



Universidade do Porto

FEUP Faculdade de
Engenharia

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Quantificação da Pegada de Carbono Associada a uma Frota de
Viaturas de Mercadorias com Rota Georreferenciada

Tiago Alexandre Ferreira Peres

Dissertação submetida para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE – RAMO DE PROJETO

Presidente do Júri: António Manuel Antunes Fiúza

(Professor Catedrático do Departamento de Engenharia de
Minas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Orientador académico: Belmira de Almeida Ferreira Neto

(Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de
Materiais da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Orientador na Empresa: Cláudia Ribeiro da Silva (Gisgeo Information Systems)

Porto, Setembro 2012

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2011/2012

Editado por:

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel.: +351-22-508 1400

Fax: +351-22-508 1440

Correio eletrónico: feup@fe.up.pt

Endereço eletrónico: <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente –2011/2012 – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

**“If I have ever made any valuable discoveries,
it has been due more to patient attention,
than to any other talent”**

Isaac Newton

Agradecimentos

A conclusão desta Dissertação é o encerrar de um capítulo de uma fase que deveria ser incluída na vida de qualquer pessoa. O melhor que se retira é a aprendizagem no processo e forma gratificante como este se desenvolveu. São várias as ferramentas transmitidas e aplicadas ao longo de um curso, mas estas apenas nos servem se existir uma caixa de ferramentas adequada. Tal acessório não se adquire apenas numa aula ou cadeira, mas sim com o desenvolvimento das nossas capacidades tecnológicas e humanas. Com grande humildade e com ajuda dos demais, ela deve ser construída e dessa forma deixo os meus sinceros agradecimentos aos que contribuíram para ela.

À Professora Belmira Neto e ao Professor Fernando Martins pelo apoio e orientação ao longo da Dissertação, bem como a oportunidade de adquirir e conjugar conhecimentos variados. Sem eles o resultado final deste projeto seria bem mais pobre.

Um agradecimento à Cláudia Ribeiro da Silva e ao Rui Chambel, bem como a toda a equipa GisGeo, pelo apoio proporcionado e pela liberdade concebida para o desenvolvimento do projeto. Aprendi o quanto se pode gostar de um local de trabalho quando é desenvolvido trabalho de equipa e bem-estar, mesmo existindo as várias contrariedades e limitações.

A todos os meus amigos dedico cada pedaço deste trabalho desenvolvido, bem como os últimos anos. Com paciência e alegria ajudaram a criar algo muito maior que uma dissertação, a tal caixa de ferramentas que permite olhar com orgulho e observar inúmeros autocolantes de boas recordações. Neste capítulo que foi o Mundo Universitário, não posso esquecer tudo que aprendi e me foi ensinado. Sem eles, o significado destes últimos 5 anos não seria irrelevante, mas seria muito mais vazio. Uma sincera palavra de apreço a todos vós, que acreditam e fazem crer no verdadeiro significado de Engenharia e tudo que ela representa.

À Catarina Coelho agradeço o tempo e ajuda despendidas, bem como a paciência demonstrada nos últimos anos. À Carla Ferreira toda a paciência e horas de sono perdidas no tempo de dedicação à faculdade, tal como as horas de lazer ocupadas com trabalho para que aproveitasse o melhor possível esse tempo. Aos meus pais e familiares, assim como amigos de outras eras, agradeço todo o apoio e carinho demonstrado ao longo de todo o percurso.

Por fim, e de forma mais importante, dedico esta dissertação aos meus avós, Francisco Ferreira e Maria Fátima Moura, que simplesmente me deram todas as condições para viver estes últimos 5 anos com segurança e felicidade.

Resumo

Este projeto, desenvolvido na empresa Gisgeo Informations Systems, teve como objetivo a quantificação da Pegada de Carbono associada a uma frota pertencente a clientes da empresa que dispõem de um sistema de monitorização da frota por georreferenciação. Foi quantificada a Pegada de Carbono associada a uma frota de transportes de mercadorias pertencentes à empresa Transpac, com sede em Vila Nova e Gaia. Foram analisadas informações sobre rotas e consumos de combustíveis relativos ao ano de 2011. A avaliação foi realizada através de três metodologias que utilizam fatores de emissão específicos do tipo de viaturas (Metodologia 1 e 2) e fatores de emissão específicos em função do tipo de estrada (Metodologia 3). A pegada de carbono foi calculada para os gases identificados no protocolo de Quioto (designadamente, CO₂, CH₄, N₂O) (Metodologia 1), sendo ainda calculada a pegada para um conjunto de gases que inclui, para além dos citados, outros como o CO, NO_x, NMCOV's (Metodologia 2).

Para a quantificação de Pegada de Carbono foram consideradas sete do total de dezassete viaturas da frota da empresa. No cálculo da pegada foi tido em consideração apenas o consumo de combustível (desempenho na estrada) não sendo consideradas outras atividades, como, por exemplo a de manutenção. O resultado final da Pegada de Carbono é expresso em quilogramas de CO₂ equivalente (kgCO_{2eq}) e de Pegada de Carbono em função da distância percorrida (kgCO_{2eq}/km). Foram obtidos três resultados para a Pegada de Carbono para o ano de 2011, não se tendo verificado grandes alterações nas abordagens utilizadas. O maior valor foi calculado por consideração do conjunto de seis poluentes (valores calculados de 580512 kgCO_{2eq} ou 1,05 kgCO_{2eq}/km). Em seguida foram obtidos, para o cálculo onde foram usados fatores de emissão gerais, os valores de 569963 kgCO_{2eq} e 1,034 kgCO_{2eq}/km. Por fim o valor mais baixo foi obtido para o método que considerou fatores de emissão específicos para o tipo de estrada (569337 kgCO_{2eq} ou 1,03 kgCO_{2eq}/km).

Conclui-se que o CO₂ é o principal poluente responsável pelos valores obtidos. A contribuição deste para a pegada é superior a 98%. Verifica-se ainda, para uma análise mais detalhada, que para viaturas com tecnologias de motores mais antigas (Viatura G (EURO III)) foram calculadas pegada de carbono superiores (1,11 kgCO_{2eq}/km) relativamente a outras tecnologias de motor (EURO IV). Os resultados permitem concluir também que viaturas que circulam maioritariamente em estradas urbanas possuem pegadas superiores às que circulam frequentemente em auto estradas. Os resultados seguintes comprovam este facto. Para a Viatura C (que circula 68% autoestrada e 24% urbano) foi obtido um valor de pegada de 1,10 kgCO_{2eq}/km e para a Viatura B que circula (78% e 13% em estrada) foi obtido um valor de pegada igual a 0,96 kgCO_{2eq}/km.

Abstract

This Project was developed in Gisgeo Informations Systems and its main objective was the quantification of Carbon Footprint in a heavy-duty vehicles fleet having a Geographic Information System equipment. The quantification of the Carbon Footprint was carried out for a fleet of a Portuguese company named Transpac, with facilities in Vila Nova de Gaia. The analyzed data refers to the year 2011, considering the routes and diesel consumptions of the fleet. The Carbon Footprint was calculated by using three different methodologies, making use of emission factors for different types of vehicles (Methodology 1 and 2). The third methodology make use of emissions factors dependent of different types of roads (urban, rural, highway) (Methodology 3). The GEE identified in the Kyoto Protocol (CO_2 , CH_4 , N_2O) were quantified for Methodology 1, while a different calculation was made including three mentioned early and other pollutants such as CO, NO_x , NMCOV's (Methodology 2).

The object of the study were 7 vehicles a total of 17. For the quantification only diesel consumption was considered. Other activities like technical support were not quantified. The final result for Carbon Footprint was expressed in kilograms of CO_2 equivalent ($\text{kgCO}_{2\text{eq}}$), while the result of Carbon Footprint for distance traveled was $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}$. Three results were obtained in this Project but the differences of Carbon Footprint for the year 2011 were not too significant. The higher result was obtained while calculating with the six pollutants (Methodology 2) (580512 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}$; 1,053 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}$), followed by calculation using general emission factors (Methodology 1) (569963 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}$; 1,034 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}$). Finally, the methodology using emissions factors for the road (Methodology 3) obtained 569337 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}$ and 1,033 $\text{kg CO}_{2\text{eq}}/\text{km}$.

Carbon dioxide was, not surprisingly, found to be the most influential pollutant, with a contribution above 98%. Also vehicles with older motor technologies (Vehicle G (EURO III)) have a larger Carbon Footprint (1,11 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}$), while comparing with more recent engine technologies (EURO IV). Vehicles circulating in urban roads have a larger Carbon Footprints compared with the ones that circulate in highways. The Vehicle C circulates 68% of the route in the highway and 24% in urban roads. Its Carbon Footprint was calculated to be 1,10 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}$. Vehicle B circulates 78% of the route in the highway and 13% in urban roads. Its calculated carbon footprint is 0,96 $\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}$.

Índice

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1. A problemática das Alterações Climáticas.....	1
1.2. Identificação de Metodologias para Avaliação da Pegada de Carbono	7
1.2.1. A emissão de gases com efeito de estufa associados ao Setor dos Transportes	8
1.2.2. A Pegada de Carbono para o setor dos transportes: Revisão de Estudos	9
1.3 Objetivos e Âmbito do Trabalho	11
1.4 Organização e Estrutura da Dissertação	11
Capítulo 2 - Apresentação do Caso de Estudo	13
2.1. Descrição do funcionamento da aplicação informática.....	13
2.2. Caso de Estudo	14
2.2.1. Caracterização da frota em estudo	15
2.2.2. Inventário da frota em estudo	17
Capítulo 3 - Avaliação de Pegada de Carbono	22
3.1. Metodologia de Avaliação de Pegada de Carbono.....	22
3.1.1. Avaliação da Pegada de Carbono da Frota	29
3.1.2. Pegada de Carbono Em Função do Tipo de Estrada	32
3.2. Análise de Resultados	36
3.2.1. Análise comparativa do desempenho no consumo de combustível	36
3.2.2. Análise comparativa dos Resultados da Pegada de Carbono	36
3.2.3. Análise comparativa da contribuição dos poluentes para a pegada de carbono	37
3.2.4. Análise da Pegada de Carbono em Função do Tipo de Estrada Para Cada Viatura	39
Capítulo 4 - Discussão e Conclusão	43
Capítulo 5 - Perspetivas para Trabalhos Futuros	46
Referências Bibliográficas	48
ANEXOS.....	50

Índice de Figuras

Fig. 1: Evolução das Emissões antropogénicas entre 1970-2004, escala Global... ..	1
Fig. 2: Emissão antropogénica de GEE para o ano de 2004.....	2
Fig. 3: Emissão antropogénica de GEE por setor para o ano de 2004.....	2
Fig. 4: Principais Emissões de GEE e compromissos para o período 2008-2012.....	4
Fig. 5: Emissões de GEE, por setor, UE27, 1990 e 2005	5
Fig. 6: Percentagem de Emissões de GEE por Setor para o ano de 2008 na U-27.....	6
Fig. 7: Emissões de GEE, em 2009, por Setor de Atividade em Portugal.....	6
Fig. 8: Funcionamento de Captação de Dados	14
Fig. 9: Emissões das Viaturas (Metodologia 1) em Função da Distância (kgCO ₂ eq/km).....	37
Fig. 10: Consumos Médios das Viaturas (l/km).....	67
Fig. 11: Emissões das Viaturas (Metodologia 2) em Função da Distância (kgCO ₂ eq/km).....	67

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Considerações Gerais das Viaturas	16
Tabela 2 - Distâncias Percorridas para cada Viatura (km)	17
Tabela 3 - Tipo de percurso (Autoestrada, Estrada Nacional, Urbano) percorrido pelas Viaturas para 2011 (km).....	18
Tabela 4 - Consumos Combustível para cada Viatura (km)	20
Tabela 5 - Desempenho das Viaturas em 2011 (l/km).....	21
Tabela 6 - Fatores de Emissão em Função do Tipo de Viatura e Tecnologia do Motor (adaptados de EMEP/EEA, 2009)	23
Tabela 7 - Fatores de Emissão Para Cada uma das Viaturas Consideradas.....	26
Tabela 8 - Fatores de Emissão em Função do Tipo de Estrada para cada Viatura (EMEP/EEA, 2009).....	26
Tabela 9 - Pegada de Carbono Viaturas (kgCO _{2eq}).....	30
Tabela 10 - Emissões das Viaturas em Função da Distância (kgCO _{2eq} /km) para Metodologias 1 e 2.....	31
Tabela 11 - Contribuição de cada poluente e Valores normalizados em Pegada de Carbono (kgCO _{2eq}).....	32
Tabela 12 - Quantidade de CO ₂ emitida, por viatura, para o ano de 2011	33
Tabela 13 - Quantidade de CH ₄ emitida, por viatura, para o ano de 2011 em cada Tipo de Estrada.....	34
Tabela 14 - Quantidade de N ₂ O emitida, por viatura, para o ano de 2011 em cada Tipo de Estrada.....	35
Tabela 15 - Contribuição dos Poluentes GEE para a Pegada de Carbono (%).....	38
Tabela 16 - Quantificação de Pegada de Carbono em função do tipo de Estrada.	41

Índice de Abreviaturas

BSI - *British Standard Institution*

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

ENAAC - Estratégia Nacional Adaptação às Alterações Climáticas

FUC - Fundo Português de Carbono

GEE - Gases com Efeito Estufa

HFC - Hidrofluorcarbonetos

IPCC - Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

PFC – Perfluorcarbonetos

PNAC - Programa Nacional Alterações Climáticas

PNALE - Plano Nacional Atribuição Licença de Emissão

Capítulo 1 – Introdução

1.1. A problemática das Alterações Climáticas

A problemática das alterações climáticas, cada vez mais presente no dia a dia, tem despertado um maior interesse na sua resolução ao longo das últimas décadas. Segundo a mais recente avaliação publicada, em 2007, pelo Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas, o aumento gradual da concentração dos Gases com Efeito Estufa (GEE) evidencia relações causa/efeito entre o aumento dessas emissões e as alterações climáticas. As emissões de origem antropogénica são o principal causador do aumento das concentrações de poluentes, estando essencialmente associadas às atividades de produção energética e transportes e ações industriais, como por exemplo, setor de construção, cimento e a indústria de refinarias (IPCC, 2007).

Como consequência da atividade humana, registou-se um aumento de emissões de GEE na ordem dos 70% entre 1970 e 2004, numa escala global consequência do aumento acentuado da produção e uso de combustíveis fósseis (IPCC, 2007). A emissão de dióxido de carbono (CO_2) aumentou em cerca de 80% no mesmo período, sendo o aumento de 21 para 38 Gt de $\text{CO}_{2\text{eq}}$, com aumento anual médio de 0,43 $\text{GtCO}_{2\text{eq}}$ (1970-1994) e de 0,92 $\text{GtCO}_{2\text{eq}}$ (1995-2004) (IPCC, 2007). Os principais causadores desse aumento são os combustíveis fósseis e a desflorestação, como é demonstrado na Figura 1.

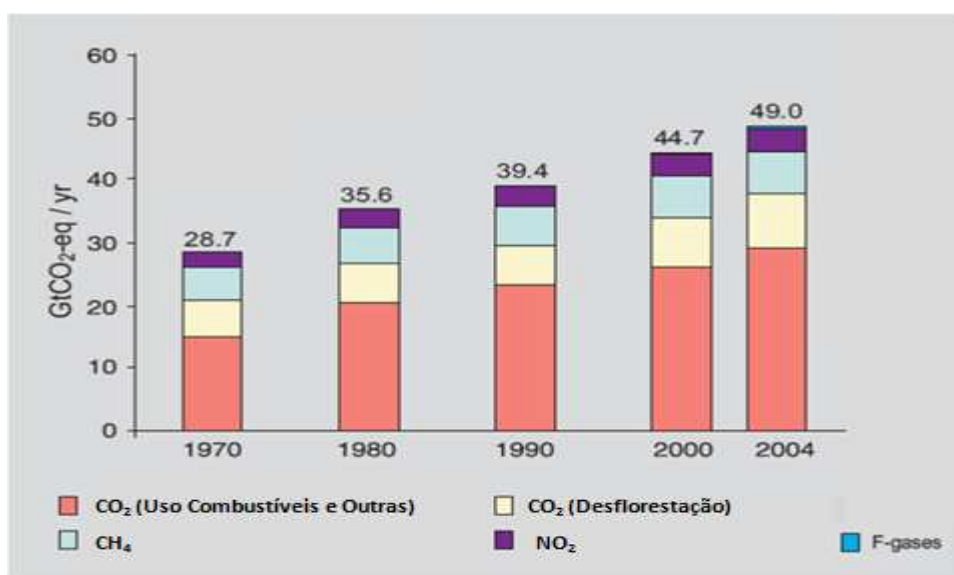


Fig. 1: Evolução das Emissões antropogénicas entre 1970-2004, escala Global (IPCC, 2007).

A emissão de GEE está associada em grande maioria ao consumo de combustíveis fósseis, tal como se observa na Figura 2, representando cerca de 57% das emissões antropogénicas para o ano de 2004 (IPCC, 2007).

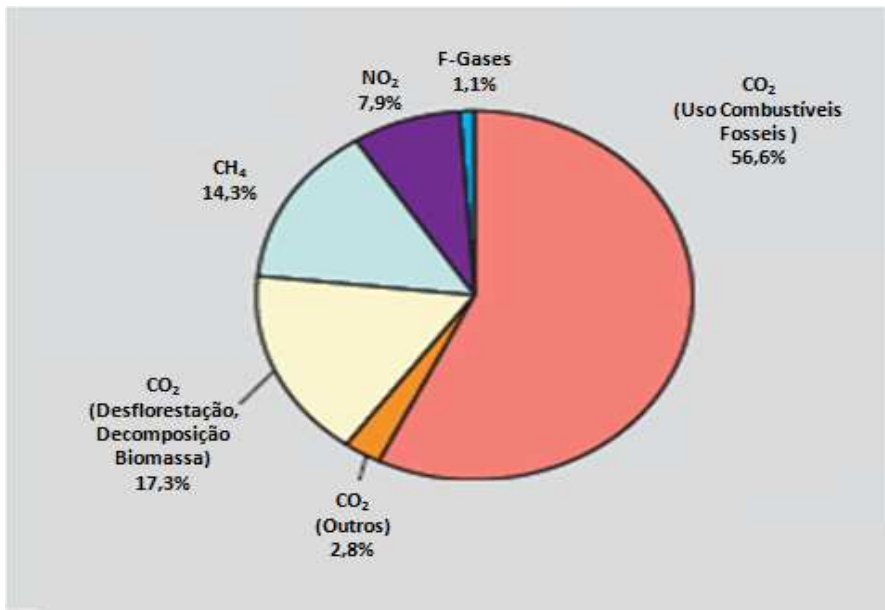


Fig. 2: Emissão antropogénica de GEE para o ano de 2004 (IPCC, 2007).

Segundo a Figura 3, os principais setores responsáveis pela emissão de GEE de origem antropogénica, a uma escala global, são a produção de energia (26%), o setor industrial (19%), o setor florestal (17%) e os transportes (13%) (IPCC, 2007).

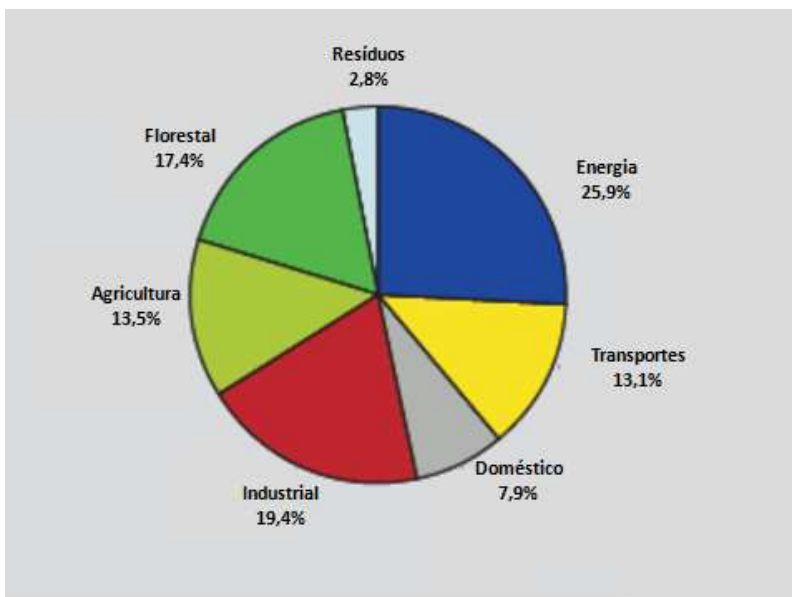


Fig. 3: Emissão antropogénica de GEE por setor para o ano de 2004 (IPCC, 2007).

