bicicleta também são uma boa forma de minização da pegada dos transportes mas requererão uma reestruturação do sistema de mobilidade no município, já previsto, mas ainda em fase de Plano (CMF, 2014), sendo um trabalho para décadas.

Em 2013, Faro era responsável pela emissão de 203 015 ton CO_{2e} o que corresponde a uma pegada de 3,14 ton CO_{2e} *per capita*. Além de todas as medidas que já foram referidas anteriormente como o aproveitamento das águas residuais tratadas para lavagem dos automóveis, minimização da quantidade de água dentro do autoclismo, melhoria no sistema de rega, entre outros. Uma boa forma de tornar o município menos poluidora é tentar ao máximo tornar o município sustentável para isso tem que se ter em conta as construções dos edifícios, minimização de resíduos. Apoiar a estruturação de economias de base comunitária, promovendo o comércio de proximidade e o emprego local, nomeadamente mediante o recurso a sistemas de incentivos que promovam a dinâmica económica e o emprego. Integração de mais espaços exteriores urbanos coletivos, nomeadamente áreas pedonais, praças, passeios arborizados, parques, lazer, sociabilidade, cultura e desporto, dar mais ênfase à biodiversidade, paisagem e aos espaços verdes. Utilização de águas residuais tratadas por forma a diminuir a pressão urbana sobre os recursos hídricos.

Em comparação com o caso de estudo de vários municípios na Índia (Ramachandra et al., 2015) verifica-se que Faro tem uma pegada de carbono (3,14 t CO_{2e} *per capita*) inferior aos municípios de Chennai (4,79 t CO_{2e} *per capita*) e Calcutá (3,29 t CO_{2e} *per capita*), mas por outro lado tem uma pegada de carbono maior que os município de Dali (2,4 t CO_{2e} *per capita*), Bombaim (1,84 t CO_{2e} *per capita*), Bangalore (2,23 t CO_{2e} *per capita*), Haiderabad (2,29 t CO_{2e} *per capita*) e Ahmadabad (1,80 t CO_{2e} *per capita*).

Tendo em conta o caso de estudo de Bhoyar *et al.*, (2014) verifica-se que Faro (3,14 ton CO_{2e} *per capita*) tem uma pegada superior à do município em estudo (2,48 ton CO_{2e} *per capita*). Esta por sua vez apresenta uma pegada superior ao do caso de estudo anterior porque foram feitas análises diferentes.

REFERÊNCIAS

AHLVIK, P., EGGLESTON, S., GORIBEN, N., HASSEL, D., HICKMAN, A., JOUMARD, R., NTZIACHRISTOS, L., RIJKEBOER, R., SAMARAS, Z. & ZIEROCK, K. – **COPERT II Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport – Methodology and Emission Factors**. Copenhagen: European Environment Agency, 1997.

ANDERSON, J., WULFHORST, G. & LANG, W. Energy analysis of the environment – A review and outlook. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 44 (2015) 149-158.

BHOYAR, S., DUSAD, S., SHRIVASTAVA, R., MISHRA, S., GUPTA, N. & RAO, A. Understanding the Impact of Lifestyle on Individual Carbon-footprint. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. ISSN 1877-0428. 133 (2014) 47-60.

BSI – **PAS 2050:2011 – Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services**. Londres. BSI, 2011. ISBN 978-0-580-71382-8.

CARBON TRUST – **Carbon footprint in the supply chain: the next step for business**. Londres: Carbon Trust, 2006.

CMF – **Relatório de Avaliação da Execução do Plano Diretor Municipal de Faro, 2008**. Faro: Município de Faro, 2011.

CMF – **Estatísticas concelhias (2010/2011) 10 Principais Indicadores Locais**. Faro: Município de Faro, 2012.

CMF – **Plano de Mobilidade e Transportes – Fase I: - Estudos de caracterização e diagnóstico**. Faro: Município de Faro, 2014.

CMF (2016, março 16) – **Faro, um exemplo em matéria de energias sustentáveis** – acessido a 18 de julho de 2017, de Município de Faro: <http://www.cm-faro.pt/noticias/8202/faro-um-exemplo-em-materia-de-energias-sustentaveis.aspx>

CMF (2017) – **Pacto das Autarcas** – acessido a 18 de julho de 2017, de Município de Faro: <http://www.cm-faro.pt/menu/512/pacto-dos-autarcas.aspx>.

CP – **Horários**, acessido a 4 de julho de 2016 de CP – Comboios de Portugal: <https://www.cp.pt/passageiros/pt/consultar-horarios>.

CP – **Mapa dos serviços**, acessido a 3 de julho de 2016, de CP – Comboios de Portugal: https://www.cp.pt/StaticFiles/Passageiros/3_viajar/0_servicos/mapa-servicos.pdf.

GALLI, A., WIEDMANN, T., KNOBLAUCH, D. EWING, B. & GILJUM, S. Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of Indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators*. ISSN 1470-160X. 16 (2012) 100-112.

Google (2014) – **População** – acessado a 21 de Julho de 2017, de Google, dados de banco Mundial:

https://www.google.pt/publicdata/explore?ds=d5bnccppjof8f9 &met_y=sp_pop_totl&idim=country:RUS:JPN:GBR&hl=pt&dl=pt#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=sp_pop_totl&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=region&idim=country:RUS:IND:USA:PRT:CHN&ifdim=region&tstart=682988400000&tend=1471993200000&hl=pt&dl=pt&ind=false.

GUPTA, M. Carbon footprint from road transport use in Kolkata city. *Transportation Research Part D*. ISSN 1361-9209. 32 (2014) 397-410.

IP – Infraestruturas de Portugal – **Diretório da rede 2018**. Lisboa: Infraestruturas de Portugal, 2016.

IHOBE – **Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono**. 1ª ed. Alameda, Herribaltzua, 2009.

INE (2011) – **População residente que trabalha ou estuda, segundo as entradas, saídas e sexo, por município** – acessado a 4 de fevereiro de 2017, de Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.

INE – **Censos 2011 Resultados Definitivos – Região Algarve**. Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, I.P. 2012. ISBN 978-989-25-0183-3.

INE (2017, março 20) – **Consumo de energia elétrica por habitante (kWh/ hab.) por Local de residência (NUTS - 2013); Anual** – acessado a 4 de setembro de 2017, de Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.

KUMAR, M., SHARMA, L. & VASHISTA P. “Study on Carbon Footprint”. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. ISSN 2250-2459. 4 (2014) 345-355.

LEE, Y. – Land, carbon and water footprints in Taiwan. *Environmental Impact Assessment Review*. ISSN 0195-9255.24 (2015) 1-8.

LIMA & MONTEIRO – **Crescimento competitividade coesão: Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas, Horizonte 2014-2020**. Lisboa: Ministério da Economia, 2014.

LI, G. J., WANG, Q., GU, J. X., DING, Y. & LIANG, G. Y. Application of the componential method for ecological footprint calculation of a Chinese university campus. *Ecological Indicators*. China. ISSN 1470-160X. 8 (2008) 75-78.

LIN, J., LIU, Y., MENG, F., CUI, S. & XU, L. Using hybrid method to evaluate carbon footprint of Xiamen City, China. *Energy Policy*. ISSN 0301-4215. 58 (2013) 220-227.

MANCINI, M. S., GALLI, A., NICCOLUCCI, V., LIN, D., BASTIANONI S., WACKERNAGEL, M. & MARCHETTINI, N. Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation. *Ecological Indicators*. ISSN 1470-160X. 61 (2015) 390-403.

PACHAURI, R. & RESINGER, A., 2007: *cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suíça, 104 págs. ISBN 92-9169-322-7.

PACHAURI, R. & MEYER, L., 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R. K. Pachuri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suíça, 151 pp.