De forma a combater e controlar as alterações climáticas verificadas, foi criado um tratado internacional, denominado Protocolo de Quioto. Este documento foi criado com o objetivo de desenvolver um esforço global e conjunto dos Países industrializados para limitar as emissões de GEE. Este protocolo foi assinado a 11 de dezembro de 1997 em Quioto (Japão) e posto em prática a 16 de fevereiro de 2005 (Kyoto Protocol, 1997). Os gases identificados neste documento como contribuidores para o aumento do efeito de estufa e que devem ser monitorizados pelos países que ratificaram o acordo são os seguintes: dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), o óxido nitroso (N_2O), os hidrofluorcarbonetos (HFC) os perfluorados (PFC) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6) (Kyoto Protocol, 1997). Os países que aderiram ao Protocolo comprometem-se a estabelecer medidas de redução das emissões de GEE em 5% por ano relativos ao ano de 1990, sendo que este protocolo é válido no período de 2008 a 2012 (Kyoto Protocol, 1997). Estas reduções devem ser atingidas através da implementação de medidas nacionais, estando ainda previstos três mecanismos de mercado que podem ser adotados de forma a cumprir as metas estabelecidas pelo protocolo. Os três mecanismos adotados para esse fim são os seguintes: Comércio de Emissões, Desenvolvimento Limpo e a Implementação Conjunta. O primeiro permite a comercialização de GEE entre países que excederam os seus limites com outros onde tal não se verificou. O Desenvolvimento Limpo prevê que um país que ratificou o protocolo possa implementar projetos, em países em desenvolvimento, com o objetivo de reduzir emissões e promover o desenvolvimento sustentável, obtendo assim certificados de emissões. Por fim, a Implementação Conjunta que confere a um país a oportunidade de obter “Unidades de Redução de Emissão” pelo financiamento ou apoio tecnológico em projetos de redução de emissão num outro país (UNFCCC, 2012).

Portugal ratificou o protocolo a 31 de maio de 2002, assumindo aí o objetivo de não ultrapassar as emissões dos GEE em 27%, no período de 2008 a 2012, quando comparados com valores de 1990. De forma a atingir esse objetivos, os instrumentos de referência são o Programa Nacional Alterações Climáticas (PNAC), o Plano Nacional Atribuição Licença de Emissão (PNALE), o Fundo Português de Carbono (FUC) e mais recentemente a Estratégia Nacional Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC) (APA, 2011).

Segundo o Relatório do Estado do Ambiente de 2011, verificou-se um aumento de 1,3% das emissões de GEE, no período 1990-2009. Depois dos aumentos consideráveis verificados nos anos 90, tem-se verificado desde de 2005 um decréscimo de emissões, tendo sido atingido pela primeira vez a meta do Protocolo de Quioto, emissões inferiores aos 27% estipulados no protocolo, observados na Figura 4 (REA, 2009). No ano de 2009, verificou-se, em Portugal, uma

redução de 4,3% de emissões de GEE relativamente ao ano anterior, podendo esta tendência indicar o início do processo de dissociação entre o processo de crescimento económico e o aumento das emissões GEE (REA, 2009).

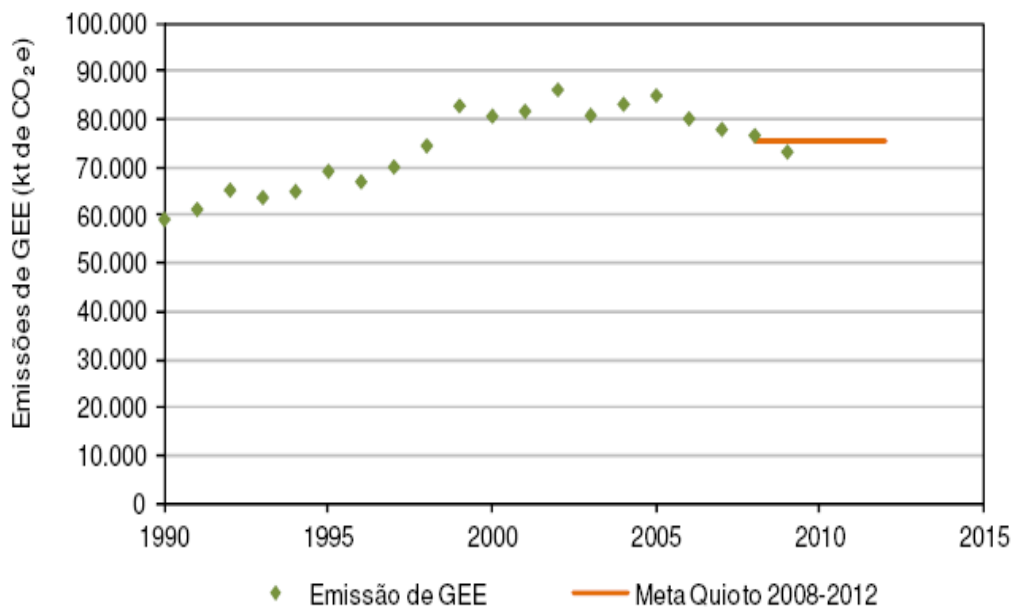
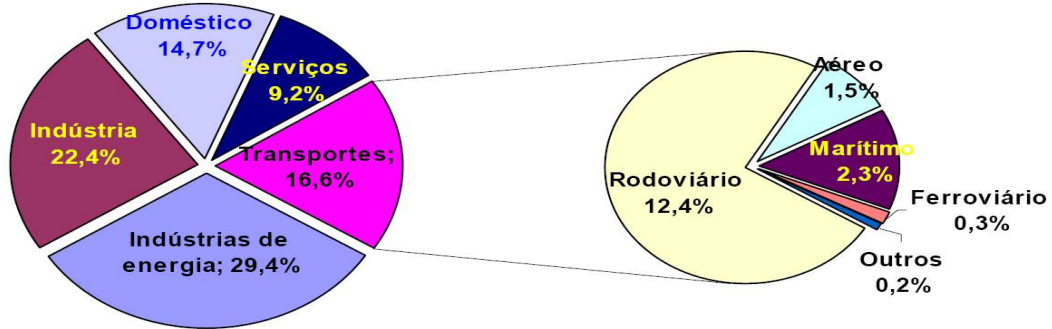


Fig. 4: Principais Emissões de GEE e metas de emissão para o período 2008-2012 (REA, 2009).

A nível Europeu e no que diz respeito ao setor dos transportes tem-se tem verificado um aumento do transporte rodoviário ao longo das últimas décadas. Na Europa a 27 e em 2006, 8,8 milhões de pessoas trabalharam no setor dos transportes, destacando-se 63% que trabalhavam no setor de transporte terrestre (PET, 2009). O Plano Estratégico Transportes (relativo ao período 2008-2020) conclui que se verificou um aumento 16,8 % para 23,4% das emissões de GEE para o período de 1990-2005. A Figura 5 permite observar que a evolução se deve essencialmente ao aumento de emissões no setor rodoviário, onde se verifica um aumento dos 12,4% para os 16,9% (PET, 2009).

1990



2005

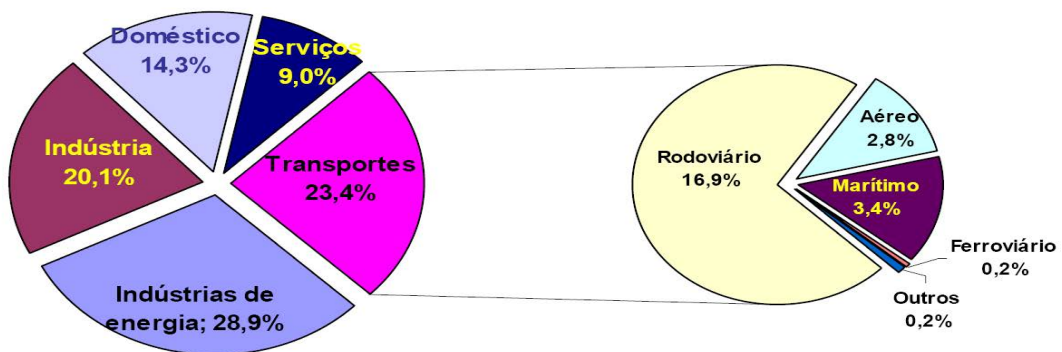


Fig. 5: Emissões de GEE, por setor, UE27, 1990 e 2005 (PET, 2009).

Mais recentemente, para 2008, um estudo europeu menciona o transporte rodoviário como responsável por 22% das emissões totais de CO_{2eq} na Europa a 27. A Figura 6 permite concluir que o setor rodoviário tem uma grande influência na quantidade de GEE emitidas, sendo só ultrapassado pelo setor de produção de energia. O estudo, elaborado por *G.Pasaoglu et al.*, também refere que 12% das emissões totais presentes na Figura 6 estão associadas a circulação de veículos de passageiros (Pasaoglu, 2012).

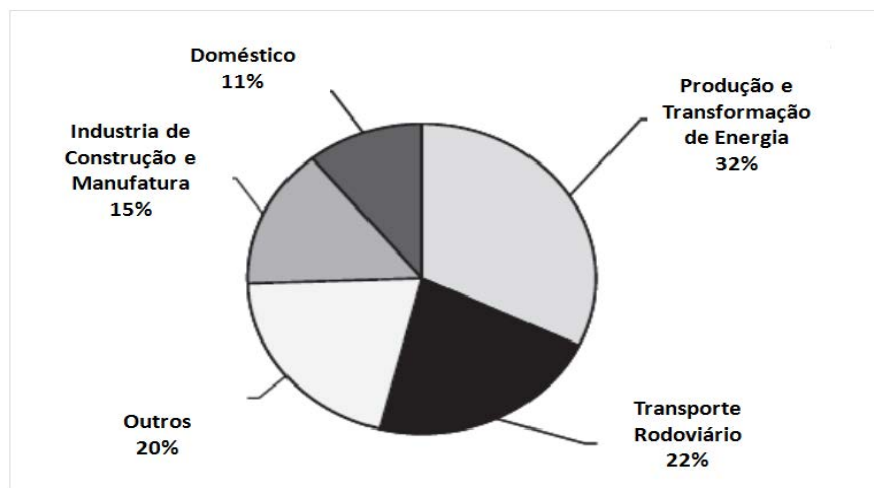


Fig. 6: Percentagem de Emissões de GEE por Setor para o ano de 2008 na U-27 (Pasaoglu, 2012).

A análise da Figura 7 permite concluir que o setor da energia, onde está incluído o setor dos transportes, foi, em 2009, responsável por 73% das emissões em Portugal. Os principais contribuintes para essa percentagem são o setor de produção e transformação de energia (26,7%) e os transportes (25,7%) (REA, 2009).

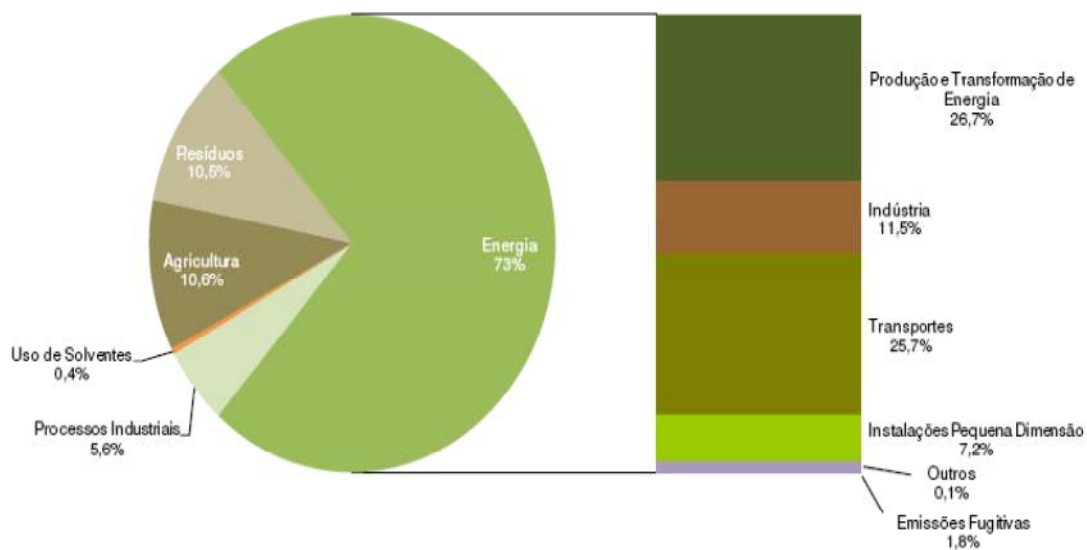


Fig. 7: Emissões de GEE, em 2009, por Setor de Atividade em Portugal (REA, 2009).

Para Portugal, no período compreendido entre 1990 e 2009, verificou-se um aumento de 33% de emissões face a 1990. No mesmo período de tempo, o aumento no setor dos transportes foi de 87%, destacando-se o transporte rodoviário (REA, 2009).

O setor dos transportes, componente chave do desenvolvimento económico e bem-estar humano, é responsável por uma percentagem considerável de emissões de GEE para a atmosfera, responsáveis pelo aquecimento global do nosso planeta (PET, 2009). Torna-se, dessa forma, essencial monitorizar essas emissões e analisar possibilidades de mitigação através de estratégias de redução de emissões. A pegada de carbono pode ser usada como medida de avaliação da eficiência energética. Este indicador surge como uma medida importante para alcançar metas e objetivos empresariais, organizacionais e globais na redução de GEE.

1.2. Identificação de Metodologias para Avaliação da Pegada de Carbono

Não existe uma definição única para Pegada de Carbono. Esta relaciona-se com a quantificação de emissões gasosas associadas a atividades (Pasaoglu, 2012). Algumas das indefinições no que diz respeito a este indicador estão associadas aos tipos de gases que devem ser contabilizados, ao facto de deverem ou não ser contabilizadas as emissões associadas a todas as fases do ciclo de vida de um produto/serviço. A Pegada de Carbono quantifica as emissões de GEE, podendo observar assim a contribuição do produto/serviço para o aquecimento global (Wiedman, 2008). Um trabalho de Wiedman sugere que a Pegada de Carbono mede a quantidade total de emissões exclusiva de dióxido de carbono provenientes direta ou indiretamente de uma atividade ou acumuladas ao longo de um ciclo de vida de um produto (Wiedman, 2008). O estudo da CarbonTrust assenta numa metodologia que estima a emissão total de GEE de um produto ao longo do seu ciclo de vida expressa em CO_{2eq}. (Wiedman, 2008). No entanto, não é consensual quais das emissões devem ser consideradas para a determinação da Pegada de Carbono. A metodologia de avaliação do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) considera os gases que estão associados ao tipo de emissão ou actividade com origem, por exemplo, nos transportes rodoviários (CO₂, N₂O, CH₄) ou na indústria química (CO₂, NO₂, CH₄, HFCs, PFCs, SF₆) (IPCC, 2006; Wiedman, 2008).

Algumas das metodologias de referência para o cálculo da Pegada de Carbono incluem guias ou documentos normativos. Entre eles identifica-se por exemplo, o PAS2050, a metodologia DEFRA e a metodologia descrita no GHG Protocol.

A metodologia PAS2050 de 2011, desenvolvida no Reino Unido e publicada pela *British Standard Institution* (BSI), tem como objetivo de quantificar as emissões de GEE, gases considerados pelo protocolo de Quioto, associados às várias fases do ciclo de vida de um

produto ou serviço, permitindo a identificação de programas de redução de emissões de modo a implementar estratégias para redução de emissões (PAS2050, 2011).

A metodologia DEFRA também vocacionada para operações de frotas e transportes, possibilitando o cálculo das quantidades de GEE emitidos usando de fatores de emissão específicos para o Reino Unido dos gases CO₂, CH₄ e NO₂. Esta metodologia disponibiliza uma calculadora online que possibilita o cálculo das emissões (DEFRA, 2009).

O GHG Protocol fornece normas e diretrizes para um universo alargado de empresas e organizações na qual exista uma inventariação de emissões de GEE. O objetivo é o de servir como ferramenta de apoio na preparação do inventário de GEE e de criação de estratégias de gestão e redução das emissões. Os GEE contabilizados incluem os seis gases de estufas abrangidos pelo Protocolo de Quioto (dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), HFCs, PFCs e SF₆). O GHGF também disponibiliza folhas de cálculo online para determinação de emissões de GEE (BCSD Portugal, 2001).

1.2.1. A emissão de gases com efeito de estufa associados ao Setor dos Transportes

Sendo o setor dos transportes um dos que mais contribui para as emissões de GEE, têm sido desenvolvidas aplicações informáticas que visam monitorizar essas emissões com o objetivo de promover as suas reduções. A revisão efetuada possibilita a identificação de ferramentas de análise e recolha de dados de frotas de transporte e avaliação das emissões de gases com efeito de estufa em várias condições de transporte.

Nas várias aplicações citadas, a monitorização permite estimar as emissões de uma frota automóvel ou viatura para um dado trajeto ou distância percorrida, através da monitorização de variáveis como o tempo decorrido, a temperaturas ambiente e do veículo, o tipo de estrada (se está inserida num meio rural, urbano, ou via rápida), o tipo de veículo (ex.: ligeiro ou pesado) ou motor. Exemplos de aplicações informáticas identificadores de emissões são o MOVES (*Motor Vehicle Emission Simulator*) e o CORPET4 (CORPET4, 2007; Moves, 2010).

O MOVES foi desenvolvido pela Agência Norte Americana de Proteção do Ambiente (USEPA), substituindo o MOBILE6 (Vehicle Emission Modeling Software) (Mobile, 2003). Esta aplicação informática tem como objetivo estimar as emissões de GEE, considerando no inventário de GEE uma escala regional a nacional. No decorrer da sua aplicação, são inseridos pelo utilizador da aplicação informática informações sobre o tipo de viatura, tempos, áreas geográficas, poluentes, características de operação do veículo e o tipo de estradas utilizadas. Em função

dessas variáveis e os fatores de emissão específicos para os poluentes, é determinada a quantidade de GEE emitidos. O resultado final da aplicação da ferramenta pode ser expresso em formas distintas, como por exemplo, gramas de poluente emitido por viatura durante uma hora (g/h), ou por distância percorrida (g/km ou g/milha). A aplicação faz também simulações de cenários em caso de alteração das variáveis mencionadas anteriormente, possibilitando comparação de vários resultados (Moves, 2010).

A ferramenta CORPET4 foi desenvolvida pela Agência Europeia do Ambiente em conjunto com *European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation* (ETC/ACM), estando o seu atual desenvolvimento ao encargo da Comissão Europeia (*Joint Research Centre*). Esta ferramenta tem como objetivo quantificar as emissões gasosas associadas ao setor dos transportes rodoviário (CORPET4, 2007). Pretende fazer estimativas das emissões de vários poluentes (CO₂, NO_x, COV, PM) produzidos pelas viaturas, segundo as classificações dessas, bem como em função de consumos de combustíveis. As variáveis consideradas, multiplicadas pelos fatores de emissão específicos dos poluentes permitem determinar a quantidade de poluentes emitidos em função de uma determinada distância. Os fatores específicos são retirados do guia de inventário de emissões da Europa (EMEP/EEA) (2009), bem como a metodologia de cálculo abordada, denominado de Tier 3 pelo documento, que utiliza esses fatores de emissão em função do tipo de motor e de viatura, das velocidades médias produzidas, assim como o tipo de estrada considerada para o cálculo de emissões (CORPET4, 2007).

1.2.2. A Pegada de Carbono para o setor dos transportes: Revisão de Estudos

A preocupação associada ao efeito das emissões de GEE tem provocado a realização de diversos estudos focando na monitorização, controlo e redução da emissão desses gases para o meio ambiente. Os vários estudos mencionados incidem essencialmente na gestão de frotas automóveis, analisando assim os seus comportamentos contabilizando as quantidades de GEE emitidos para a atmosfera.

Um estudo realizado pela empresa CTT - Correios de Portugal S.A. (CTT, 2010) refere que a principal fonte de emissão de GEE é proveniente da sua frota automóvel, constituída por 3441 veículos, com uma idade média global de 3,2 anos e com consumos médios de 9,24 l/100km. A quantificação de GEE feita é baseada na metodologia GHG Protocol e apresentou resultados de emissões provenientes das frotas automóveis contabilizando cerca de 14738 toneladas de CO₂ emitidas, e uma emissão total, somadas as emissões de CH₄ e NO₂ às de CO₂, em tCO_{2eq} de

14801, representando mais de 99% das emissões totais de GEE para a frota automóvel. O exercício revelou uma redução de 2,8% das emissões de GEE relativos ao ano anterior. Apesar desta redução a empresa admite que na origem desta redução está uma diminuição da distância percorrida pela sua frota (CTT, 2010).

O grupo SONAE, empresa nacional de grande importância no mercado, também reporta as emissões e consumos associados ao transporte da sua frota. A Pegada de Carbono da empresa é apresentada em função do número de caixas transportadas por quilómetro. Em 2010, o resultado foi de 6,47 caixas/km, e a quantidade de emissões de CO_{2eq} expressa em kg/1000 Caixas transportadas, que para 2010 foi de 135 kg/1000 caixas transportadas. Convertendo os resultados obtidos observa-se que a eficiência do processo é de 0,85 kgCO_{2eq}/km, o que para um total de 37418 mil km, representa um total de emissões associados aos transportes de cerca de 31957 tonCO_{2eq} emitido (SONAE, 2010).