PASSUELLO, A., OLIVEIRA, A., COSTA, E. & KIRCHHEIM, A. Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. *Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. ISSN 1678-8621. 14: 4 (2014) 7-20.

PINTO, C. & COELHO, P. – **Relatório de Avaliação da Execução do Plano Diretor Municipal de Faro, 2008**. Faro: CMF, 2011.

PORDATA (2015, janeiro 26) – **Consumo de energia elétrica: total e por tipo de consumo, municípios** – acessado a 26 de Março de 2016 de base de dados da PORDATA.

PORDATA (2016, junho 16) – **Venda de combustível para consumo, municípios** – acessado a 26 de Março de 2016, Portugal: de base de dados da PORDATA.,

PORDATA (2017, setembro 13) – **Dormidas nos estabelecimentos hoteleiros: total, residentes em Portugal e residentes no estrangeiro** – acessado a 26 de Agosto de 2016, Portugal: de base de dados da PORDATA.

PORDATA (2017a) – **Emissões de gases por habitante** – acessado a 26 de julho de 2017, Portugal: de base de dados da PORDATA.

RAMACHANDRA, T., AITHAL, B. & SREEJITH, K. – GHG footprint of major cities in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 44 (2015) 473-495.

REFER – **Ferrovias 2020: Eletrificação da linha do Algarve, Troços Tunes-Lagos e Faro-V.R.S. António**. Lisboa: Infraestruturas de Portugal, 2017

SABIRÓN, A. M. L., ROYO, P., FERREIRA, V. J., USÓN, A. A. & FERREIRA, G. Carbon footprint of a thermal energy storage system using phase change materials for industrial energy recovery to reduce the fossil fuel consumption. *Applied Energy*. ISSN 0306-2619. 135 (2014) 616-624.

SANTOS, T., BATISTA, M., POZZA, S. & ROSSI, L. Análise da eficiência energética, ambiental e económica entre lampadas de LED e convencionais. *Engenharia Sanitária et Ambiental*. ISSN 1809-4457. 20: 4 (2015) 595-602.

SOUSA, J. – *Quantificações das emissões atmosféricas no aeroporto de Faro*. Faro: Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade do Algarve, 2011. Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, Especialização em Saúde e Ambiente.

Tão, M. – **A conectividade ferroviária Algarve-Andaluzia e a constituição da Euro-Região do Sudoeste Peninsular: uma abordagem de prospectiva territorial**. Faro: Faculdade de Economia da Universidade do Algarve, 2010, CASEE – Centre for Advanced Studies in Economics and Econometrics.

WALDRON, C., HARNISCH, J., LUCON, O., MCKIBBON, R., SAILE, S., WAGNER, F. & WALSH, M. – **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Chapter 3: Mobile Combustion**, 2º volume, IPCC: USA, 2006.

RANGANATHAN, J., CORBIER, L., BHATIA, P., SCHMITZ, S., GAGE, P., & OREN, K. – **A corporate Accounting and Report Standard**. Revised edition. Washington, WBCSD & WRI. 2004. ISBN 1-56973-568-9.

YAJIE, D., BEICHENG, X. & WEIDONG, C., W. Carbon footprint of urban areas: Na analysis based on emission sources account model. *Environmental Science & Polity*. ISSN 1462-9011. 44 (2014) 181-189.

ZUBELZU, S. & ÁLVAREZ, R. – Urban planning and industry in Spain: A novel methodology for calculation industrial carbon footprints. *Energy Policy*. ISSN 0301-4215. 83(2015) 57-68.

ZUBELZU, S., ÁLVAREZ, R. & HERNÁNDEZ, A. – Methodology to calculate the carbon footprint of household land use in the urban planning stage. *Land Use Policy*. ISSN 0264-8377. 48 (2015) 223-235.

ANEXOS

ANEXO A – FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Apresentam-se neste anexo as tabelas com os dados do caso de estudo de Ramachandra *et al.*, 2015.

Tabela A 1 – Emissões de dióxido de carbono por setor e cidade (Ramachandra *et al.*, 2015).

Países	Dali	Chennai	Bombaim	Bangalore	Calcutá	Haiderabad	Ahmadabad
Consumo de eletricidade (setor comercial) (t CO _{2e})	8 385 350	3 858 860	6 588 880	3 085 110	2 793 230	1 036 140	1 469 670
Setor doméstico (t CO _{2e})	11 690 430	8 617 290	8 474 320	4 273 810	6 337 110	2 341 810	2 544 030
Transportes (t CO _{2e})	12 394 540	4 307 650	3 966 180	8 608 000	1 969 660	7 809 570	2 273 720
Indústria (t CO _{2e})	3 049 300	4 472 350	1 798 690	2 437 030	2 615 840	1 563 140	2 044 350
Agricultura (t CO _{2e})	267 990	3 730	6950	118 960	10 540	18 480	38 030
Pecuária (t CO _{2e})	613 660	8 160	20 040	139 660	21 530	45 030	100 430
Deposição de resíduos (t CO _{2e})	853 190	428 270	869 920	374 730	535 330	406 850	219 890
Águas residuais domésticas (t CO _{2e})	1 378 750	394 240	1 058 090	759 290	528 870	513 560	434 340
Emissões totais (t CO _{2e})	38 633 210	22 090 550	22 783 070	19 796 590	14 812 110	13 734 580	9 124 460

Tabela A 2 – Emissões de dióxido de carbono per capita por setor e cidade (Ramachandra *et al.*, 2015).

	Dali	Chennai	Bombaim	Bangalore	Calcutá	Haiderabade	Ahmedabad
Consumo de eletricidade (setor comercial) (t CO _{2e per capita})	0,520	0,837	0,532	0,347	0,620	0,172	0,289
Setor doméstico (t CO _{2e per capita})	0,725	1,869	0,685	0,481	1,407	0,390	0,501
Transportes (t CO _{2e per capita})	0,769	0,934	0,320	0,969	0,437	1,300	0,448
Indústria (t CO _{2e per capita})	0,189	0,970	0,145	0,274	0,581	0,260	0,402
Agricultura (t CO _{2e per capita})	0,017	0,001	0,001	0,013	0,002	0,003	0,007
Pecuária (t CO _{2e per capita})	0,038	0,002	0,002	0,016	0,005	0,007	0,020
Deposição de resíduos (t CO _{2e per capita})	0,053	0,093	0,070	0,042	0,119	0,068	0,043
Águas residuais (t CO _{2e per capita})	0,085	0,085	0,085	0,085	0,117	0,085	0,085
Emissões totais (t CO _{2e per capita})	2,40	4,79	1,84	2,23	3,29	2,29	1,80