Uma das maiores empresas nacionais de distribuição, a Luís Simões, menciona no seu relatório de Sustentabilidade, referente ao ano de 2010, resultados da sua frota relativos à quantidade de emissões e desempenhos das viaturas. As emissões GEE, para o exercício de 2010, foram contabilizadas em 1015 (ton CO_{2eq}/km) por 1000 km, menos 2,5% quando comparado com o ano anterior (Luís Simões, 2010). Este valor apresenta muito provavelmente um erro de conversão de unidades, sendo mais coerente um valor na ordem dos 1,015 (ton CO_{2eq}/L) por 1000 km. Para camiões de 12 e 19 toneladas, o relatório regista, consumos médios de 27,3 l/100km e 33,5 l/100km para o ano de 2010 e para o ano de 2008 27,5 e 32,6, respetivamente, mais 28,8 para as viaturas de 26 toneladas (Luís Simões, 2010).

Um estudo da Pegada de Carbono realizado ao Grupo TRACAR - Transportes de Carga e Comércio, S.A, no ano de 2010, avaliou o desempenho do grupo e da sua frota automóvel a nível de emissões de GEE associadas ao seu consumo de combustível. O grupo é constituído por uma frota de 208 viaturas, caracterizados como veículos de distribuição, semirreboques e veículos médios, que realizam transporte a nível nacional e internacional. O estudo fez uso dos valores das distâncias percorridas, consumos de combustíveis e fatores de emissão específicos para os poluentes. O resultado final de emissões provenientes da frota automóvel foi de 19582 tonCO_{2eq}, resultantes de um total agregado de todas as viaturas de 4774161 litros de combustível diesel consumido para uma distância total percorrida de 22394533 km. A frota de veículos denominados “semirreboques” é de 94 viaturas da frota nacional mais 68 viaturas da frota internacional, com um consumo total de combustível e médias anuais de consumos (l/100km) variáveis, dependendo da cilindrada, tecnologia do motor e ano aquisição de

viatura. Relativamente a essas viaturas, a Pegada de Carbono foi cerca de 9576 tonCO_{2eq} para as viaturas nacionais, que equivale a 0,905 kgCO_{2eq}/km e 7546 tonCO_{2eq} para as frotas internacionais, num equivalente a 0,956 kg gCO_{2eq}/km. A Pegada de Carbono do grupo TRACAR para a frota nacional (constituída por viaturas de distribuição (capacidade de carga entre as 3,5 e 5 toneladas), viaturas médias (capacidades de carga compreendidas entre as 10 e 15 toneladas) e “semirreboques” (capacidade de carga de 25 toneladas) foi de 882 gCO_{2eq}/km e 956 gCO_{2eq}/km para a frota internacional (semirreboques) (TRACAR, 2011).

1.3 Objetivos e Âmbito do Trabalho

O trabalho realizado foi desenvolvido na empresa Gisgeo Information System, especializada no desenvolvimento de aplicações informáticas com dados georreferenciados. Este estudo tem como objetivo a avaliação das emissões de GEE associadas a frotas automóveis de transporte de mercadorias com vista a avaliar o desempenho da frota em função do consumo de combustível, distância percorrida, tipo de rota e de tipo de veículos relativamente ao ano de 2011. Foram analisados 7 veículos pertencentes a uma frota de uma empresa cliente da Gisgeo para esse período de tempo. Os veículos analisados transportam mercadorias na região ibérica, com predominância do território nacional e Norte de Espanha.

Os resultados obtidos permitirão delinear conclusões sobre a relação entre as várias variáveis (como por exemplo, os consumos de combustíveis, a distância percorrida e o tipo de estrada consideradas) e as emissões de GEE. A informação utilizada na avaliação dos GEE, associados à frota, foi obtida a partir de uma aplicação informática desenvolvida pela Gisgeo ou foi disponibilizada pelas empresas detentoras dos veículos da frota em estudo.

1.4 Organização e Estrutura da Dissertação

A dissertação possui cinco capítulos. O primeiro capítulo (Capítulo 1) introduz a problemática das alterações climáticas no setor dos transportes, a evolução desta e a descrição desta problemática à escala mundial e local (Portugal). Apresentam-se algumas definições e metodologias usadas na quantificação da Pegada de Carbono. São identificados algumas aplicações informáticas usados na análise de emissões de GEE no setor dos transportes, e descritos alguns casos de quantificação de Pegada de Carbono para o setor. Por último são identificados os objetivos e o âmbito deste trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a empresa Gisgeo e as empresas que detêm a frota em análise, sendo caracterizados os veículos e as rotas percorridas pela frota em estudo durante o ano de 2011.

O Capítulo 3 descreve a metodologia usada na quantificação da pegada, os fatores de emissão e algoritmos considerados. São também realizados todos os cálculos e quantificações necessárias, assim como a sua análise resultados, relativas as emissões realizadas pela empresa/frota em estudo.

No Capítulo 4 discute-se os resultados obtidos por comparação com os resultados obtidos em estudos semelhantes. São apresentadas aqui as conclusões obtidas e as limitações do trabalho.

Por último, o Capítulo 5 faz referência às oportunidades para trabalhos futuros.

Capítulo 2 - Apresentação do Caso de Estudo

A empresa GISGEO Information Systems, fundada no ano de 2008 e com sede nas instalações UPTEC (Parque de Ciência e Tecnologia Universidade do Porto), é uma empresa especializada no desenvolvimento de aplicações informáticas com capacidade de análise, armazenamento e gestão de dados georreferenciados.

Este tipo de desenvolvimento tem aplicações muito alargadas, sendo um dos focos da empresa a aplicação na gestão de frotas automóveis. Este tipo de gestão integrada permite, de forma simples e intuitiva, um acompanhamento permanente por parte dos seus clientes do estado e atividade de todas as viaturas com equipamentos instalados, nomeadamente das suas rotas.

2.1. Descrição do funcionamento da aplicação informática

A localização exata, em tempo real, das viaturas e condutores potencia um aumento de produtividade e segurança dos mesmos, para além de uma gestão eficaz dos recursos. Podem gerar também poupança de custos associados à frota, devido a mudanças de hábitos de condução, otimização de rotas e redução de custos de comunicação. Estas condições, agregadas à promoção de uma condução ecológica, determinam uma menor emissão de CO₂ para o meio ambiente. Estas reduções podem ser imediatas, mas uma monitorização progressiva irá permitir alcançar resultados de desempenho melhores na gestão de frotas automóveis.

A captação de dados é realizada através da instalação nas viaturas de um dispositivo com antena GPS (Global Positioning System) e cartão SIM (Subscriber Identity Module). Desta forma, o dispositivo envia as coordenadas onde se encontra a viatura, a hora e outros dados através de GPRS / GSM (General Packet Radio Service / Global System for Mobile Communications). Essas informações são processadas e os dados são registados em base de dados num servidor centralizado. O utilizador acede à solução através da internet, com recurso a um motor de busca de internet.

Com as aplicações desenvolvidas pela Gisgeo, o cliente consegue observar o desempenho de cada uma das viaturas em mapas detalhados, ou a geração de gráficos e relatórios, sobre as várias informações geradas, como quilómetros percorridos, tempos de viagem, e velocidades médias. A Figura 8 esquematiza o processo de funcionamento, da captação até chegada à base de dados.

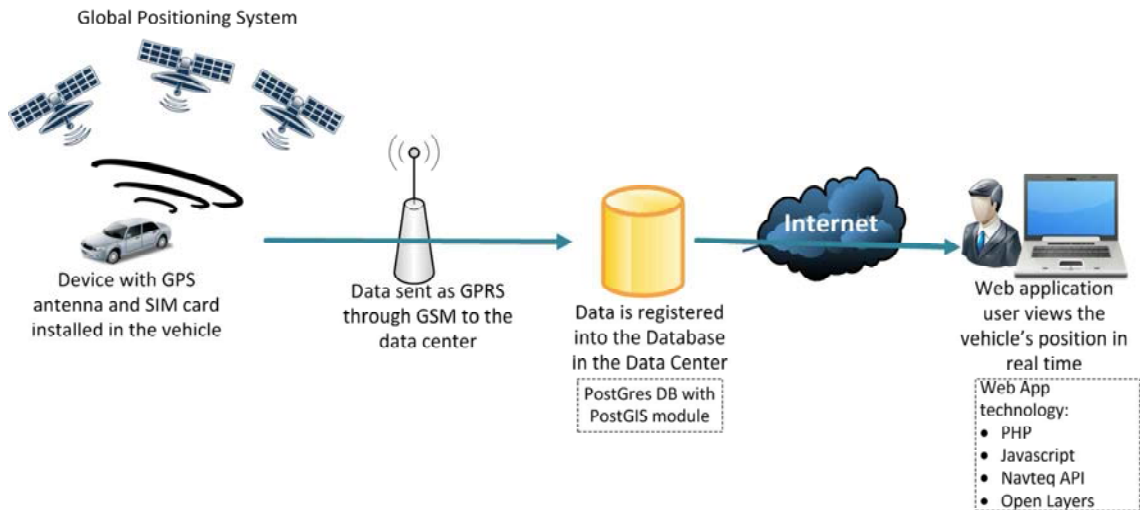


Fig. 8: Funcionamento de Captação de Dados

Neste processo de obtenção de dados e geração de relatórios poderão existir diferenças entre as distâncias totais percorridas, calculadas pelos percursos (relatório do cliente) e pela rota efetiva (diretamente da base de dados). O que é eliminado, em termos de diferenças, da base de dados para o relatório de cliente é o denominado “Tempo de Ralenti” (regime mais baixo no funcionamento de um motor de explosão, que o mantém em funcionamento sem acelerar), que consiste essencialmente no tempo em que o equipamento continua a captar dados e informação com a viatura parada/desligada, podendo surgir a acumulação de distâncias do funcionamento natural dos satélites.

2.2. Caso de Estudo

A empresa detentora da frota em estudo é a empresa Transpac. A Transpac é uma pequena/média empresa de transportes de mercadorias, com as suas instalações em Vila Nova de Gaia. Possui uma frota com 17 viaturas e centra a sua área de atuação a nível nacional e internacional, maioritariamente na região ibérica com alguma atuação na Europa do Sul, França e Itália. Esta empresa disponibilizou os dados necessários ao estudo, incluindo os abastecimentos para as 7 viaturas. As viaturas que compõem a frota da empresa são de diversas marcas, no entanto, as consideradas neste trabalho são da marca Mercedes e Scania. Os veículos possuem modelos e características variáveis.

Apenas foi considerada informação relativa a 7 viaturas no que respeita à média mensal de consumos de combustível para os 100 km e as rotas e distâncias percorridas em 2011. Isto porque a informação disponível das empresas, para o ano de 2011, apenas contemplava esses veículos. Para cada uma das 7 viaturas são identificadas a marca, matrícula e ano de aquisição,

o tipo de viatura e a tecnologia do motor segundo a legislação Europeia referenciada no inventário de emissões Europeu (EMEP/EEA, 2009).

2.2.1. Caracterização da frota em estudo

As viaturas pesadas disponíveis na frota em estudo têm características variáveis em função do seu peso. A capacidade varia entre as 14 e as 26 toneladas, a tecnologia do motor varia entre EURO III e EURO IV e as idades das viaturas componentes da frota em análise vão do ano 2000 até 2010. Para além destas características, cada viatura tem uma marca, modelo e diferenças entre as distâncias percorridas e consumos de combustível, bem como número de abastecimentos. Foram analisados registos relativos ao período compreendido entre janeiro de 2011 e dezembro de 2011. Foram posteriormente cruzados os registos das distâncias e rotas registadas pelo GeoCar (solução de gestão de frota automóvel da Gisgeo), com os abastecimentos fornecidos pela empresa, tendo sido submetidos para análise aqueles em que existia informação de consumos e distâncias disponíveis.

Na Tabela 1 pode observar-se as características gerais de cada uma das viaturas consideradas, bem como as distâncias percorridas e consumos total de combustível para o ano de 2011. O Anexo A disponibiliza a informação detalhada por abastecimentos para cada viatura considerada (viatura A a G). Os equipamentos de georreferenciação de dados foram instalados na segunda quinzena do mês de março. As viaturas têm registos dos consumos de combustíveis e das distâncias percorridas para todos os meses posteriores à instalação. As exceções são listadas para cada veículo (ver Tabela 1).

Tabela 1 - Considerações Gerais das Viaturas

Viatura	Modelo	Tipo Viatura	Tecnologia Motor	Distância Percorrida (km)	Consumo Combustível (L)	Média de Consumo (L/100 km)	Nº Abastecimentos
Viatura A ^{a)}	Mercedes 1844 LS	Pesado (20-26T)	EURO IV	99923	39109	39,1	60
Viatura B ^{b)}	Scania	Pesado (20-26T)	Euro IV	82099	29085	35,4	56
Viatura C ^{c)}	Scania 143	Pesado (20-26T)	Euro IV	72830	29881	41,0	82
Viatura D ^{d)}	Mercedes 1840	Pesado (14-20T)	EURO IV	86615	35681	41,2	70
Viatura E ^{e)}	Mercedes 1848	Pesado (20-26T)	EURO IV	74594	29385	39,4	72
Viatura F ^{f)}	Mercedes 1480	Pesado (14-20T)	EUROIV	65735	24105	36,7	47
Viatura G ^{g)}	Mercedes 1848	Pesado (20-26T)	EURO III	69408	29314	42,2	61

a) Não estão disponíveis dados entre o mês de março e agosto de 2011.

b) Não estão disponíveis dados para o mês de dezembro.

c), e) g) Os dados do mês de março são relativos à última quinzena.

d) O equipamento foi instalado em janeiro. Disponibilidade total de dados.

f) Não estão disponíveis dados para o mês de outubro e novembro.

O início da rota é frequentemente realizado a partir da sede da empresa em Vila Nova de Gaia e são realizadas na maior parte da sua extensão em autoestrada e nacionais. O início e final dos percursos ocorrem em estradas urbanas. Todas as viaturas realizam os seus trajetos com predominância em território nacional, a exceção da Viatura A que realiza grande parte dos seus percursos na zona norte do território espanhol. A Viatura B também fez algumas viagens na zona ibérica, mas a maior parte das suas rotas incide no sul do País, na zona de Lisboa e Vila Franca de Xira. A Viatura C também realiza maior parte das suas viagens pela zona centro e sul de Portugal, como por exemplo, Leiria, Alverca e Cacém. A Viatura D e Viatura E fazem a extensão dos seus percursos maioritariamente na zona sul do País, fazendo várias entregas em Alverca, Setúbal, Queluz e Azambuja. Por fim, a Viatura F e G realiza a maior parte das rotas

para a zona do Cacém, Torres Vedras, Torres Novas e Alcochete. O subcapítulo seguinte indica qual o percurso realizados para os diferentes tipos de estradas para cada viatura.

2.2.2. Inventário da frota em estudo

Os dados são recolhidos para cada um dos veículos considerados por via automática, pois o equipamento da GisGeo possibilita a captação da posição em tempo real. Estes dados referem-se às distâncias percorridas e às rotas seguidas pela viatura analisada durante o tempo e deslocação. Por outro lado, o consumo de combustíveis e as características dos veículos são disponibilizados pelas empresas detentoras da frota de veículos.

A informação disponibilizada pela GisGeo é monitorizada ao minuto, tendo sido agregada de forma mensal para cada uma das viaturas, contabilizando um total da empresa mensal. O mesmo realizado para o total de cada uma das viaturas. De relembrar que existem meses para os quais a informação não foi possível de cruzar. Estes não foram considerados na análise.

A Tabela 2 apresenta os resultados de 2011 relativos às distâncias percorridas para a frota de 7 veículos para cada um dos meses considerados. Relativamente às distâncias, é importante diferenciar a quantidade de quilómetros efetuados nos diferentes tipos de estrada, pois estes podem determinar diferenças no resultado final da Pegada de Carbono. A Tabela 3 indica a distância percorrida em cada uma das viaturas, para cada um dos tipos de estrada, relativa ao ano de 2011.

Tabela 2 - Distâncias Percorridas para cada Viatura (km)

Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
janeiro	-	-	-	2532	-	-	-	2532
fevereiro	-	-	-	7350	-	-	-	7350
março (*)	5463	3597	6852	7712	992	3968	2836	31420
Abril	-	8551	5419	7989	7394	6423	7146	42925
Maio	-	8652	10016	7351	8234	6720	9339	50312
Junho	-	9402	8002	6901	8366	4837	7093	44600
Julho	-	9119	6800	9187	9968	7711	7616	50400
Agosto	19950	13555	8566	8171	7459	16424	9065	83189
setembro	20019	13206	9020	8560	11108	14536	7937	84386
outubro	20519	8441	8045	6637	6800	-	6902	57344
novembro	18186	7576	7270	6653	7277	-	6450	53412
dezembro	15786	-	2840	7572	6995	5117	5024	43334
Total	99923	82099	72830	86615	74594	65735	69408	551204

* Os valores para o mês de março apenas refletem a distância percorrida na última quinzena. A exceção acontece para a Viatura D.

Tabela 3 - Tipo de percurso (Autoestrada, Estrada Nacional, Urbano) percorrido pelas Viaturas para 2011 (km).

Viatura	Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	Outubro	novembro	dezembro	Total
	Autoestrada	-	-	4663	-	-	-	-	11960	11057	10933	10497	9996	59178
Viatura A	E. Nacional	-	-	194	-	-	-	-	1258	1444	2156	2471	1000	8640
EURO IV	Urbano	-	-	605	-	-	-	-	6732	7518	7430	5218	4790	32105
	Total	-	-	5463	-	-	-	-	19950	20019	20519	18186	15786	99923
	Autoestrada	-	-	2776	4811	6303	6366	7130	6691	7779	6302	4727	-	52695
Viatura B	E. Nacional	-	-	486	2984	1828	2352	1250	1118	2005	1275	1903	-	15320
EURO IV	Urbano	-	-	335	756	521	683	738	5746	3422	864	946	-	14085
	Total	-	-	3597	8551	8652	9402	9119	13555	13206	8441	7576	-	82099
	Autoestrada	-	-	5030	2735	6890	5764	4828	6832	4857	5737	4732	1857	49172
Viatura C	E. Nacional	-	-	898	2166	2134	1622	1469	1172	3436	1487	1906	546	17083
EURO IV	Urbano	-	-	924	519	993	616	503	563	728	821	631	437	6575
	Total	-	-	6852	5419	10016	8002	6800	8566	9020	8045	7270	2840	72830

Tabela 3 (Cont.) - Tipo de percurso (Autoestrada, Estrada Nacional, Urbano) percorrido pelas Viaturas para 2011 (km).

Viatura	Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total
	Autoestrada	2156	4999	5207	4398	4173	4436	6769	5555	6149	4375	4235	4864	58556
Viatura D	E. Nacional	215	1485	1231	2668	2643	1554	1557	1555	1641	1522	1963	1647	18877
EURO IV	Urbano	161	866	1275	924	535	911	861	1061	770	740	455	1060	9182
	Total	2532	7350	7712	7989	7351	6901	9187	8171	8560	6637	6653	7572	86615
	Autoestrada	-	-	252	4995	5764	5598	7749	5520	8591	5129	4440	5418	52184
Viatura E	E. Nacional	-	-	713	1996	1850	2205	1464	1185	1652	1008	1351	681	15380
EURO IV	Urbano	-	-	27	404	620	563	756	754	865	663	1485	896	7030
	Total	-	-	992	7394	8234	8366	9968	7459	11108	6800	7277	6995	74594
	Autoestrada	-	-	2788	3496	4928	3511	5826	14238	12572	-	-	4167	51485
Viatura F	E. Nacional	-	-	565	2530	1233	653	1092	963	903	-	-	495	8476
EURO IV	Urbano	-	-	615	398	559	672	792	1223	1061	-	-	455	5775
	Total	-	-	3968	6423	6720	4837	7711	16424	14536	-	-	5117	65735
	Autoestrada	-	-	2306	4195	7137	5008	5425	6964	5891	4730	4584	3699	50068
Viatura G	E. Nacional	-	-	272	2437	1467	1438	1400	1256	1410	1115	1329	782	12695
EURO IV	Urbano	-	-	258	514	735	646	792	844	635	1058	537	542	6646
	Total	-	-	2836	7146	9339	7093	7616	9065	7937	6902	6450	5024	69408

A informação relativa ao consumo de combustíveis foi disponibilizada pela empresa Transpac. A Tabela 4 apresenta o consumo de combustível por viatura. Os meses eliminados são os mesmos indicados na Tabela 3. Foram ainda contabilizados um total mensal para as viaturas consideradas e o total anual de cada uma das viaturas. Para alguns dos meses não foi considerada informação devido à impossibilidade de cruzá-la com os valores das distâncias percorridas.