ANEXO B – METODOLOGIA

Sentido Lagos > Vila Real de Santo António

Categoria Category	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
Número Number	5701	5901	5903	5703	5905	5801	5705	5707	5907	5709	5711	5909	5713	5911	5715	5805	5717	5719	5913	5721	5915	5723	5917	5725
Observações Remarks	1	1	2	3	1	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	3	1	1	1
Lagos P		6:16	6:59		7:48	9:03			11:14			13:10		14:18		15:17			17:05		18:13		20:01	
Mela Praia I		7:03			7:52	9:07			11:18			13:14		14:22		15:21			17:09		18:17		20:05	
Mexilhoeira Grande		6:25	7:09		7:58	9:13			11:24			13:20		14:28		15:27			17:15		18:23		20:11	
Portimão C		6:33	7:17		8:06	9:22			11:32			13:28		14:36		15:36			17:23		18:31		20:19	
Ferragudo P		6:34	7:18		8:07				11:33			13:29		14:37					17:24		18:32		20:20	
Estômbar-Lagoa		6:37	7:21		8:10				11:36			13:32		14:40					17:27		18:35		20:23	
Silves		6:42	7:26		8:16				11:42			13:42		14:46					17:37		18:41		20:29	
Poço Barreto I		6:50	7:34		8:24				11:50			13:50		14:54					17:45		18:49		20:37	
Alcantarilha		7:00	7:44		8:35				12:01			14:03		15:05					17:56		19:07		20:49	
Algoz		7:05	7:49		8:40				12:06			14:09		15:10					18:01		19:12		20:54	
Tunes		7:11	7:55		8:53				12:12			14:23		15:16					18:07		19:18		21:07	
Albufeira - Ferreiras		7:22	8:01		8:59				12:18			14:29		15:28					18:18		19:25		21:14	
Boliqueime		7:35	8:09		9:07				12:26			14:37		15:36					18:26		19:33		21:22	
Loulé		7:43	8:16		9:19				12:39			14:44		15:43					18:34		19:41		21:30	
Almancil		7:47	8:21		9:23				12:43			14:48		15:47					18:38		19:45		21:34	
Parque das Cidades		7:52	8:31		9:28				12:48			14:53		15:52					18:43		19:50		21:39	
Faro C		7:59	8:37		9:34				12:54			14:59		15:59					18:49		19:56		21:45	
Faro P	7:44			8:57			9:55	11:34		12:55	13:55		15:00		16:24		17:51	18:28		19:27		21:06		21:51
Bom João	7:47			9:00			9:58	11:37		12:58	13:58		15:04		16:28		17:54	18:32		19:31		21:10		21:55
Olhão	7:59			9:08			10:06	11:45		13:06	14:06		15:11		16:35		18:02	18:40		19:38		21:18		22:03
Fuzeta-A	8:07			9:16			10:14	11:53		13:14	14:14		15:19		16:43		18:10	18:48		19:46		21:26		22:11
Fuzeta	8:10			9:18			10:17	11:55		13:21	14:21		15:22		16:46		18:12	18:50		19:53		21:28		22:13
Livramento	8:14			9:22			10:21	11:59		13:25	14:25		15:26		16:50		18:17	18:54		19:57		21:32		22:17
Luz	8:18			9:27			10:25	12:04		13:30	14:30		15:30		16:54		18:21	18:59		20:01		21:37		22:22
Tavira	8:24			9:38			10:31	12:10		13:36	14:36		15:36		17:05		18:32	19:05		20:08		21:43		22:28
Porta Nova	8:27			9:41			10:34	12:13		13:39	14:39		15:39		17:08		18:35	19:08		20:11		21:46		22:31
Conceição	8:32			9:45			10:39	12:17		13:44	14:44		15:44		17:12		18:39	19:13		20:15		21:50		22:35
Cacela	8:39			9:53			10:46	12:25		13:52	14:52		15:52		17:20		18:47	19:25		20:23		21:58		22:43
Castro Marim	8:45			9:58			10:52	12:30		13:58	14:58		15:58		17:26		18:52	19:30		20:29		22:04		22:49
Monte Gordo	8:49			10:02			10:56	12:34		14:02	15:02		16:02		17:30		18:56	19:34		20:33		22:08		22:53
V. R. de Sto. António C	8:52			10:06			11:00	12:38		14:05	15:05		16:05		17:33		19:00	19:38		20:36		22:12		22:57

Sentido Vila Real de Santo António > Lagos

Categoria Category	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
Número Number	5700	5900	5702	5704	5706	5800	5902	5708	5904	5710	5712	5906	5714	5802	5908	5716	5910	5718	5912	5720	5914	5722	5916	5724	
Observações Remarks	1	2	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	
V. R. de Sto. António P	5:48			6:26	7:05	7:22			9:08		11:13	12:39		13:33		15:33		16:35		18:03		19:10		20:42	
Monte Gordo				6:30	7:09	7:26			9:12		11:16	12:43		13:37		15:37		16:39		18:07		19:14		20:45	
Castro Marim				6:34	7:13	7:30			9:16		11:21	12:47		13:41		15:41		16:43		18:11		19:18		20:49	
Cacela	5:59			6:40	7:19	7:36			9:22		11:25	12:53		13:52		15:52		16:49		18:17		19:25		20:56	
Conceição	6:05			6:47	7:26	7:43			9:29		11:31	13:00		13:59		15:59		16:56		18:24		19:31		21:02	
Porta Nova	6:10			6:51	7:30	7:47			9:34		11:36	13:04		14:03		16:03		17:01		18:28		19:36		21:07	
Tavira	6:13			6:55	7:34	7:51			9:38		11:39	13:08		14:07		16:07		17:05		18:32		19:39		21:10	
Luz	6:18			7:00	7:39	7:56			9:43		11:44	13:13		14:12		16:12		17:10		18:37		19:44		21:15	
Livramento				7:05	7:44	8:01			9:47		11:47	13:17		14:16		16:16		17:14		18:41		19:48		21:19	
Fuzeta				7:09	7:48	8:10			9:51		11:55	13:21		14:21		16:20		17:18		18:50		19:53		21:28	
Fuzeta-A	6:25			7:12	7:51	8:12			9:54		11:58	13:24		14:24		16:23		17:21		18:53		19:56		21:31	
Olhão	6:34			7:21	7:59	8:21			10:06		12:06	13:32		14:32		16:35		17:29		19:01		20:04		21:39	
Bom João	6:41			7:28	8:07	8:28			10:14		12:13	13:39		14:40		16:42		17:36		19:09		20:11		21:46	
Faro C	6:44			7:31	8:10	8:31			10:17		12:17	13:43		14:43		16:46		17:39		19:12		20:14		21:50	
Faro P		7:11					9:02		10:23		12:22		14:22		16:19		17:15		18:12		19:38		20:18		
Parque das Cidades		7:18					9:09		10:30		12:29		14:29		16:26		17:27		18:19		19:50		20:25		
Almancil		7:24					9:15		10:36		12:35		14:35		16:32		17:33		18:25		19:57		20:31		
Loulé		7:28					9:19		10:39		12:39		14:39		16:36		17:37		18:34		20:02		20:35		
Boliqueime		7:35					9:26		10:46		12:48		14:48		16:43		17:45		18:41		20:10		20:47		
Albufeira - Ferreiras		7:43					9:35		11:00		13:07		15:07		16:52		17:55		18:50		20:21		21:01		
Tunes		7:55					9:42		11:06		13:13		15:13		17:06		18:07		18:57		20:35		21:07		
Algoz		8:01					9:47		11:12		13:19		15:19		17:12		18:12		19:02		20:40		21:12		
Alcantarilha		8:06					9:52		11:18		13:24		15:24		17:17		18:18		19:07		20:49		21:17		
Poço Barreto		8:																							

Conversões (obtido através da consulta direta do calendário):

1 ano = 365 dias

1 ano = 11 feriados oficiais

1 ano = 260 dias úteis

1 ano = 105 fins-de-semana

1 ano = 52 Domingos

1 ano = 53 Sábados

Sabendo então que alguns comboios circulam diariamente [1], outros não circulam aos Domingos e feriados oficiais [2] e outros não circulam aos fins-de-semana e feriados oficiais [3], tem que se fazer os cálculos dos quilómetros percorridos por ano individualmente.

ANEXO C – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se neste anexo a tabela com o consumo das lâmpadas incandescentes e fluorescentes (Santo *et al.*, 2015).

Tabela C 1 – Consumo das lâmpadas incandescentes e fluorescentes (Santos et al., 2015).

Lâmpadas	Consumo (kWh)
Fluorescentes	0,335
Incandescentes	1,428

Para saber quanto é que as lâmpadas fluorescentes consomem a menos que as incandescentes, utiliza-se uma regra de proporcionalidade direta, obtendo-se assim um consumo de 23,46 % inferior às lâmpadas incandescentes.