Tabela 4– Consumos Combustível para cada Viatura (l)

Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total Viaturas
janeiro	-	-	-	1122	-	-	-	1122
fevereiro	-	-	-	3178	-	-	-	3178
março (*)	1610	1075	1733	2914	565	1569	1048	10514
Abril	-	3685	2129	2312	3218	2996	2574	16914
Maio	-	2981	4574	3266	3241	2680	3804	20546
Junho	-	3243	3106	2712	2754	2008	3132	16955
Julho	-	2061	2857	3827	3801	3329	2783	18658
agosto	7355	5264	3291	3423	3133	5035	3666	31167
setembro	7287	4721	3696	3180	4063	4681	2726	30354
outubro	7675	3203	3273	2684	2616	-	3193	22643
novembro	8702	2851	4041	3654	3070	-	3491	25809
dezembro	6481	-	1180	3408	2924	1807	2898	18699
Total	39109	29085	29881	35681	29385	24105	29314	216559

Aplicando uma relação entre as distâncias percorridas mensalmente por viatura e os consumos de combustível das mesmas, é possível observar e quantificar o desempenho da viatura ao quilómetro. A Tabela 5 revela o desempenho de cada viatura expresso em litros por quilómetro.

Tabela 5 - Desempenho das Viaturas em 2011 (l/km)

Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Média Viaturas
Janeiro	-	-	-	0,443	-	-	-	0,443
fevereiro	-	-	-	0,432	-	-	-	0,432
março (*)	0,295	0,299	0,253	0,378	0,569	0,395	0,370	0,335
Abril	-	0,431	0,393	0,289	0,435	0,466	0,360	0,394
Maio	-	0,345	0,457	0,444	0,394	0,399	0,407	0,408
Junho	-	0,345	0,388	0,393	0,329	0,415	0,442	0,380
Julho	-	0,226	0,420	0,417	0,381	0,432	0,365	0,370
Agosto	0,369	0,388	0,384	0,419	0,420	0,307	0,404	0,375
setembro	0,364	0,358	0,410	0,371	0,366	0,322	0,343	0,360
Outubro	0,374	0,379	0,407	0,404	0,385	-	0,463	0,395
novembro	0,478	0,376	0,556	0,549	0,422	-	0,541	0,483
dezembro	0,411	-	0,416	0,450	0,418	0,353	0,577	0,431
Total	0,391	0,354	0,410	0,412	0,394	0,367	0,422	0,393

Capítulo 3 - Avaliação de Pegada de Carbono

Este capítulo apresenta a metodologia usada e quantifica a Pegada de Carbono em função das distâncias percorridas e do consumo de combustível. A Pegada de Carbono é calculada usando fatores de emissão específicos e expressa em função de uma distância percorrida ($\text{kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}$). Uma primeira avaliação quantifica a Pegada de Carbono usando no cálculo três poluentes (nomeadamente, CO_2 , CH_4 , N_2O). Uma segunda avaliação considera seis poluentes, nomeadamente os três anteriores, bem como CO , NMCOV'S e NO_x . Por fim, a Pegada de Carbono é quantificada em função do tipo de estrada/percursos efetuados.

Os resultados obtidos para a Pegada de Carbono são analisados para a contribuição de cada um dos poluentes.

3.1. Metodologia de Avaliação de Pegada de Carbono

O cálculo da Pegada de Carbono para o caso de estudo considerado segue linhas orientadoras da norma PAS 2050:2011 (PAS 2050, 2011). A metodologia associada à estimativa das emissões também é descrita no guia do Painel Intergovernamental Alterações Climáticas (IPCC, 2006). A norma PAS 2050 define princípios orientadores para que empresas possam calcular a Pegada de Carbono associada aos seus produtos/serviços. A norma PAS 2050 sugere a quantificação de todas as atividades que contribuem para as emissões de GEE. Esta norma (PAS 2050), vocacionada para a estimativa da pegada de um produto, não faz distinção, por oposição às diretrizes do Painel Intergovernamental Alterações Climáticas (IPCC, 2006), entre emissões diretas ou indiretas de gases com efeitos de estufa. Isto acontece uma vez que a PAS 2050 contém uma perspetiva de avaliação do ciclo de vida do produto/serviço que inclui já, sem os distinguir, os vários tipos de emissões referenciados. A quantificação dos GEE considera apenas a fase de operação das viaturas, isto é, as viagens realizadas pelas viaturas com equipamentos instalados da GisGeo, não contabilizando fases de produção ou manutenção destas. A unidade funcional neste caso de estudo é a quantidade de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ emitido ao quilómetro de distância percorrida. Os resultados obtidos podem servir de base à implementação de medidas de redução de emissões de GEE pela frota de viaturas.

Os fatores de emissão específicos do tipo de transporte e combustível utilizado são retirados do inventário de emissões de GEE da Agência Europeia do Ambiente (EMEP/EEA, 2009), que engloba fatores para os diversos tipos de tecnologia de motor e tipo de veículos. Apenas são

considerados os fatores de emissão associados a viaturas de pesados. Estes variam em função da capacidade de carga e da tecnologia de motor.

Como não estão disponíveis fatores de emissão de poluentes para algumas das capacidades de carga, procedeu-se a uma interpolação de forma a identificar os valores para as capacidades de carga remanescentes. Com base nos factores de emissão para as capacidades de carga (< 7,5 t; 12-14 t; 20-26 t, >32 t) foram calculados os fatores de fatores de emissão para os intervalos de capacidade de carga (7,5-12 t; 14-20 t; 26-32 t). Com o objetivo de cobrir todas as capacidades de carga das viaturas, realizaram-se interpolações a partir da informação disponível para os fatores. Este passo foi realizado de acordo com o estipulado em EMEP/EEA (2009). Como exemplo, apresenta-se o cálculo efetuado para o fator de emissão N₂O, para a capacidade de carga de 26 - 32 t EURO II. O valor de 9,50E-06 kg/km foi calculado do seguinte modo: os dados de fatores de emissão referentes as capacidades de carga > 32 t e 20-26 t são registados para o intervalo (assume-se 32 t (1,20E-05 kg/km) pra o primeiro caso e um valor médio de 23 t (7,00E-06 kg/km) para o segundo). É feita uma interpolação o cálculo de um valor de fator de emissão para o intervalo 26-32t (assumindo o valor médio de 29t), que é o resultado final pretendido. Os fatores de emissão variam com a capacidade da viatura e tecnologia do motor. Ou seja, dando como exemplo a tecnologia motor Euro III, esta está associada com viaturas de 2000 a 2004). O CO₂ é o principal poluente que apresenta os fatores de emissão mais altos por comparação com os vários considerados. O factor de emissão para o CO₂ é único, uma vez que a sua emissão depende unicamente do tipo de combustível utilizado.

Tabela 6 - Fatores de Emissão em Função do Tipo de Viatura e Tecnologia do Motor (adaptados de EMEP/EEA, 2009)

Tipo de Viatura	Tecnologia do Motor	Ano	N ₂ O (kg/km)	CH ₄ (kg/km)	CO (kg/km)	NOx (kg/km)	NMVOC'S (kg/km)	CO ₂ a)
Pesados (<7,5 T)	Convencional	<1992	2,90E-05	2,00E-05	1,85E-03	4,70E-03	1,07E-03	
	EURO I	1992-1995	5,00E-06	2,00E-05	6,57E-04	3,37E-03	1,93E-04	
	EURO II	1996-1999	4,00E-06	2,00E-05	5,37E-04	3,49E-03	1,23E-04	
	EURO III	2000-2004	3,00E-06	2,00E-05	5,84E-04	2,63E-03	1,15E-04	2,62
	EURO IV	2005-2009	6,00E-06	2,00E-05	4,70E-05	1,64E-03	5,00E-06	
	EURO V	2010>	1,70E-05	2,00E-05	4,70E-05	9,33E-04	5,00E-06	
EURO VI	2010>	1,70E-05	2,00E-05	4,70E-05	1,80E-04	5,00E-06		

Tabela 6 (Cont.) – Fatores de Emissão em Função do Tipo de Viatura e Tecnologia do Motor (adaptados de EMEP/EEA, 2009)

Tipo de Viatura	Tecnologia do Motor	Ano	N ₂ O (kg/km)	CH ₄ (kg/km)	CO (kg/km)	NO _x (kg/km)	NM _{VOC} 'S (kg/km)	CO ₂ a)
Pesados	Convencional	<1992	2,90E-05	2,00E-05	2,08E-03	6,81E-03	9,23E-04	
(7,5-12 T)	EURO I	1992-1995	6,50E-06	2,00E-05	8,39E-04	4,34E-03	2,60E-04	
	EURO II	1996-1999	6,00E-06	2,00E-05	7,20E-04	4,50E-03	1,65E-04	
	EURO III	2000-2004	3,50E-06	2,00E-05	7,78E-04	3,47E-03	1,52E-04	2,62
	EURO IV	2005-2009	9,00E-06	2,00E-05	5,90E-05	2,15E-03	6,50E-06	
	EURO V	2010>	2,55E-05	2,00E-05	5,90E-05	1,22E-03	6,50E-06	
	EURO VI	2010>	2,50E-05	2,00E-05	5,90E-05	2,36E-04	6,50E-06	
Pesados	Convencional	<1992	2,90E-05	2,00E-05	2,31E-03	8,92E-03	7,76E-04	
(12-14T)	EURO I	1992-1995	8,00E-06	2,00E-05	1,02E-03	5,31E-03	3,26E-04	
	EURO II	1996-1999	8,00E-06	2,00E-05	9,02E-04	5,50E-03	2,07E-04	
	EURO III	2000-2004	4,00E-06	2,00E-05	9,72E-04	4,30E-03	1,89E-04	2,62
	EURO IV	2005-2009	1,20E-05	2,00E-05	7,10E-05	2,65E-03	8,00E-06	
	EURO V	2010>	3,40E-05	2,00E-05	7,10E-05	1,51E-03	8,00E-06	
	EURO VI	2010>	3,30E-05	2,00E-05	7,10E-05	2,91E-04	8,00E-06	
Pesados	Convencional	<1992	2,90E-05	2,00E-05	2,12E-03	9,81E-03	6,31E-04	
(14-20T)	EURO I	1992-1995	8,00E-06	2,00E-05	1,29E-03	6,42E-03	3,88E-04	
	EURO II	1996-1999	7,50E-06	2,00E-05	1,14E-03	6,71E-03	1,46E-02	
	EURO III	2000-2004	4,00E-06	2,00E-05	1,23E-03	5,29E-03	2,34E-04	2,62
	EURO IV	2005-2009	1,20E-05	2,00E-05	8,80E-05	3,24E-03	9,00E-06	
	EURO V	2010>	3,40E-05	2,00E-05	8,80E-05	1,85E-03	9,00E-06	
	EURO VI	2010>	3,25E-05	2,00E-05	8,80E-05	3,57E-04	9,00E-06	
Pesados	Convencional	<1992	2,90E-05	7,00E-05	1,93E-03	1,07E-02	4,86E-04	
(20-26T)	EURO I	1992-1995	8,00E-06	7,00E-05	1,55E-03	7,52E-03	4,49E-04	
	EURO II	1996-1999	7,00E-06	7,00E-05	1,38E-03	7,91E-03	2,90E-02	
	EURO III	2000-2004	4,00E-06	7,00E-05	1,49E-03	6,27E-03	2,78E-04	2,62
	EURO IV	2005-2009	1,20E-05	7,00E-05	1,05E-04	3,83E-03	1,00E-05	
	EURO V	2010>	3,40E-05	7,00E-05	1,05E-04	2,18E-03	1,00E-05	
	EURO VI	2010>	3,20E-05	7,00E-05	1,05E-04	4,22E-04	1,00E-05	

Tabela 6 (Cont.) – Fatores de Emissão em Função do Tipo de Viatura e Tecnologia do Motor (adaptados de EMEP/EEA, 2009)

Tipo de Viatura	Tecnologia do Motor	Ano	N ₂ O (kg/km)	CH ₄ (kg/km)	CO (kg/km)	NOx (kg/km)	NM VOC'S (kg/km)	CO ₂ a)
Pesados	Convencional	<1992	2,90E-05	7,00E-05	1,92E-03	4,57E-01	4,98E-04	
(26-32T)	EURO I	1992-1995	1,00E-05	7,00E-05	1,73E-03	4,56E-01	4,80E-04	
	EURO II	1996-1999	9,50E-06	7,00E-05	1,54E-03	8,64E-03	1,47E-02	
	EURO III	2000-2004	5,50E-06	7,00E-05	1,64E-03	6,85E-03	2,93E-04	2,62
	EURO IV	2005-2009	1,50E-05	7,00E-05	1,13E-04	4,22E-03	1,10E-05	
	EURO V	2010>	4,35E-05	7,00E-05	1,13E-04	2,41E-03	1,10E-05	
	EURO VI	2010>	4,05E-05	7,00E-05	1,13E-04	4,65E-04	1,10E-05	
Pesados	Convencional	<1992	2,90E-05	7,00E-05	1,90E-03	9,04E-01	5,10E-04	
(>32)	EURO I	1992-1995	1,20E-05	7,00E-05	1,90E-03	9,04E-01	5,10E-04	
	EURO II	1996-1999	1,20E-05	7,00E-05	1,69E-03	9,36E-03	3,26E-04	
	EURO III	2000-2004	7,00E-06	7,00E-05	1,79E-03	7,43E-03	3,08E-04	2,62
	EURO IV	2005-2009	1,80E-05	7,00E-05	1,21E-04	4,61E-03	1,20E-05	
	EURO V	2010>	5,30E-05	7,00E-05	1,21E-04	2,63E-03	1,20E-05	
	EURO VI	2010>	4,90E-05	7,00E-05	1,21E-04	5,07E-04	1,20E-05	

a) Foi necessário converter o valor de CO₂ de kg/kg combustível para kg/l combustível, multiplicando-o pela densidade. Fator de emissão = 3,14 kg_{CO2}/kg combustível. A densidade do combustível = 0,835 kg/L (EMEP/EEA, 2009).

Observa-se também que, de uma forma geral, a capacidade das viaturas influencia ligeiramente o fatores de emissão dos restantes poluentes, sendo estes superiores para as viaturas de maior capacidade. De igual forma, os valores dos fatores de emissão diminuem à medida que as tecnologias de motores implementadas são mais avançadas e as diretivas correspondentes mais exigentes, principalmente até a tecnologia EURO III, com uma redução de todos os poluentes relativos a EURO II. O único poluente cujo seu fator de emissão aumentou com as novas diretivas foi o N₂O, que teve um aumento após a implementação da diretiva EURO IV. Esse aumento pode ser explicado com a exigência de redução de emissões para poluentes como NOx e PM (Matéria Particulada) em 70% e 85%, respetivamente, quando comparados aos valores da norma EURO III, não se tendo verificado essa exigência para N₂O.

A Tabela 7 identifica os fatores de emissão para as viaturas consideradas. Estas, independentemente da marca, estão associadas as tecnologias do motor e ao seu peso. As viaturas A, B, C e E têm os mesmos fatores de emissão, para a designação de viaturas com pesos compreendidos entre as 20-26 toneladas e tecnologia de motor EURO IV. As viaturas D e

F têm esses fatores de emissão para uma capacidade compreendida entre os 14-20 toneladas e tecnologia de motor EURO IV, enquanto a Viatura G possui esses fatores para uma viatura compreendida entre 20-26 toneladas e tecnologia de motor EURO III.

Tabela 7 - Fatores de Emissão Para Cada uma das Viaturas Consideradas

Fatores de Emissão	N ₂ O (kg/km)	CH ₄ (kg/km)	CO (kg/km)	NO _x (kg/km)	NMVOCS (kg/km)	CO ₂ a)
Viatura A (EURO IV)	1,20E-05	5,60E-06	1,05E-04	3,83E-03	1,00E-05	2,62
Viatura B (EURO IV)						
Viatura C (EURO IV)						
Viatura D (EURO IV)						
Viatura E (EURO IV)						
Viatura F (EURO IV)	4,00E-06	7,44E-05	1,49E-03	6,27E-03	2,78E-04	
Viatura G (EURO III)						

Esta tabela demonstra o que já foi referido anteriormente: os fatores de emissão da viatura EURO III são geralmente maiores que as restantes, exceto o poluente N₂O.

Para o cálculo da pegada em função do tipo de estrada são apenas considerados os poluentes CH₄ e N₂O, mantendo-se o valor CO₂ igual (2,62 kg CO₂/l). Estes fatores estão disponíveis em EMEP/EEA (2009). Neste caso são considerados os fatores de emissão para os intervalos de capacidade de carga das viaturas (ver Tabela 8).

Tabela 8 – Fatores de Emissão em Função do Tipo de Estrada para cada Viatura (EMEP/EEA, 2009)

Fator Emissão	Urbano		Rural/Nacional		Autoestrada	
	CH ₄ (>16T) (kg/km)	N ₂ O (12-28T) (kg/km)	CH ₄ (>16T) (kg/km)	N ₂ O (12-28T) (kg/km)	CH ₄ (>16T) (kg/km)	N ₂ O (12-28T) (kg/km)
Viatura A	5,25E-06	1,12E-05	5,60E-06	1,38E-05	4,20E-06	1,14E-05
Viatura B						
Viatura C						
Viatura D						
Viatura E						
Viatura F (EURO IV)						
Viatura G (EURO III)	9,80E-05	5,00E-06	7,44E-05	5,00E-06	6,37E-05	4,00E-06

Os fatores para o N_2O são ligeiramente superiores aos fatores de CH_4 para todas as viaturas de Tecnologia de Motor EURO IV. O inverso verifica-se para a viatura EURO III. Esta explicação é a mesma que foi dada anteriormente relativamente à legislação de N_2O , com um aumento verificado após a implementação da diretiva EURO IV quando comparado com EURO III, sugerindo uma falta de exigência na diminuição desse poluente.

Verifica-se também que os fatores de emissão CH_4 e N_2O são geralmente superiores para o meio Urbano e Nacional, quando comparados com a Autoestrada. Para a tecnologia EURO IV, existem, no entanto, exceções para os fatores de N_2O para Autoestrada. A exceção ocorre quando comparado o valor em meio urbano para a tecnologia EURO IV, que tem valores inferiores relativos aos dois tipos de estrada restantes, sendo o meio rural/nacional o que obtém maior fator de emissão. De uma forma geral e numa análise conjunta dos poluentes, conclui-se que a emissão destes poluentes será menor em regime de Autoestrada comparativamente com os restantes.

A quantificação da Pegada de Carbono usa os fatores de emissão, os consumos de combustível e as distâncias percorridas pelas viaturas. Em seguida é necessária a normalização dos dados numa unidade de medida comum ($kg\ CO_{2eq}$). Na metodologia usada foram utilizados na avaliação os GEE protocolados por Quioto (N_2O , CH_4 e CO_2) (Kyoto Protocol, 1997). Avaliou-se também a pegada contabilizando os gases anteriormente mencionados, e também as emissões de gases como o CO , NO_x e NMCOV's. Este passo foi realizado com o objetivo de verificar a influência da consideração de um número maior de gases na Pegada de Carbono. A normalização dos resultados foi efetuada recorrendo aos valores de potencial de aquecimento global de 1, 25 e 298 para CO_2 , CH_4 e N_2O , respetivamente, de acordo com IPCC (2007). Para os restantes gases, essa normalização foi feita de uma forma indireta, convertendo os valores das suas emissões para CO_2 , no caso de CO e NMCOV's, e N_2O , no caso do NO_x , para em seguida normalizá-los para CO_{2eq} , seguindo as indicações do IPCC respeitante a gases indiretos (IPCC, 2006). As equações 1 a 4, descrevem a metodologia usada no cálculo dos GEE considerando três poluentes (equação 1 e 2) ou considerando 6 poluentes equação (3 e 4). Os fatores de conversão para cada um dos gases foi retirado de IPCC (IPCC, 2006). Um exemplo de cálculo utilizado para o poluente NMCOV's quantifica as emissões do gas multiplicando o fator de emissão pela distância percorrida seguindo-se uma normalização deste valor para $kgCO_{2eq}$ através da multiplicação de um fator de 0,6 (fator de carbono presente em NMCOV's segundo secção de gases indiretos) por uma fração de 44/22 (IPCC, 2006).

A equação 1 representa o modo de cálculo geral de Pegada de Carbono no setor dos transportes:

$$\text{Pegada Carbono (kgCO}_{2\text{eq}}) = (\text{FE}(\text{CO}_2) \times \text{Cons. Combustível (l)}) + (\text{FE}(\text{N}_2\text{O}) \times \text{dist. (km)} \times 298) + (\text{FE}(\text{CH}_4) \times \text{dist. (km)} \times 25) \quad (1)$$

A equação 2 determina as emissões de GEE de uma Viatura em função da Distância:

$$\text{Pegada Carbono (kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}) = ((\text{FE}(\text{CO}_2) \times \text{Cons. Combustível (l)}) + (\text{FE}(\text{N}_2\text{O}) \times \text{dist. (km)} \times 298) + (\text{FE}(\text{CH}_4) \times \text{dist. (km)} \times 25)) / \text{dist. (km)} \quad (2)$$

A Equação 3 assemelha-se à Equação 1 sendo, no entanto, considerados os restantes poluentes mencionados anteriormente:

$$\text{Pegada Carbono (kg CO}_{2\text{eq}}) = (\text{FE}(\text{CO}_2) \times \text{Cons. Combustível (l)}) + (\text{FE}(\text{N}_2\text{O}) \times \text{dist. (km)} \times 298) + (\text{FE}(\text{CH}_4) \times \text{dist. (km)} \times 25) + (\text{FE}(\text{CO}) \times \text{dist. (km)} \times (44/28)) + (\text{FE}(\text{NO}_x) \times \text{dist. (km)} \times 0,01 \times (44/28) \times 298) + (\text{FE}(\text{NMCOV's}) \times \text{dist. (km)} \times 0,6 \times (44/12)) \quad (3)$$

A equação 4 determina as Emissões de todos os gases considerados de uma Viatura em função da Distância:

$$\text{Pegada Carbono (kgCO}_{2\text{eq}}/\text{km}) = ((\text{FE}(\text{CO}_2) \times \text{Cons. Combustível (l)}) + (\text{FE}(\text{N}_2\text{O}) \times \text{dist. (km)} \times 298) + (\text{FE}(\text{CH}_4) \times \text{dist. (km)} \times 25) + (\text{FE}(\text{CO}) \times \text{dist. (km)} \times (44/28)) + (\text{FE}(\text{NO}_x) \times \text{dist. (km)} \times 0,01 \times (44/28) \times 298) + (\text{FE}(\text{NMCOV's}) \times \text{dist. (km)} \times 0,6 \times (44/12)) / \text{dist. (km)} \quad (4)$$

A recolha da informação da frota possui uma importância determinante para o cálculo da Pegada de Carbono, uma vez que a qualidade dos dados e a análise dos inventários influencia a qualidade do resultado final. A informação foi analisada e organizada numa folha de cálculo com auxílio de mapas e relatórios disponibilizados pela plataforma GeoCar para cada veículo. Essa folha de cálculo inclui, para cada uma das viaturas analisadas, informação da data e hora e da rota realizada pela viatura, a velocidade média durante esse período, a distância percorrida, e pontos do local e quantidade de combustível abastecido.

3.1.1. Avaliação da Pegada de Carbono da Frota

A Pegada de Carbono considera, num dos casos, os poluentes (CO_2 , CH_4 , N_2O) e multiplica as distâncias e consumos de combustível pelos fatores de emissão gerais específicos de cada poluente. A outra abordagem considera um conjunto de poluentes maior (considera também o NO_x , CO e $\text{NMCOV}'\text{s}$). O método de cálculo é idêntico. A pegada de carbono é também calculada em função da distância percorrida para estas duas abordagens. Por fim, é calculada a contribuição de cada um dos poluentes para a Pegada de Carbono para o ano de 2011. Os resultados da Pegada de Carbono são apresentados na Tabela 9 para as duas abordagens usadas (Metodologia 1 e Metodologia 2). A Metodologia 1 quantifica a Pegada de Carbono com três GEE (CO_2 , CH_4 , N_2O). A Metodologia 2 quantifica a Pegada de Carbono usando seis Poluentes (CO_2 , CH_4 , N_2O , NO_x , CO e $\text{NMCOV}'\text{s}$). Os valores são apresentados para cada uma das viaturas e para o total das viaturas estudadas.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos para a Pegada de Carbono em função da distância, avaliando o seu desempenho ao quilómetro.

Tabela 9 - Pegada de Carbono Viaturas (kg CO_{2eq})

Viaturas	Viatura A		Viatura B		Viatura C		Viatura D		Viatura E		Viatura F		Viatura G		Total Viaturas	
	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2
janeiro	-	-	-	-	-	-	2950	2989	-	-	-	-	-	-	2950	2989
fevereiro	-	-	-	-	-	-	8356	8469	-	-	-	-	-	-	8356	8469
março (*)	4247	4346	2836	2901	4577	4701	7666	7784	1486	1504	4127	4188	2754	2846	27693	28270
abril	-	-	9700	9855	5607	5705	6090	6212	8471	8605	7876	7974	6765	6996	44508	45347
maio	-	-	7856	8013	12037	12219	8587	8700	8535	8684	7049	7152	9994	10296	54059	55064
junho	-	-	8547	8717	8180	8325	7134	7239	7260	7412	5281	5355	8227	8456	44628	45504
julho	-	-	5448	5614	7522	7645	10064	10205	10012	10192	8753	8872	7314	7560	49113	50087
agosto	19376	19738	13864	14110	8668	8823	9002	9127	8248	8383	13259	13510	9632	9925	82048	83616
setembro	19198	19561	12441	12680	9733	9896	8366	8498	10703	10904	12324	12547	7165	7421	79929	81507
outubro	20217	20589	8436	8589	8618	8764	7059	7161	6890	7013	-	-	8385	8608	59605	60724
novembro	22895	23225	7511	7648	10626	10758	9601	9703	8082	8214	-	-	9164	9373	67881	68922
dezembro	17064	17350	-	-	3108	3159	8961	9077	7699	7826	4754	4832	7608	7770	49193	50014
Total	102997	104808	76639	78127	78676	79996	93837	95164	77386	78737	63423	64430	77007	79250	569963	580512

Tabela 10 - Emissões das Viaturas em Função da Distância (kg CO2eq/km) para Metodologias 1 e 2.

Viaturas	Viatura A		Viatura B		Viatura C		Viatura D		Viatura E		Viatura F		Viatura G		Média Viaturas	
	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2	Mét. 1	Mét. 2
janeiro	-	-	-	-	-	-	1,165	1,181	-	-	-	-	-	-	1,165	1,181
fevereiro	-	-	-	-	-	-	1,137	1,152	-	-	-	-	-	-	1,137	1,152
março (*)	0,777	0,796	0,788	0,807	0,668	0,686	0,994	1,009	1,497	1,515	1,040	1,056	0,971	1,003	0,962	0,900
abril	-	-	1,134	1,152	1,035	1,053	0,762	0,778	1,146	1,164	1,226	1,241	0,947	0,979	1,042	1,056
maio	-	-	0,908	0,926	1,202	1,220	1,168	1,183	1,037	1,055	1,049	1,064	1,070	1,102	1,072	1,094
junho	-	-	0,909	0,927	1,022	1,040	1,034	1,049	0,868	0,886	1,092	1,107	1,160	1,192	1,014	1,020
julho	-	-	0,598	0,616	1,106	1,124	1,096	1,111	1,004	1,022	1,135	1,151	0,960	0,993	0,983	0,994
agosto	0,971	0,989	1,023	1,041	1,012	1,030	1,102	1,117	1,106	1,124	0,807	0,823	1,063	1,095	1,012	1,005
setembro	0,959	0,977	0,942	0,960	1,079	1,097	0,977	0,993	0,964	0,982	0,848	0,863	0,903	0,935	0,953	0,966
outubro	0,985	1,003	0,999	1,018	1,071	1,089	1,064	1,079	1,013	1,031	-	-	1,215	1,247	1,058	1,059
novembro	1,259	1,277	0,991	1,010	1,462	1,480	1,443	1,458	1,111	1,129	-	-	1,421	1,453	1,281	1,290
dezembro	1,081	1,099	-	-	1,094	1,112	1,183	1,199	1,101	1,119	0,929	0,944	1,514	1,547	1,150	1,154
Total	1,031	1,049	0,933	0,952	1,080	1,098	1,083	1,099	1,037	1,056	0,965	0,980	1,109	1,142	1,034	1,053

(*) Os dados referentes ao mês de março correspondem a ultima quinzena do mês, excetuando a viatura D.

Foi analisada ainda a contribuição de cada um dos cinco poluentes considerados para o valor da Pegada de Carbono, tendo sido calculadas as emissões de cada poluente e os seus valores em termos de kgCO_{2eq}, observados na Tabela 11.

Tabela 11 – Contribuição de cada poluente e Valores normalizados de Pegada de Carbono (kgCO_{2eq})

Viaturas	N ₂ O (kg)		CH ₄ (kg)		CO (kg)		NO _x (kg)		NMVOC'S (kg)		CO ₂ (kg)
	N ₂ O	CO _{2eq}	CH ₄	CO _{2eq}	CO	CO _{2eq}	NO _x	CO _{2eq}	NMVOC'S	CO _{2eq}	CO ₂
Viatura A	1,20	357,33	0,70	17,49	10,49	1,57	382,71	1792,16	1,00	2,20	102464
Viatura B	0,99	293,59	0,57	14,37	8,62	1,29	314,44	1472,47	0,82	1,81	76201
Viatura C	0,87	260,44	0,51	12,75	7,65	1,14	278,94	1306,23	0,73	1,60	78287
Viatura D	1,04	309,73	0,17	4,33	7,62	1,22	280,63	1314,16	0,78	1,71	93483
Viatura E	0,90	266,75	0,52	13,05	7,83	1,17	285,69	1337,86	0,75	1,64	76988
Viatura F	0,79	235,07	0,13	3,29	5,78	0,93	212,98	997,36	0,59	1,30	63154
Viatura G	0,28	82,73	0,49	12,15	103,42	30,32	183,80	860,70	19,30	42,45	76802
Total	6,06	1805	3,10	77,42	151,42	37,65	1939	9080	23,96	52,71	567383

3.1.2. Pegada de Carbono Em Função do Tipo de Estrada

Uma outra forma de calcular a Pegada de Carbono do transporte rodoviário é tendo em consideração o tipo de estrada em que se está a efetuar o percurso, uma vez que os fatores de emissão diferem quando o trajeto é feito, por exemplo, em autoestrada ou regime urbano. A forma de cálculo é semelhante às anteriores, considerando diferentes fatores de emissão, em função do tipo de viatura, tecnologia do motor e tipo de estrada.

Relativamente ao cálculo dos percursos efetuados em diversos tipos de estrada, estes foram desenvolvidos através de macros em folhas de cálculo que permitiam associar cada rua ou estrada a uma designação comum (Autoestrada, E.Nacional e Urbana). Um ponto captado na base de dados pode ter a designação de uma morada ou estrada existentes ou então de “desconhecido”. No desenvolvimento da ferramenta estes pontos foram “eliminados” e atribuídos ao ponto conhecido anterior (por exemplo “A1”), mantendo as distâncias percorridas no intervalo de tempo, isto é, a distância percorrida entre o ponto “A1” e o ponto “desconhecido” é somada. Os pontos captados, depois de tratados com moradas e estradas existentes (assim como distâncias percorridas), foram agregados nos três tipos de estrada existentes. Foi atribuída à categoria de autoestrada os percursos realizados em em vias com as designações autoestrada Auto, A (numérico), Via, IP (numérico); IC (numérico); CREP; CREL; Autovia; AP- (autopista); A- (sendo as últimas três designações correspondentes a autoestradas espanholas). Os calculos foram realizados mensalmente e anualmente para cada uma das viaturas consideradas. De forma idêntica, os pontos com designação N (numérico), N-

e Carrera (designação espanhola) tiveram as suas distâncias percorridas em estradas nacionais. Todos os outros pontos que incluem rotundas, ruas, avenidas e outros foram equiparados a estradas urbanas.

Este tipo de cálculo só é possível com sistemas de coordenadas geográficas aplicadas, uma vez que se torna possível identificar o ponto/rua em que se encontra e assim o tipo de estrada, com um grau de incerteza bastante reduzido. As seguintes tabelas (Tabela 12, 13, 14) resultam na quantificação da Pegada de Carbono em função dos trajetos feitos pelas viaturas e tipo de estrada, para o ano de 2011, respetivamente para os poluentes CO₂, CH₄ e N₂O. No cálculo das distâncias por tipo de estrada e sempre que existiu uma mudança de via, a distância foi atribuída à via anterior.

Tabela 12 – Quantidade de CO₂ emitida, por viatura, para o ano de 2011

Viatura	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	
Tecnologia	EURO IV	EURO IV	EURO IV	EURO IV	EURO IV	EURO IV	EURO IV	
Mês	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂	Total
janeiro	-	-	-	2940	-	-	-	2940
fevereiro	-	-	-	8326	-	-	-	8326
março (*)	4218	2817	4540	7635	1480	4111	2746	27547
Abril	-	9655	5578	6057	8431	7850	6744	44315
Maio	-	7810	11984	8557	8491	7022	9966	53831
Junho	-	8497	8138	7105	7215	5261	8206	44422
Julho	-	5400	7485	10027	9959	8722	7291	48884
agosto	19270	13792	8622	8968	8208	13192	9605	81658
setembro	19091	12370	9685	8332	10644	12265	7141	79528
outubro	20108	8391	8575	7032	6854	-	8364	59324
novembro	22798	7471	10588	9574	8044	-	9146	67620
dezembro	16980	-	3093	8930	7662	4733	7593	48990
Total	102465	76202	78288	93484	76988	63155	76803	567384
Total CO_{2eq}	102465	76202	78288	93484	76988	63155	76803	567384

Tabela 13 - Quantidade de CH₄ emitida, por viatura, para o ano de 2011 em cada Tipo de Estrada.

Viatura	Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total	Total CO ₂ eq
Viatura A	Urbano	-	-	0,001	-	-	-	-	0,007	0,008	0,011	0,013	0,005	0,045	1,119
	E.Nacional	-	-	0,003	-	-	-	-	0,038	0,042	0,042	0,029	0,027	0,181	4,521
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,020	-	-	-	-	0,050	0,046	0,046	0,044	0,042	0,248	6,206
	Total	-	-	0,024	-	-	-	-	0,095	0,096	0,099	0,086	0,074	0,474	11,846
Viatura B	Urbano	-	-	0,003	0,016	0,010	0,012	0,007	0,006	0,011	0,007	0,010	-	0,080	1,995
	E.Nacional	-	-	0,002	0,004	0,003	0,004	0,004	0,032	0,019	0,005	0,005	-	0,078	1,962
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,012	0,020	0,026	0,027	0,030	0,028	0,033	0,026	0,020	-	0,222	5,553
	Total	-	-	0,016	0,040	0,039	0,043	0,041	0,066	0,062	0,038	0,035	-	0,380	9,510
Viatura C	Urbano	-	-	0,005	0,011	0,011	0,009	0,008	0,006	0,018	0,008	0,010	0,003	0,088	2,210
	E.Nacional	-	-	0,005	0,003	0,006	0,003	0,003	0,003	0,004	0,005	0,004	0,002	0,038	0,943
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,021	0,011	0,029	0,024	0,020	0,029	0,020	0,024	0,020	0,008	0,207	5,172
	Total	-	-	0,031	0,026	0,046	0,036	0,031	0,038	0,043	0,037	0,033	0,013	0,333	8,325
Viatura D	Urbano	0,001	0,008	0,006	0,014	0,014	0,008	0,008	0,008	0,009	0,008	0,010	0,009	0,103	2,583
	E.Nacional	0,001	0,005	0,007	0,005	0,003	0,005	0,005	0,006	0,004	0,004	0,003	0,006	0,054	1,346
	EURO IV Autoestrada	0,009	0,021	0,022	0,018	0,018	0,019	0,028	0,023	0,026	0,018	0,018	0,020	0,241	6,018
	Total	0,011	0,034	0,035	0,038	0,034	0,032	0,041	0,037	0,039	0,031	0,031	0,035	0,398	9,948
Viatura E	Urbano	-	-	0,004	0,010	0,010	0,012	0,008	0,006	0,009	0,005	0,007	0,004	0,074	1,851
	E.Nacional	-	-	0,000	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,004	0,008	0,005	0,039	0,985
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,001	0,021	0,024	0,024	0,033	0,023	0,036	0,022	0,019	0,023	0,225	5,613
	Total	-	-	0,005	0,034	0,037	0,038	0,044	0,034	0,050	0,031	0,034	0,031	0,338	8,449
Viatura F	Urbano	-	-	0,003	0,013	0,006	0,003	0,006	0,005	0,005	-	-	0,003	0,044	1,107
	E.Nacional	-	-	0,003	0,002	0,003	0,004	0,004	0,007	0,006	-	-	0,003	0,032	0,808
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,012	0,015	0,021	0,015	0,024	0,060	0,053	-	-	0,018	0,216	5,410
	Total	-	-	0,018	0,030	0,030	0,022	0,035	0,072	0,063	-	-	0,023	0,293	7,326
Viatura G	Urbano	-	-	0,027	0,239	0,144	0,141	0,137	0,123	0,138	0,109	0,130	0,077	1,265	31,621
	E.Nacional	-	-	0,019	0,038	0,055	0,048	0,059	0,063	0,047	0,079	0,040	0,040	0,488	12,204
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,147	0,267	0,455	0,319	0,346	0,444	0,375	0,301	0,292	0,236	3,181	79,530
	Total	-	-	0,193	0,544	0,653	0,508	0,542	0,630	0,561	0,489	0,462	0,353	4,934	123,355

Tabela 14 - Quantidade de N₂O emitida, por viatura, para o ano de 2011 em cada Tipo de Estrada.

Viatura	Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total	Total CO2eq
Viatura A	Urbano	-	-	0,002	-	-	-	-	0,014	0,016	0,024	0,028	0,011	0,095	28,443
	E.Nacional	-	-	0,008	-	-	-	-	0,093	0,104	0,103	0,072	0,066	0,446	132,801
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,053	-	-	-	-	0,136	0,126	0,125	0,120	0,114	0,674	200,802
	Total	-	-	0,064	-	-	-	-	0,243	0,246	0,251	0,219	0,191	1,215	362,047
Viatura B	Urbano	-	-	0,005	0,033	0,020	0,026	0,014	0,013	0,022	0,014	0,021	-	0,170	50,740
	E.Nacional	-	-	0,005	0,010	0,007	0,009	0,010	0,079	0,047	0,012	0,013	-	0,193	57,623
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,032	0,055	0,072	0,073	0,081	0,076	0,089	0,072	0,054	-	0,603	179,659
	Total	-	-	0,042	0,099	0,100	0,108	0,105	0,168	0,158	0,098	0,088	-	0,967	288,022
Viatura C	Urbano	-	-	0,010	0,024	0,024	0,018	0,016	0,013	0,038	0,017	0,021	0,006	0,189	56,191
	E.Nacional	-	-	0,013	0,007	0,014	0,008	0,007	0,008	0,010	0,011	0,009	0,006	0,093	27,693
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,057	0,031	0,079	0,066	0,055	0,078	0,055	0,065	0,054	0,021	0,562	167,347
	Total	-	-	0,080	0,063	0,116	0,092	0,078	0,099	0,104	0,093	0,084	0,033	0,843	251,231
Viatura D	Urbano	0,002	0,017	0,014	0,030	0,030	0,017	0,017	0,017	0,018	0,017	0,022	0,018	0,220	65,687
	E.Nacional	0,002	0,012	0,018	0,013	0,007	0,013	0,012	0,015	0,011	0,010	0,006	0,015	0,133	39,551
	EURO IV Autoestrada	0,025	0,057	0,059	0,050	0,048	0,051	0,077	0,063	0,070	0,050	0,048	0,055	0,653	194,715
	Total	0,029	0,086	0,091	0,093	0,085	0,081	0,106	0,095	0,099	0,077	0,077	0,089	1,007	299,952
Viatura E	Urbano	-	-	0,008	0,022	0,021	0,025	0,016	0,013	0,019	0,011	0,015	0,008	0,158	47,075
	E.Nacional	-	-	0,000	0,006	0,009	0,008	0,010	0,010	0,012	0,009	0,020	0,012	0,097	28,924
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,003	0,057	0,066	0,064	0,088	0,063	0,098	0,058	0,051	0,062	0,609	181,600
	Total	-	-	0,011	0,085	0,095	0,096	0,115	0,087	0,128	0,079	0,086	0,082	0,864	257,599
Viatura F	Urbano	-	-	0,006	0,028	0,014	0,007	0,012	0,011	0,010	-	-	0,006	0,094	28,148
	E.Nacional	-	-	0,008	0,005	0,008	0,009	0,011	0,017	0,015	-	-	0,006	0,080	23,745
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,032	0,040	0,056	0,040	0,066	0,162	0,143	-	-	0,048	0,587	175,049
	Total	-	-	0,047	0,074	0,078	0,057	0,090	0,190	0,168	-	-	0,059	0,762	226,942
Viatura G	Urbano	-	-	0,001	0,012	0,007	0,007	0,007	0,006	0,007	0,006	0,007	0,004	0,065	19,231
	E.Nacional	-	-	0,001	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,003	0,005	0,003	0,003	0,033	9,776
	EURO IV Autoestrada	-	-	0,009	0,017	0,029	0,020	0,022	0,028	0,024	0,019	0,018	0,015	0,200	59,529
	Total	-	-	0,002	-	-	-	-	0,014	0,016	0,024	0,028	0,011	0,095	28,443

3.2. Análise de Resultados

Os resultados da Pegada de Carbono para as várias viaturas consideradas, são analisados e comparados. O desempenho de cada viatura na estrada é analisado em termos de consumo de combustível e Pegada de Carbono. Realçam-se as diferenças verificadas para cada metodologia aplicada e a contribuição de cada um dos poluentes. Os resultados obtidos são analisados em função dos vários tipos de estrada considerados.

3.2.1. Análise comparativa do desempenho no consumo de combustível

O consumo médio anual para as sete viaturas consideradas é de 0,393 l/km (Tabela 5). O melhor desempenho foi obtido no mês de março (0,335 l/km) e o pior no mês de novembro (0,483 l/km). No entanto, realça-se que o resultado para o mês de março expressa a distância percorrida apenas na última quinzena do mês. A viatura com um melhor desempenho é a Viatura B, apresentando um valor de 0,354 l/km. Por outro lado, a viatura G é aquela que apresenta pior desempenho relativo, sendo este 0,422 l/km. Uma das explicações para a diferença do desempenho entre viaturas pode ser o ano de matrícula. A viatura G é a mais antiga e por isso apresenta piores resultados em relação ao consumo médio.

Também se observa uma diferença entre as viaturas F (0,367 l/km) e D (0,412 l/km)), sendo estas as duas viaturas consideradas com capacidades de carga compreendidas (14-20 Ton) diferentes das restantes (20-26 Ton). É possível concluir que a diferença de capacidade de carga pode não ser, neste caso, um fator determinante para as diferenças de desempenhos. Como exemplo, pode citar-se que a Viatura F sendo a que tem uma menor capacidade carga não é, no entanto, a viatura com melhor desempenho.

3.2.2. Análise comparativa dos Resultados da Pegada de Carbono

Os resultados da Pegada de Carbono, para o ano de 2011, são calculados tendo em consideração a Metodologia 1 e 2. A primeira quantifica a Pegada de Carbono considerando os gases com efeito de estufa (CO₂, CH₄ e N₂O), enquanto a segunda considera os mencionados anteriormente e ainda os gases CO, NMCOV's e NOx. A quantidade de emissões é calculada em função dos seus fatores de emissão específicos que são usados no calculos das emissões em função da distância percorrida. A Figura 10 apresenta o desempenho das viaturas apenas para a Metodologia 1. Conclui-se que não existem diferenças significativas entre estes resultados e os calculados pela Metodologia 2.

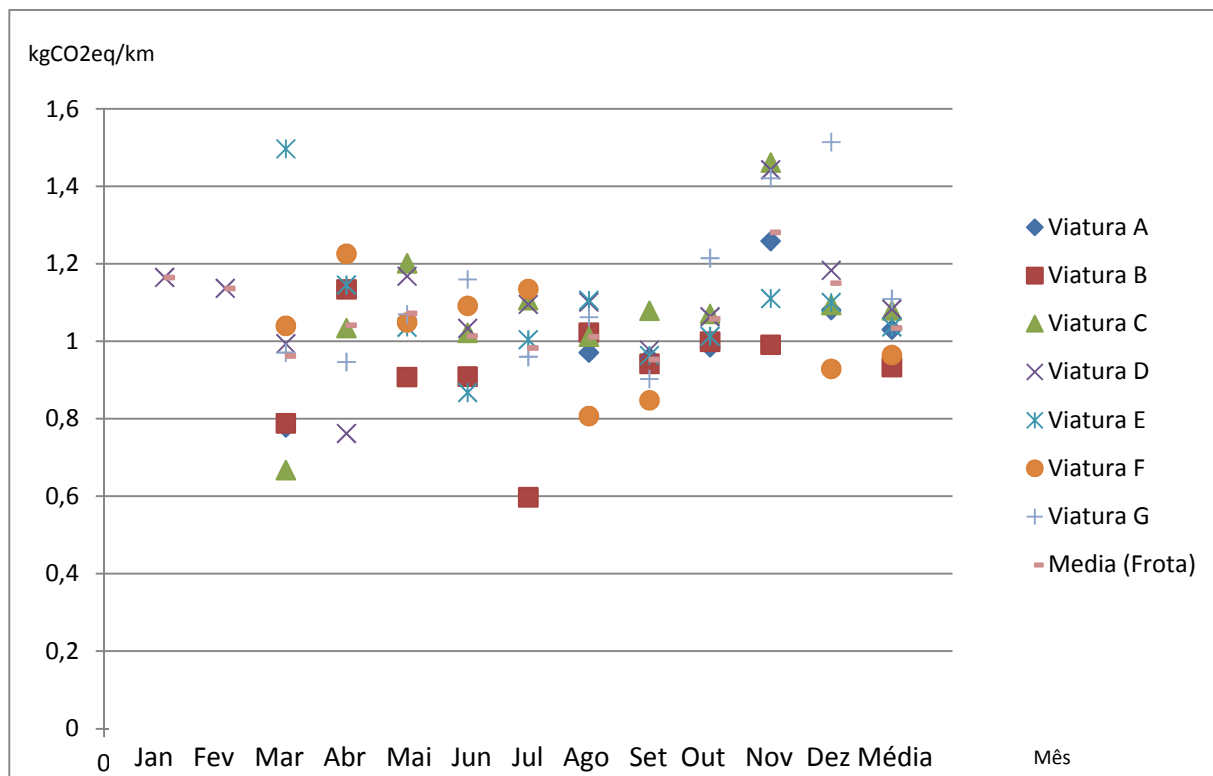


Fig. 9 Emissões das Viaturas (Metodologia 1) em Função da Distância (kgCO₂eq/km)

A análise conjunta da Figura 9 e da Tabela 10, permite concluir que a pegada varia entre 0,933 e 1,109 kgCO₂eq/km (cálculos considerando os três poluentes), sendo o valor médio da frota (valor médio das 7 viaturas) de 1,034 kgCO₂eq/km . O valor varia entre 0,952 e 1,142 se considerarmos todos os poluentes. Mais uma vez se verifica que a Viatura B tem um melhor desempenho (0,933-0,952 kgCO₂eq/km) e a Viatura G (1,109-1,142 kgCO₂eq/km) possui o pior desempenho. Tal como seria de esperar as viaturas com menor consumo médio por quilómetro libertam no ambiente valores menores para as emissões.

3.2.3. Análise comparativa da contribuição dos poluentes para a Pegada de Carbono

A influência dos poluentes na Pegada de Carbono pode ajudar a identificar os poluentes para os quais devem ser focados mais esforços na sua redução e, conseqüentemente, ao estudo de como os reduzir e que tipos de cuidados podem ser executados no objetivo da redução dessas emissões, como a poupança de combustível ou a manutenção da viatura a título de exemplo. Este tipo de cuidados irá sempre influenciar positivamente o resultado final, principalmente o do poluente CO₂.

Recorrendo aos fatores de emissão dos poluentes N₂O e CH₄, CO, NO_x, NMVOC'S, que são influenciados pela distância percorrida (kg/km), verificar-se-ia que os seus resultados ao quilómetro não sofreriam grandes alterações consequência de uma condução mais inconstante ou fatores como o trânsito ao contrário do CO₂, sendo a redução em termos percentuais bastante reduzida (a emissão de um poluente num percurso de 100 km seria mais ou menos semelhante (fator de emissão multiplicado distância percorrida), mas o mesmo não é necessariamente verificável num mesmo percurso de 100 km em condições diferentes).

Em sentido inverso, a diminuição percentual da emissão de CO₂ reflete valores consideravelmente superiores no resultado final. Os focos de redução irão indiretamente incidir em cada um dos poluentes, sempre com resultados de maior foco para o poluente CO₂.

A Tabela 15 apresenta a contribuição de cada poluente para a Pegada de Carbono associada à quantificação realizada considerando os três gases e uma quantificação considerando esses três e os restantes gases.

Tabela 15 – Contribuição dos Poluentes GEE para a Pegada de Carbono (%)

	Metodologia 1			Metodologia 2					
	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO	NO _x	NMVOC'S	CO ₂
Viatura A	0,3	0,2	99,5	0,3	0,2	0	1,7	0	97,8
Viatura B	0,4	0,2	99,4	0,4	0,2	0	1,9	0	97,6
Viatura C	0,3	0,2	99,5	0,3	0,2	0	1,6	0	97,9
Viatura D	0,3	0	99,6	0,3	0	0	1,4	0	98,2
Viatura E	0,3	0,2	99,5	0,3	0,2	0	1,7	0	97,8
Viatura F	0,4	0,1	99,6	0,4	0,1	0	1,5	0	98
Viatura G	0,1	0,2	99,7	0,1	0,2	0	1,1	0,1	98,5
Média da Viaturas	0,3	0,1	99,5	0,3	0,1	0	1,6	0	98

O maior contribuidor para a Pegada de Carbono pelas duas formas anteriores é o CO₂, tornando-se a contribuição dos restantes poluentes pouco significativa. Este poluente contribui com cerca de 99% para as emissões de GEE. A soma dos restantes poluentes não ultrapassa 1% no cálculo de Pegada de Carbono considerando a Metodologia 1 e não é superior a 2% aquando da quantificação dos 6 poluentes considerados (Metodologia 2). O segundo maior contribuidor para a pegada é o N₂O com 1805 kgCO_{2eq} e o CH₄ com 774 kgCO_{2eq}, sendo estes valores muito menores que os 567383 kgCO_{2eq} do CO₂. A maior contribuição do N₂O relativamente ao CH₄ é devida ao potencial de aquecimento global elevado (298) quando comparado com CH₄ (25).

No caso de serem considerados todos os gases, o resultado é semelhante ao anterior. A emissão de CO₂ contribui com cerca de 98% para a pegada. Verifica-se, no entanto, que considerando os restantes gases, as emissões de NO_x são superiores às emissões dos restantes gases. Este gás é o segundo maior emissor, com uma contribuição de cerca de 9080 kgCO_{2eq} no ano de 2011, consequência do seu maior fator de emissão. A emissão NO_x proveniente do N₂ existente no ar pode ser uma explicação para os seus resultados superiores assim como o fator de emissão de NO_x que inclui os poluentes NO e NO₂ (EMEP/EEA 2009).

3.2.4. Análise da Pegada de Carbono em Função do Tipo de Estrada Para Cada Viatura

A Tabela 16 apresenta os resultados obtidos em função de cada uma das viaturas no que respeita a consumos médios de combustível, distâncias percorridas, percentagens do tipo de estrada e emissão de poluentes. Verifica-se que existe uma tendência para um aumento do consumo médio de combustível quando as distâncias que são percorridas em estrada urbana ultrapassam os 20% ou quando os valores em autoestrada são inferiores a 65% (Viatura C no mês de novembro (0,57 l/km com 65% (autoestrada) e 26% (urbano) ou Viatura E no mês de março (0,57l/km com 25% e 72% respetivamente)). Isto pode refletir um maior gasto de combustível quando as viaturas se deslocam em estradas urbanas ou nacionais em detrimento de autoestrada, consequência do maior número de paragens/travagens e oscilações de velocidades que são mais frequentes nos dois primeiros tipos de estrada.

Quando esta situação não se verifica e, no entanto, existe um maior consumo médio, (Viatura D no mês de janeiro (0,44 l/km com 85% autoestrada e 9 % urbano)) o resultado pode ter origem noutras variáveis que podem influenciar os resultados, como por exemplo, a condução do condutor, o estado da viatura e a Tecnologia do Motor.

Verifica-se que as viaturas que apresentam maiores consumos médios anuais foram as viaturas Viatura G (EURO III) (0,42 l/km), com percentagens em estradas urbanas (18%) e autoestrada (72 %), respetivamente, seguidas das Viatura D (0,412 l/km) e Viatura C (0,410 l/km) (ambas EURO IV), com percentagens de 22% e 68% (Viatura D) e 23 e 69 % (Viatura C). Com melhor desempenho está Viatura B (EURO IV), com percentagens de 19% e 64% e um consumo médio de 0,354 l/km.

O resultado da frota mostra que para o consumo médio de 0,393 l/km, as percentagens percorridas em estrada foram de 15% em urbano, 18% nacional e 68% autoestrada. Estes resultados (anuais) refletem o dito anteriormente: para viaturas com a mesma tecnologia de motor verifica-se que uma percentagem percorrida em estrada urbana superior a 20% fazem aumentar os valores de consumo

médio de combustível. Ainda assim uma análise mensal pode refletir de melhor forma esse tipo de resultados obtidos. Os resultados obtidos pela Viatura G (EURO III) podem ajudar a concluir que viaturas com tecnologia inferiores e com maior idade tendem a ter consumos médios mais elevados.

Não é possível tirar qualquer tipo de conclusões relativamente aos resultados de emissões de CO₂ para a Metodologia 3, uma vez que o fator de emissão em causa é específico do combustível, torna-se impossível (neste caso de estudo) associá-las ao tipo de estrada percorrida pelas viaturas. Uma melhor representação da realidade passaria pela monitorização direta das viaturas em termos de consumos de combustível e consequente emissão de CO₂. Uma vez que os consumos médios variam proporcionalmente com as distâncias percorridas em estradas urbanas ou exteriores a autoestrada e que os fatores de emissão de N₂O e CH₄ refletem a mesma tendência, as correlações indiretas que podem ser retiradas são uma maior emissão de CO₂ quando uma viatura está a percorrer um outro tipo de estrada que não autoestrada, ou quando exige um maior esforço da viatura recorrendo a maiores oscilações de velocidades e paragens. Poderá também estar associada à manutenção da viatura, idade do motor, tipo de condução e circulação/trânsito.

Os valores obtidos para a Pegada de Carbono são ligeiramente inferiores para o Método 3, utilizando fatores de emissão específicos em função do tipo de estrada. Verifica-se esta situação por consequência do uso de diferentes fatores de emissão para N₂O e CH₄. Os resultados de Pegada de Carbono Total são de 569372 kgCO_{2eq} e 569963 kgCO_{2eq} para a metodologia considerando os fatores de emissão em função do tipo de estrada e para a metodologia considerando valores gerais de fatores de emissão, respetivamente. Estes resultados refletem uma maior precisão do resultado para esta quantificação de Pegada de Carbono em virtude de uma maior especificidade dos fatores de emissão em função do tipo de estrada.

Ainda relativamente ao desempenho das viaturas em função da distância percorrida, verifica-se uma ligeira diminuição desses valores sem alterar, no entanto, qualquer ordem de desempenho nas viaturas, isto é, a Viatura B continuou a ter um melhor desempenho (0,932 kgCO_{2eq}) e a Viatura G o pior desempenho (1,110 kgCO_{2eq}). Isto acontece como consequência, uma vez mais, da forte influência do CO₂ na Pegada de Carbono, que é sem dúvida o GEE dominante, quando se trata de quantificação de Pegada de Carbono no setor dos Transportes.

Tabela 16 – Quantificação de Pegada de Carbono em função do tipo de Estrada.

Viatura	Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	Julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total
	Media (l/km)	-	-	0,30	-	-	-	-	0,37	0,36	0,37	0,48	0,41	0,39
Viatura A	Autoestrada (%)	-	-	85	-	-	-	-	60	55	53	58	64	59
	E.Nacional (%)	-	-	11	-	-	-	-	34	38	36	29	30	32
EURO IV	Urbano (%)	-	-	4	-	-	-	-	6	7	11	13	6	9
	KgCO _{2eq} /km													1,00
	Média (l/km)	-	-	0,30	0,43	0,35	0,35	0,23	0,39	0,36	0,37	0,37	-	0,35
Viatura B	Autoestrada (%)	-	-	77	57	73	68	78	49	59	75	62	-	64
	E.Nacional (%)	-	-	9	9	6	7	8	42	26	10	13	-	17
EURO IV	Urbano (%)	-	-	14	34	21	25	14	8	15	15	25	-	18
	KgCO _{2eq} /km													0,93
	Média (l/km)	-	-	0,25	0,39	0,46	0,39	0,42	0,38	0,41	0,41	0,56	0,42	0,41
Viatura C	Autoestrada (%)	-	-	73	50	69	72	71	80	54	71	65	65	68
	E.Nacional (%)	-	-	14	10	10	8	7	6	8	10	9	15	9
EURO IV	Urbano (%)	-	-	13	40	21	20	22	14	38	19	26	20	24
	KgCO _{2eq} /km													1,10
	Média (l/km)	0,44	0,43	0,38	0,29	0,44	0,39	0,42	0,42	0,37	0,40	0,55	0,45	0,41
Viatura D	Autoestrada (%)	85	68	67	55	58	64	74	68	71	66	64	64	67
	E.Nacional (%)	6	12	17	12	6	13	9	13	9	11	7	14	11
EURO IV	Urbano (%)	9	20	16	33	36	23	17	19	19	23	29	22	22
	KgCO _{2eq} /km													1,10

Viatura	Mês	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	Total
	Media (l/km)	-	-	0,57	0,44	0,39	0,33	0,38	0,42	0,37	0,39	0,42	0,42	0,39
Viatura E	Autoestrada (%)	-	-	25	68	70	67	78	74	77	75	61	77	70
	E.Nacional (%)	-	-	3	5	8	7	9	10	8	10	20	13	9
EURO IV	Urbano (%)	-	-	72	27	22	26	15	16	15	15	19	10	21
	KgCO _{2eq} /km													1,03
	Média (l/km)	-	-	0,40	0,47	0,40	0,42	0,43	0,31	0,32	-	-	0,35	0,37
Viatura F	Autoestrada (%)	-	-	70	54	73	73	76	87	87	-	-	81	78
	E.Nacional (%)	-	-	16	6	9	14	10	7	7	-	-	9	9
EURO IV	Urbano (%)	-	-	14	40	18	13	14	6	6	-	-	10	13
	KgCO _{2eq} /km													0,96
	Média (l/km)	-	-	0,37	0,36	0,41	0,44	0,37	0,40	0,34	0,46	0,54	0,58	0,42
Viatura G	Autoestrada (%)	-	-	81	59	76	71	72	77	74	69	71	73	72
	E.Nacional (%)	-	-	9	7	8	9	10	9	8	15	8	11	10
EURO III	Urbano (%)	-	-	10	34	16	20	18	14	18	16	21	16	18
	KgCO _{2eq} /km													1,11
	Média (l/km)	0,44	0,43	0,34	0,39	0,41	0,38	0,37	0,38	0,36	0,40	0,48	0,43	0,39
Total	Autoestrada (%)	85	68	73	57	70	69	75	70	67	65	62	69	68
	E.Nacional (%)	9	20	14	34	22	22	16	10	15	15	21	12	17
Viaturas	Urbano (%)	6	12	13	8	8	9	9	20	18	20	17	19	15
	KgCO _{2eq} /km													1,03

Capítulo 4 – Discussão e Conclusão

Na elaboração deste projeto foi desenvolvida uma metodologia para o cálculo da Pegada de Carbono, tendo esta sido subdividida em fases e obtidos diversos resultados desde a quantificação mais tradicional (GEE), utilizando outros poluentes que poderiam ser associados à Pegada de Carbono e a gases com efeito de estufa, bem como o cálculo em função da especificidade da estrada. A inclusão dos poluentes CO, NO_x e NMCOV's no cálculo da Pegada de Carbono foi a principal diferença verificada ao cálculo considerando apenas os GEE (CO₂, CH₄, N₂O), mantendo os fatores de emissão correspondentes a cada poluente. Relativamente a metodologia considerando a especificidade da estrada, as principais diferenças estão nos fatores de emissão considerados para os GEE, uma vez que estes estão em função do tipo de estrada.

Os resultados obtidos relativamente ao cálculo da Pegada de Carbono para a frota automóvel no ano de 2011 foram de 569963 kgCO₂eq emitidos para a metodologia utilizando os três gases (CO₂, CH₄, N₂O) e os fatores de emissões gerais. O valor foi de 580512 kgCO₂eq quando considerados os seis poluentes e de 569337 kgCO₂eq tendo em linha de conta a especificidade da estrada. Em todos os casos, a viatura que mais contribuiu para a Pegada de Carbono foi a Viatura A (EURO IV): A Pegada de Carbono para esta viatura foi de 102997 kgCO₂eq (metodologia considerando 3 GEE), 104808 kgCO₂eq (metodologia considerando 6 poluentes) e 102839 kgCO₂eq (metodologia em função do tipo de estrada). Por oposição, a Viatura F contribuiu com 6323 kgCO₂eq, 64430 kgCO₂eq e 63389 kgCO₂eq. Salienta-se que estas viaturas foram as que percorreram, respetivamente, a maior e menor distância percorrida. Conclui-se, obviamente, que a Pegada de Carbono para o setor dos Transportes é tanto maior quanto maior é o consumo de combustível e distância percorrida.

De uma forma global, não se registam grandes alterações aos resultados obtidos para Pegada de Carbono pelos diferentes métodos, sendo que a percentagem de CO₂ é sempre superior a 98%, relativamente aos restantes poluentes em todos os casos. Dos três métodos considerados, avança-se que o que tem em linha de conta a especificidade do tipo de estrada e que faz uso de fatores específicos do tipo de estrada poderá refletir uma maior aproximação à realidade dos valores de emissão dos poluentes.

Os resultados foram também expressos em função dos quilómetros percorridos pelas viaturas, para cada viatura e para a totalidade da frota. Os resultados obtidos para a totalidade da frota considerando cada uma das abordagens foram os seguintes: 1,034 kgCO_{2eq} (metodologia 3 GEE), 1,053 kgCO_{2eq} (metodologia 6 poluentes) e 1,033 kgCO_{2eq} (metodologia em função do tipo de estrada). Mais uma vez não se verificam grandes alterações nas emissões para o ano de 2011. Relativamente às viaturas, observam-se que para cada um dos métodos os resultados expressos em função dos quilómetros percorridos variam entre os seguintes valores: 0,933-1,109 kgCO_{2eq}, 0,952-1,142 kgCO_{2eq} e 0,932-1,110 kgCO_{2eq}. A viatura com melhor desempenho é a Viatura B (EURO IV) (0,933 kgCO_{2eq}, 0,952 kgCO_{2eq} e 0,932 kgCO_{2eq}) e a com pior desempenho é a Viatura G (EURO III) (1,109 kgCO_{2eq}, 1,142 kgCO_{2eq} e 1,110 kgCO_{2eq}). As viaturas mencionadas registam médias de consumo correspondentes de 0,354 l/km, 0,422 l/km. Os resultados sugerem também que a idade da viatura pode estar associada um maior aumento do consumo médio e consequente maior emissão de GEE por quilómetro. Mas para tal seria necessário analisar um maior número de viaturas com diferentes tecnologias de motor.

Relativamente as distâncias percorridas em função do tipo de estrada, verificou-se que algumas das viaturas obtiveram resultados de consumos médios superiores quanto maior foi a percentagem de distância percorrida em estradas urbanas, como é o exemplo das viaturas C e D (ambas EURO IV) com percentagens de 22% e 23 % e respetivos consumos médios de 0,412 l/km e 0,410 l/km. Estes resultados podem indicar que existe uma maior emissão de GEE em estradas urbanas do que nas restantes, considerando a mesma distância percorrida, consequência das dinâmicas praticadas nos diversos tipos de estrada. Mais uma vez, seria necessária uma maior amostragem para concluir com maior precisão estes resultados.

Quando comparados os resultados obtidos com os resultados revistos na bibliografia pretendem-se verificar algumas semelhanças relativas à quantificação da Pegada de Carbono no setor dos transportes. A empresa CTT - Correios de Portugal SA reporta que a principal fonte de emissão de GEE é o CO₂, representando valores superiores a 99%, que são concordantes com os do projeto desenvolvido, em que a representação desse GEE é superior a 98%. Verifica-se ainda, relativamente ao estudo desenvolvido, médias de consumos consideravelmente superiores (0,393 l/km) aos 0,092 l/km obtidos pela frota CTT, uma vez que a análise realizada pelos CTT é a frota de 3441 veículos, não sendo a forma ideal de

representação, visto que estão vários tipos de veículos representados, desde ligeiros a pesados, incluindo viaturas de duas rodas.

Comparando os valores de emissão da frota do grupo SONAE em função das distâncias percorridas, verifica-se que os 0,85 kgCO_{2eq}/km emitidos pelas suas viaturas são inferiores aos resultados obtidos pela empresa Transpac, que o melhor resultado obtido para uma viatura é de 0,933 kgCO_{2eq}/km e o seu valor médio é de 1,034 kgCO_{2eq}/km. Os valores obtidos pela empresa Luís Simões são muito mais próximos dos valores obtidos pela Transpac com médias de 1,015 kgCO_{2eq}/km, para médias de consumo inferiores a 0,34 l/km. A empresa SONAE apresenta resultados de emissão inferiores ao caso de estudo e a Luís Simões médias de consumo inferiores, sustentando assim a ideia que a implantação de algumas medidas poderia reduzir a emissão da frota Transpac.

Efetuada ainda uma comparação deste estudo com um estudo semelhante ao realizado anteriormente no grupo TRACAR e com uma metodologia semelhante, verifica-se que os resultados compreendidos entre 0,882 kgCO_{2eq}/km e 0,956 kgCO_{2eq}/km são ligeiramente inferiores aos valores compreendidos entre 0,933 kgCO_{2eq}/km e 1,109 kgCO_{2eq}/km, refletindo uma vez mais a possibilidade de diminuir os níveis de emissão da frota Transpac.

Embora o número de casos de estudo não seja exaustivo, verificam-se algumas semelhanças que sugerem alguns comportamentos típicos na quantificação de Pegada de Carbono. Um maior número de estudos de Pegada de Carbono permitirá uma maior comparação em torno do setor dos transportes e a identificação das melhores práticas para o setor. Verifica-se a dependência do resultado final de diversos fatores como as distâncias e tipos de percursos efetuados que afetam diretamente o consumo de combustível. Os resultados confirmam a importância das emissões (principalmente do CO₂), sendo que este afeta maioritariamente o resultado de Pegada de Carbono e do controlo das características das viaturas como tecnologia do motor ou tipo de veículo.

Capítulo 5 – Perspetivas para Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento deste projeto foram identificadas varias limitações que podem ser reduzidas ou eliminadas no desenvolvimento de trabalhos futuros. A grande potencialidade deste estudo com aplicações de dados georreferenciados minuto a minuto permite, num estado ideal, determinar a situação de viaturas desde posição a percursos executados e a possibilidade de classificá-los em função do tipo de estrada. No entanto, as lacunas associadas com a obtenção dos consumos de combustível não permitiram levar mais adiante este trabalho. A dificuldade mais significativa decorreu durante o cruzamento de duas bases de dados das duas empresas (Gisgeo que detém o sistema de georreferenciação) e Transpac (que disponibilizou os valores de consumo de combustível) que não permitiu associar todos os consumos de combustível a cada viagem realizada pela viatura, levando a que a informação para as distâncias percorridas por mês de cada uma das viaturas estivesse, por vezes, incompleta.

Esta situação pode ser futuramente ultrapassada com a utilização de um equipamento que consiga, minuto a minuto, contabilizar o consumo de combustível da viatura. Este equipamento já está a ser testado em algumas viaturas pela empresa Gisgeo. Essa solução (captação de dados referentes aos consumos) iria permitir associá-lo a um tipo de estrada, analisar uma sistematização de percursos e avaliar inúmeros comportamentos das viaturas nessas viagens. A comparação dos comportamentos dos condutores podia ser verificada, bem como a evolução das medidas implementadas por uma empresa. Esta análise permitiria ainda observar as poupanças verificadas numa automatização de rotas, ou verificar diferenças da realização do mesmo percurso em períodos do dia diferentes. Comparar a influências do tipo de carga e da sua tonelagem no resultado final poderiam ser determinados com contribuição e fornecimento de dados, sendo estes facilmente descritos na plataforma GeoCar.

O *ECO-Driving*, que consiste na formação de uma condução menos agressiva e mais eficiente, pode ser uma medida importante para a obtenção de resultados mais satisfatórios no desempenho ambiental e económico das suas frotas. Outras medidas são, por exemplo, a contínua manutenção e otimização das funcionalidades das viaturas, desde motor, travões, baterias e todos os componentes que possam afetar o desempenho das viaturas.

Por fim, realça-se que a extensão deste trabalho permite o desenvolvimento de uma aplicação que possibilite o cálculo de Pegada de Carbono seria importante para todas as empresas com acesso a plataforma GeoCar.

Referências Bibliográficas

- APA (2011). Agência Portuguesa do Ambiente, Relatório Inicial do Protocolo de Quioto.
- BCSD Portugal (2001). Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, Protocolo Gases Efeito de Estufa – Normas Corporativas de Transparência e Contabilização, Edição Revista. [Http://www.bcsdportugal.org](http://www.bcsdportugal.org)
- BSI (2011) PAS2050:2011 – Specification for the Assessment of the Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services. British Standards Institution, London, UK.
- CORPET4 (2007). CORPET4: Computer Program to calculate emissions from road transport, User Manual. Acedido a 17 de fevereiro em: <http://www.emisia.com/documentation.html>
- CTT (2010). Relatório de Sustentabilidade (2010), CTT-Correios de Portugal, SA.
- DEFRA (2009). Guidance on measuring and reporting Greenhouse Gas (GHG) emissions from freight transport operations. DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs), London, UK.
- EMEP/EEA (2009). Air pollutant emission inventory guidebook 2009. Technical guidance to prepare national emission inventories: 1.A.3.b (Road transport). EEA Technical report No 9/2009. ISSN 1725-2237.
- IPCC (2006). Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2: Energy.
- IPCC (2007). Intergovernmental Panel of Climate Change, Synthesis Report.
- Kyoto Protocol (1997). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change
- Luís Simões (2010). Relatório de Sustentabilidade Intercalar (2010) Luís Simões.
- Mobile (2003). Mobile Source Emission Factor Model User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2. Acedido a 23 de fevereiro em <http://www.epa.gov>

Moves (2010). Motor Vehicle Emission Simulator User Guide for MOVES2010a.
<http://www.epa.gov>

Pasaoglu, Guzay; *et al* (2012). Potential vehicle fleet CO₂ reductions and cost implications for various technology deployment scenarios in Europe. *Energy Policy* 2012. 40: p.404-421.

PET (2009). Ministério das obras públicas, transporte e comunicações, Plano Estratégico de Transportes 2008-2020, maio de 2009.

REA (2009). Relatório do Estado do Ambiente 2011, Agencia Portuguesa Ambiente; Amadora, outubro de 2010.

SONAE (2010). Relatório de Sustentabilidade (2010), Grupo SONAE, SA.

TRACAR (2011). Filipa Alexandra Ferreira Marques (2011). Pegada de Carbono do Grupo TRACAR. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente Ramo de Gestao.Faculdade de Engenharia da Univerdidade do Porto, Porto. 50 p.

UNFCCC (2012). http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php. Acedido em 12 março de 2012.

Wiedman, Thomas; Minx, Jan (2008). A Definition of “Carbon Footprint”. ISA UK Research Report 07-01. In: C.C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, NovaSciencePublishers,HauppaugeNY,USA.

https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=5999. Acedido em 20 fevereiro de 2012.

ANEXOS

ANEXO A – Distâncias/Abastecimentos Viatura

Tabela A.1 Distâncias e Quantidades de Combustível entre Abastecimentos

Viatura A	Mercedes 1844 LS	Ano (2007)	Capacidade de Carga (20-26 T)	Tecnologia do Motor (Euro IV)	Nº Abastecimentos (60)
Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
21-03-2011	714	2792	19-10-2011	850	1602
25-03-2011	37	336	20-10-2011	232	1360
28-03-2011	859	2336	23-10-2011	779	2156
01-08-2011	837	2488	25-10-2011	738	2200
07-08-2011	875	2147	28-10-2011	850	1948
09-08-2011	800	1977	01-11-2011	285	27
12-08-2011	765	2633	02-11-2011	500	1292
17-08-2011	832	1107	03-11-2011	629	1482
18-08-2011	614	2140	06-11-2011	780	2258
20-08-2011	197	544	08-11-2011	839	1875
22-08-2011	764	2215	10-11-2011	796	2348
24-08-2011	832	2459	15-11-2011	797	1054
28-08-2011	839	2240	17-11-2011	843	770
04-09-2011	835	2172	20-11-2011	798	857
06-09-2011	832	2307	22-11-2011	785	2008
10-09-2011	93	0	24-11-2011	554	105
11-09-2011	813	2346	27-11-2011	241	2268
14-09-2011	616	2303	29-11-2011	855	1842
16-09-2011	782	1995	01-12-2011	9	609
20-09-2011	856	2335	02-12-2011	921	3407
22-09-2011	832	2107	07-12-2011	853	1307
25-09-2011	833	2129	11-12-2011	788	1448
28-09-2011	794	2325	13-12-2011	890	1884
04-10-2011	856	1156	15-12-2011	608	2186
05-10-2011	605	1162	19-12-2011	949	1993
07-10-2011	227	3382	22-12-2011	818	950
10-10-2011	970	1086	23-12-2011	42	252
12-10-2011	253	1181	26-12-2011	520	512
14-10-2011	819	2135	27-12-2011	48	1140
16-10-2011	495	1151	30-12-2011	33	98

Tabela A.1 (Cont.) Distâncias e Quantidades de Combustível entre Abastecimentos

Viatura B	Scania	Ano (2010)	Capacidade de Carga (20-26 T)	Tecnologia do Motor (Euro IV)	Nº Abastecimentos (56)
Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
21-03-2011	467	1625	18-08-2011	200	181
25-03-2011	608	1972	22-08-2011	960	1800
01-04-2011	187	144	26-08-2011	776	2362
04-04-2011	748	1293	30-08-2011	881	1717
06-04-2011	542	918	31-08-2011	374	941
08-04-2011	365	1958	04-09-2011	554	2361
18-04-2011	848	1719	07-09-2011	907	2355
25-04-2011	308	1096	13-09-2011	467	783
27-04-2011	687	1424	15-09-2011	280	904
02-05-2011	514	1716	19-09-2011	636	1958
06-05-2011	626	1927	24-09-2011	701	966
16-05-2011	626	1821	25-09-2011	202	525
21-05-2011	589	1599	26-09-2011	600	2413
26-05-2011	626	1588	01-10-2011	280	787
31-05-2011	702	1621	05-10-2011	467	681
06-06-2011	643	1818	07-10-2011	467	1594
13-06-2011	776	1470	13-10-2011	94	889
17-06-2011	421	1415	17-10-2011	795	1878
25-06-2011	701	3078	22-10-2011	678	1530
29-06-2011	573	1611	27-10-2011	421	1082
06-07-2011	71	1380	31-10-2011	514	606
15-07-2011	389	4115	03-11-2011	411	1812
25-07-2011	374	767	09-11-2011	79	1267
26-07-2011	654	1246	15-11-2011	757	564
01-08-2011	262	110	16-11-2011	5	113
03-08-2011	471	2167	18-11-2011	562	1426
08-08-2011	778	2579	24-11-2011	234	749
15-08-2011	936	2639	28-11-2011	290	1039
Viatura C	Scania 143	Ano (2010)	Capacidade de Carga (20-26 T)	Tecnologia do Motor (Euro IV)	Nº Abastecimentos (82)
Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
21-03-2011	348	617	09-08-2011	308	930
22-03-2011	299	753	11-08-2011	350	960
24-03-2011	260	2271	17-08-2011	407	752
28-03-2011	469	2434	18-08-2011	308	845
30-03-2011	357	778	22-08-2011	344	1924
01-04-2011	305	866	29-08-2011	430	862
06-04-2011	398	746	31-08-2011	374	1051
07-04-2011	396	932	03-09-2011	418	690
15-04-2011	351	72	06-09-2011	187	839

Tabela A.1 (Cont.) Distâncias e Quantidades de Combustível entre Abastecimentos

Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
18-04-2011	280	1543	09-09-2011	461	704
26-04-2011	399	1260	12-09-2011	200	748
02-05-2011	556	1476	14-09-2011	372	862
05-05-2011	374	790	16-09-2011	287	940
09-05-2011	580	800	20-09-2011	383	808
11-05-2011	355	840	22-09-2011	375	854
12-05-2011	319	871	26-09-2011	140	682
16-05-2011	445	1128	28-09-2011	500	842
18-05-2011	562	760	01-10-2011	187	1017
22-05-2011	234	630	05-10-2011	309	839
24-05-2011	476	1000	09-10-2011	364	235
26-05-2011	316	800	10-10-2011	299	684
30-05-2011	357	920	12-10-2011	228	959
31-05-2011	304	1013	17-10-2011	491	785
04-06-2011	430	861	19-10-2011	300	1083
07-06-2011	234	1474	22-10-2011	440	730
14-06-2011	402	774	25-10-2011	280	802
16-06-2011	309	849	27-10-2011	374	911
20-06-2011	322	1013	01-11-2011	374	760
22-06-2011	455	745	03-11-2011	260	787
27-06-2011	341	1154	07-11-2011	492	734
29-06-2011	309	117	09-11-2011	347	1094
04-07-2011	486	1003	13-11-2011	884	621
06-07-2011	384	1803	15-11-2011	249	72
18-07-2011	604	761	17-11-2011	318	795
20-07-2011	364	1041	21-11-2011	375	630
25-07-2011	486	642	23-11-2011	346	951
26-07-2011	225	766	28-11-2011	398	826
28-07-2011	308	784	01-12-2011	329	541
01-08-2011	355	733	04-12-2011	280	1211
03-08-2011	322	701	14-12-2011	280	411
05-08-2011	467	859	24-12-2011	291	677
Viatura D	Mercedes 1840	2010	Capacidade de Carga (20-26 T)	Tecnologia do Motor (Euro IV)	Nº Abastecimentos (70)
Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
21-01-2011	561	817,94	19-07-2011	261	901,046
26-01-2011	561	1713,842	21-07-2011	284	792,301
02-02-2011	561	1431,189	25-07-2011	191	796,204
05-02-2011	748	1270,247	26-07-2011	514	1105,499
14-02-2011	561	1799,519	29-07-2011	280	706,262
21-02-2011	467	1155,99	02-08-2011	549	841,457
24-02-2011	841	1692,868	04-08-2011	324	1383,959

Tabela A.1 (Cont.) Distâncias e Quantidades de Combustível entre Abastecimentos

Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
02-03-2011	758	1636,021	10-08-2011	280	904,77
09-03-2011	621	1908,2	12-08-2011	276	162,015
21-03-2011	851	1476,775	15-08-2011	395	1508,347
24-03-2011	684	2691,45	19-08-2011	523	1312,781
06-04-2011	216	836,236	24-08-2011	280	728,806
08-04-2011	312	2364,998	25-08-2011	422	653,179
16-04-2011	866	1572,85	26-08-2011	374	675,485
26-04-2011	335	750,128	30-08-2011	280	1749
28-04-2011	583	2465,251	05-09-2011	782	1524
06-05-2011	919	2259,071	12-09-2011	467	1450
13-05-2011	94	0	16-09-2011	794	2019
16-05-2011	795	1642,932	24-09-2011	856	1818
23-05-2011	383	96,346	03-10-2011	374	719
24-05-2011	420	1868,22	05-10-2011	721	1281
27-05-2011	421	690,745	12-10-2011	589	1498
30-05-2011	234	793,546	18-10-2011	93	848
01-06-2011	393	1028,332	20-10-2011	869	2123
04-06-2011	281	764,518	27-10-2011	37	168
07-06-2011	374	1544,291	28-10-2011	921	1356
13-06-2011	549	1630,179	04-11-2011	701	1473
22-06-2011	561	631,332	10-11-2011	572	1620
27-06-2011	554	1302,225	16-11-2011	748	539
01-07-2011	187	206,836	23-11-2011	176	76
01-07-2011	160	674,714	23-11-2011	537	1589
05-07-2011	696	1517,684	29-11-2011	655	1674
11-07-2011	411	763,521	07-12-2011	808	1690
13-07-2011	93	1001,004	16-12-2011	785	1670
15-07-2011	750	721,468	23-12-2011	622	949
Viatura E	Mercedes 1848	2010	Capacidade de Carga (20-26 T)	Tecnologia do Motor (Euro IV)	Nº Abastecimentos (72)
Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
24-03-2011	97	186	18-08-2011	561	803
29-03-2011	468	806	22-08-2011	393	1676
30-03-2011	423	1185	26-08-2011	467	763
05-04-2011	421	667	30-08-2011	299	1732
07-04-2011	562	841	05-09-2011	709	1766
11-04-2011	280	857	12-09-2011	328	786
14-04-2011	205	740	14-09-2011	374	563
18-04-2011	374	1488	15-09-2011	373	931
21-04-2011	486	741	19-09-2011	281	739
28-04-2011	467	875	21-09-2011	234	1032
02-05-2011	393	1065	25-09-2011	235	844

Tabela A.1 (Cont.) Distâncias e Quantidades de Combustível entre Abastecimentos

Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
05-05-2011	374	947	27-09-2011	421	794
09-05-2011	592	597	29-09-2011	450	854
10-05-2010	374	1761	03-10-2011	360	1067
16-05-2011	531	1281	10-10-2011	187	646
19-05-2011	555	1453	11-10-2011	421	846
25-05-2011	422	1129	13-10-2011	327	830
30-05-2011	507	1584	17-10-2011	187	755
03-06-2011	514	1233	19-10-2011	420	1024
08-06-2011	94	168	24-10-2011	374	885
08-06-2011	284	1824	26-10-2011	421	1131
16-06-2011	374	904	29-10-2011	280	683
20-06-2011	374	1083	02-11-2011	374	947
24-06-2011	140	67	07-11-2011	439	1697
25-06-2011	467	1502	14-11-2011	486	837
29-06-2011	467	981	17-11-2011	514	1062
04-07-2011	467	1134	21-11-2011	504	765
08-07-2011	672	2120	24-11-2011	351	657
14-07-2011	187	1369	28-11-2011	402	1312
19-07-2011	748	1232	05-12-2011	234	934
22-07-2011	467	1428	07-12-2011	464	785
28-07-2011	793	1704	12-12-2011	234	743
03-08-2011	514	1100	13-12-2011	542	1682
06-08-2011	450	709	19-12-2011	328	786
09-08-2011	327	753	21-12-2011	562	1146
11-08-2011	421	1654	28-12-2011	562	919
Viatura F	Mercedes 1840	2010	Capacidade de Carga (20-26 T)	Tecnologia do Motor (Euro IV)	Nº Abastecimentos (47)
Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
18-03-2011	653	1400	26-07-2011	561	1679
24-03-2011	589	921	30-07-2011	341	1218
25-03-2011	327	1647	03-08-2011	602	1332
02-04-2011	701	1171	05-08-2011	739	1378
08-04-2011	430	0	09-08-2011	378	2809
09-04-2011	374	1696	15-08-2011	707	3453
18-04-2011	794	1808	22-08-2011	597	1321
26-04-2011	94	120	24-08-2011	609	2129
28-04-2011	603	1629	29-08-2011	481	1326
04-05-2011	333	988	31-08-2011	300	77
05-05-2011	723	746	31-08-2011	281	1381
09-05-2011	293	1060	01-09-2011	726	673
14-05-2011	664	680	05-09-2011	500	2058
17-05-2011	293	2127	08-09-2011	694	1365

Tabela A.1 (Cont.) Distâncias e Quantidades de Combustível entre Abastecimentos

Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
23-05-2011	374	1120	12-09-2011	450	700
17-06-2011	710	1706	13-09-2011	450	2732
24-06-2011	728	1602	19-09-2011	700	3575
29-06-2011	570	1528	26-09-2011	783	2110
05-07-2011	659	1451	28-09-2011	379	1323
08-07-2011	467	1598	30-11-2011	281	693
14-07-2011	561	743	30-11-2011	280	1591
18-07-2011	324	467	10-12-2011	777	1441
20-07-2011	308	1176	15-12-2011	468	1392
24-07-2011	449	596			
Viatura G	Mercedes 1848	2001	Capacidade de Carga (20-26 T)	Tecnologia do Motor (Euro III)	Nº Abastecimentos (61)
Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
21-03-2011	305	985	29-07-2011	561	1573
23-03-2011	236	767	04-08-2011	608	1530
28-03-2011	507	1084	10-08-2011	600	1704
30-03-2011	430	843	17-08-2011	622	1646
04-04-2011	187	875	23-08-2011	626	1662
08-04-2011	281	45	29-08-2011	649	950
09-04-2011	459	1467	31-08-2011	435	2495
14-04-2011	280	819	08-09-2011	561	1366
18-04-2011	470	1611	14-09-2011	467	868
26-04-2011	467	1487	17-09-2011	467	1038
29-04-2011	682	980	21-09-2011	188	619
03-05-2011	280	1702	23-09-2011	607	1551
09-05-2011	748	1500	30-09-2011	702	994
13-05-2011	374	826	06-10-2011	509	1011
17-05-2011	513	1701	10-10-2011	375	1408
23-05-2011	739	1115	14-10-2011	658	1287
26-05-2011	468	1515	20-10-2011	551	1385
02-06-2011	679	1552	26-10-2011	397	817
08-06-2011	280	842	31-10-2011	479	650
13-06-2011	603	1628	03-11-2011	374	1192
17-06-2011	636	1562	08-11-2011	645	1427
25-06-2011	467	524	14-11-2011	468	480
29-06-2011	467	984	16-11-2011	523	714
04-07-2011	176	918	23-11-2011	608	1257
05-07-2011	636	1528	29-11-2011	393	730
11-07-2011	187	856	03-12-2011	570	1357
13-07-2011	467	843	09-12-2011	622	1468
18-07-2011	234	515	16-12-2011	589	1209
19-07-2011	280	687	22-12-2011	509	990

Tabela A.1 (Cont.) Distâncias e Quantidades de Combustível entre Abastecimentos

Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida	Data	Consumo Combustível	Distancia Percorrida
21-07-2011	93	794	28-12-2011	607	706
25-07-2011	710	1476			

Anexo B - Emissão Poluentes Para Cada Viatura (Metodologia 1 (N₂O, CH₄, CO₂) e 2 (N₂O, CH₄, CO₂, CO, NMCOV's, NO_x))

Tabela B.1 Emissão de Gases Utilizando fatores de emissão das Metodologias 1 e 2

N ₂ O (kg)								
Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
janeiro	-	-	-	3,04E-02	-	-	-	3,04E-02
fevereiro	-	-	-	8,82E-02	-	-	-	8,82E-02
março	6,56E-02	4,32E-02	8,22E-02	9,25E-02	1,19E-02	4,76E-02	1,13E-02	3,54E-01
abril	-	1,03E-01	6,50E-02	9,59E-02	8,87E-02	7,71E-02	2,86E-02	4,58E-01
maio	-	1,04E-01	1,20E-01	8,82E-02	9,88E-02	8,06E-02	3,74E-02	5,29E-01
junho	-	1,13E-01	9,60E-02	8,28E-02	1,00E-01	5,80E-02	2,84E-02	4,78E-01
julho	-	1,09E-01	8,16E-02	1,10E-01	1,20E-01	9,25E-02	3,05E-02	5,44E-01
agosto	2,39E-01	1,63E-01	1,03E-01	9,80E-02	8,95E-02	1,97E-01	3,63E-02	9,26E-01
setembro	2,40E-01	1,58E-01	1,08E-01	1,03E-01	1,33E-01	1,74E-01	3,17E-02	9,49E-01
outubro	2,46E-01	1,01E-01	9,65E-02	7,96E-02	8,16E-02	-	2,76E-02	6,33E-01
novembro	2,18E-01	9,09E-02	8,72E-02	7,98E-02	8,73E-02	-	2,58E-02	5,89E-01
dezembro	1,89E-01	-	3,41E-02	9,09E-02	8,39E-02	6,14E-02	2,01E-02	4,80E-01
Total	1,20E+00	9,85E-01	8,74E-01	1,04E+00	8,95E-01	7,89E-01	2,78E-01	6,06E+00
Total CO2eq	3,57E+02	2,94E+02	2,60E+02	3,10E+02	2,67E+02	2,35E+02	8,27E+01	1,81E+03

CH ₄ (kg)								
Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
janeiro	-	-	-	5,06E-02	-	-	-	5,06E-02
fevereiro	-	-	-	1,47E-01	-	-	-	1,47E-01
março	3,82E-01	2,52E-01	4,80E-01	1,54E-01	6,95E-02	7,94E-02	1,99E-01	1,62E+00
abril	-	5,99E-01	3,79E-01	1,60E-01	5,18E-01	1,28E-01	5,00E-01	2,28E+00
maio	-	6,06E-01	7,01E-01	1,47E-01	5,76E-01	1,34E-01	6,54E-01	2,82E+00
junho	-	6,58E-01	5,60E-01	1,38E-01	5,86E-01	9,67E-02	4,97E-01	2,54E+00
julho	-	6,38E-01	4,76E-01	1,84E-01	6,98E-01	1,54E-01	5,33E-01	2,68E+00
agosto	1,40E+00	9,49E-01	6,00E-01	1,63E-01	5,22E-01	3,28E-01	6,35E-01	4,59E+00
setembro	1,40E+00	9,24E-01	6,31E-01	1,71E-01	7,78E-01	2,91E-01	5,56E-01	4,75E+00
outubro	1,44E+00	5,91E-01	5,63E-01	1,33E-01	4,76E-01	-	4,83E-01	3,68E+00
novembro	1,27E+00	5,30E-01	5,09E-01	1,33E-01	5,09E-01	-	4,52E-01	3,41E+00
dezembro	1,11E+00	-	1,99E-01	1,51E-01	4,90E-01	1,02E-01	3,52E-01	2,40E+00
Total	6,99E+00	5,75E+00	5,10E+00	1,73E+00	5,22E+00	1,31E+00	4,86E+00	3,10E+01
Total CO2eq	1,75E+02	1,44E+02	1,27E+02	4,33E+01	1,31E+02	3,29E+01	1,21E+02	7,74E+02

NO _x (kg)								
Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
janeiro	-	-	-	8,20E+00	-	-	-	8,20E+00
fevereiro	-	-	-	2,38E+01	-	-	-	2,38E+01
março	2,09E+01	1,38E+01	2,62E+01	2,50E+01	3,80E+00	1,29E+01	6,57E+00	1,09E+02

Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
abril	-	3,28E+01	2,08E+01	2,59E+01	2,83E+01	2,08E+01	1,61E+01	1,45E+02
maio	-	3,31E+01	3,84E+01	2,38E+01	3,15E+01	2,18E+01	2,39E+01	1,72E+02
junho	-	3,60E+01	3,06E+01	2,24E+01	3,20E+01	1,57E+01	1,96E+01	1,56E+02
julho	-	3,49E+01	2,60E+01	2,98E+01	3,82E+01	2,50E+01	1,74E+01	1,71E+02
agosto	7,64E+01	5,19E+01	3,28E+01	2,65E+01	2,86E+01	5,32E+01	2,30E+01	2,92E+02
setembro	7,67E+01	5,06E+01	3,45E+01	2,77E+01	4,25E+01	4,71E+01	1,71E+01	2,96E+02
outubro	7,86E+01	3,23E+01	3,08E+01	2,15E+01	2,60E+01	-	2,00E+01	2,09E+02
novembro	6,97E+01	2,90E+01	2,78E+01	2,16E+01	2,79E+01	-	2,19E+01	1,98E+02
dezembro	6,05E+01	-	1,09E+01	2,45E+01	2,68E+01	1,66E+01	1,82E+01	1,57E+02
Total	3,83E+02	3,14E+02	2,79E+02	2,81E+02	2,86E+02	2,13E+02	1,84E+02	1,94E+03
Total CO2eq	1,79E+03	1,47E+03	1,31E+03	1,31E+03	1,34E+03	9,97E+02	8,61E+02	9,08E+03

CO (kg)								
Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
janeiro	-	-	-	2,23E-01	-	-	-	2,23E-01
fevereiro	-	-	-	6,47E-01	-	-	-	6,47E-01
março	5,74E-01	3,78E-01	7,19E-01	6,79E-01	1,04E-01	3,49E-01	4,23E+00	7,03E+00
abril	-	8,98E-01	5,69E-01	7,03E-01	7,76E-01	5,65E-01	1,06E+01	1,42E+01
maio	-	9,08E-01	1,05E+00	6,47E-01	8,65E-01	5,91E-01	1,39E+01	1,80E+01
junho	-	9,87E-01	8,40E-01	6,07E-01	8,78E-01	4,26E-01	1,06E+01	1,43E+01
julho	-	9,57E-01	7,14E-01	8,08E-01	1,05E+00	6,79E-01	1,13E+01	1,56E+01
agosto	2,09E+00	1,42E+00	8,99E-01	7,19E-01	7,83E-01	1,45E+00	1,35E+01	2,09E+01
setembro	2,10E+00	1,39E+00	9,47E-01	7,53E-01	1,17E+00	1,28E+00	1,18E+01	1,95E+01
outubro	2,15E+00	8,86E-01	8,45E-01	5,84E-01	7,14E-01	-	1,03E+01	1,55E+01
novembro	1,91E+00	7,95E-01	7,63E-01	5,85E-01	7,64E-01	-	9,61E+00	1,44E+01
dezembro	1,66E+00	-	2,98E-01	6,66E-01	7,34E-01	4,50E-01	7,49E+00	1,13E+01
Total	1,05E+01	8,62E+00	7,65E+00	7,62E+00	7,83E+00	5,78E+00	1,03E+02	1,51E+02
Total CO2eq	1,57E+00	1,29E+00	1,14E+00	1,22E+00	1,17E+00	9,30E-01	3,03E+01	3,77E+01

NMCOV's (kg)								
Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
janeiro	-	-	-	2,28E-02	-	-	-	2,28E-02
fevereiro	-	-	-	6,61E-02	-	-	-	6,61E-02
março	5,46E-02	3,60E-02	6,85E-02	6,94E-02	9,92E-03	3,57E-02	7,88E-01	1,06E+00
abril	-	8,55E-02	5,42E-02	7,19E-02	7,39E-02	5,78E-02	1,99E+00	2,33E+00
maio	-	8,65E-02	1,00E-01	6,62E-02	8,23E-02	6,05E-02	2,60E+00	2,99E+00
junho	-	9,40E-02	8,00E-02	6,21E-02	8,37E-02	4,35E-02	1,97E+00	2,34E+00
julho	-	9,12E-02	6,80E-02	8,27E-02	9,97E-02	6,94E-02	2,12E+00	2,53E+00
agosto	2,00E-01	1,36E-01	8,57E-02	7,35E-02	7,46E-02	1,48E-01	2,52E+00	3,24E+00
setembro	2,00E-01	1,32E-01	9,02E-02	7,70E-02	1,11E-01	1,31E-01	2,21E+00	2,95E+00
outubro	2,05E-01	8,44E-02	8,05E-02	5,97E-02	6,80E-02	-	1,92E+00	2,42E+00
novembro	1,82E-01	7,58E-02	7,27E-02	5,99E-02	7,28E-02	-	1,79E+00	2,26E+00
dezembro	1,58E-01	-	2,84E-02	6,81E-02	7,00E-02	4,61E-02	1,40E+00	1,77E+00
Total	9,99E-01	8,21E-01	7,28E-01	7,80E-01	7,46E-01	5,92E-01	1,93E+01	2,40E+01
Total CO2eq	2,20E+00	1,81E+00	1,60E+00	1,71E+00	1,64E+00	1,30E+00	4,25E+01	5,27E+01

CO2 (kg)								
Mês	Viatura A	Viatura B	Viatura C	Viatura D	Viatura E	Viatura F	Viatura G	Total
janeiro	-	-	-	2,94E+03	-	-	-	2,94E+03
fevereiro	-	-	-	8,33E+03	-	-	-	8,33E+03
março	4,22E+03	2,82E+03	4,54E+03	7,63E+03	1,48E+03	4,11E+03	2,75E+03	2,75E+04
abril	-	9,65E+03	5,58E+03	6,06E+03	8,43E+03	7,85E+03	6,74E+03	4,43E+04
maio	-	7,81E+03	1,20E+04	8,56E+03	8,49E+03	7,02E+03	9,97E+03	5,38E+04
junho	-	8,50E+03	8,14E+03	7,11E+03	7,22E+03	5,26E+03	8,21E+03	4,44E+04
julho	-	5,40E+03	7,49E+03	1,00E+04	9,96E+03	8,72E+03	7,29E+03	4,89E+04
agosto	1,93E+04	1,38E+04	8,62E+03	8,97E+03	8,21E+03	1,32E+04	9,60E+03	8,17E+04
setembro	1,91E+04	1,24E+04	9,68E+03	8,33E+03	1,06E+04	1,23E+04	7,14E+03	7,95E+04
outubro	2,01E+04	8,39E+03	8,57E+03	7,03E+03	6,85E+03	-	8,36E+03	5,93E+04
novembro	2,28E+04	7,47E+03	1,06E+04	9,57E+03	8,04E+03	-	9,15E+03	6,76E+04
dezembro	1,70E+04	-	3,09E+03	8,93E+03	7,66E+03	4,73E+03	7,59E+03	4,90E+04
Total	1,02E+05	7,62E+04	7,83E+04	9,35E+04	7,70E+04	6,32E+04	7,68E+04	5,67E+05
Total CO2eq	1,02E+05	7,62E+04	7,83E+04	9,35E+04	7,70E+04	6,32E+04	7,68E+04	5,67E+05

ANEXOS C – Informações Viaturas em Função do Tipo de Estrada

Tabela C.1 Viatura A em função do Tipo de Estrada

Viatura A	EURO IV			Percentagem em Estrada (%)			Distancias Percorridas (km)			Fatores de Emissão Em Função do Tipo de Estrada (kg/km)						Kg/l	
	Mês	Distancia (km)	Combustível (l)	Media (l/km)	Autoestrada	Nacional	Urbano	Autoestrada	Nacional	Urbano	5,25E-06 Urb CH4 (kg)	1,12E-05 Urb N2O (kg)	5,60E-06 Nac CH4 (kg)	1,38E-05 Nac N2O (kg)	4,20E-06 Ae CH4 (kg)	1,14E-05 Ae NO2 (kg)	2,62E+00 CO2 (l)
janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
março	5463	1610	0,29	0,85	0,11	0,04	4663	194	605	0,001	0,002	0,003	0,008	0,020	0,053	4218	
abril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
maio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
junho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
julho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	19950	7355	0,37	0,60	0,34	0,06	11960	1258	6732	0,007	0,014	0,038	0,093	0,050	0,136	19270	
setembro	20019	7287	0,36	0,55	0,38	0,07	11057	1444	7518	0,008	0,016	0,042	0,104	0,046	0,126	19091	
outubro	20519	7675	0,37	0,53	0,36	0,11	10933	2156	7430	0,011	0,024	0,042	0,103	0,046	0,125	20108	
novembro	18186	8702	0,48	0,58	0,29	0,14	10497	2471	5218	0,013	0,028	0,029	0,072	0,044	0,120	22798	
dezembro	15786	6481	0,41	0,63	0,30	0,06	9996	1000	4790	0,005	0,011	0,027	0,066	0,042	0,114	16980	
Total	99923	39109	0,39	0,59	0,32	0,09	59178	8640	32105	0,045	0,095	0,181	0,446	0,248	0,674	102465	
Total (kg)										0,045	0,095	0,181	0,446	0,248	0,674	102465	
Total (kgCO2eq)	102839									1,12	28,44	4,52	132,80	6,21	200,80	102465	
kgCO2eq/km	1,03																

Tabela C.2 Viatura B em função do Tipo de Estrada

				Fatores de Emissão Em Função do Tipo de Estrada (kg/km)						Kg/l						
Viatura B	EURO IV			Percentagem em Estrada (%)			Distancias Percorridas (km)			5,25E-06	1,12E-05	5,60E-06	1,38E-05	4,20E-06	1,14E-05	2,62E+00
Mês	Distancia (km)	Combustível (l)	Media (l/km)	Autoestrada	Nacional	Urbano	Autoestrada	Nacional	Urbano	Urb CH4 (kg)	Urb N2O (kg)	Nac CH4 (kg)	Nac N2O (kg)	Ae CH4 (kg)	Ae NO2 (kg)	CO2 (kg)
janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
março	3597	1075	0,299	0,77	0,09	0,14	2776	486	335	0,003	0,005	0,002	0,005	0,012	0,032	2817
abril	8551	3685	0,431	0,56	0,09	0,35	4811	2984	756	0,016	0,033	0,004	0,010	0,020	0,055	9655
maio	8652	2981	0,345	0,73	0,06	0,21	6303	1828	521	0,010	0,020	0,003	0,007	0,026	0,072	7810
junho	9402	3243	0,345	0,68	0,07	0,25	6366	2352	683	0,012	0,026	0,004	0,009	0,027	0,073	8497
julho	9119	2061	0,226	0,78	0,08	0,14	7130	1250	738	0,007	0,014	0,004	0,010	0,030	0,081	5400
agosto	13555	5264	0,388	0,49	0,42	0,08	6691	1118	5746	0,006	0,013	0,032	0,079	0,028	0,076	13792
setembro	13206	4721	0,358	0,59	0,26	0,15	7779	2005	3422	0,011	0,022	0,019	0,047	0,033	0,089	12370
outubro	8441	3203	0,379	0,75	0,10	0,15	6302	1275	864	0,007	0,014	0,005	0,012	0,026	0,072	8391
novembro	7576	2851	0,376	0,62	0,12	0,25	4727	1903	946	0,010	0,021	0,005	0,013	0,020	0,054	7471
dezembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	82099	29085	0,354	0,64	0,17	0,19	52695	15320	14085	0,08	0,17	0,08	0,19	0,22	0,60	76202
Total (kg)										0,08	0,17	0,08	0,19	0,22	0,60	76202
Total (kgCO2eq)	76499									2,00	50,74	1,96	57,62	5,55	179,66	76202
kgCO2eq/km	0,93															

Tabela C.3 Viatura C em função do Tipo de Estrada

				Fatores de Emissão Em Função do Tipo de Estrada (kg/km)						Kg/l						
Viatura C	EURO IV			Porcentagem em Estrada (%)			Distancias Percorridas (km)			5,25E-06	1,12E-05	5,60E-06	1,38E-05	4,20E-06	1,14E-05	2,62E+00
Mês	Distancia (km)	Combustível (l)	Media (l/km)	Autoestrada	Nacional	Urbano	Autoestrada	Nacional	Urbano	Urb CH4 (kg)	Urb N2O (kg)	Nac CH4 (kg)	Nac N2O (kg)	Ae CH4 (kg)	Ae NO2 (kg)	CO2 (kg)
janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
março	6852	1733	0,25	0,73	0,13	0,13	5030	898	924	0,005	0,010	0,005	0,013	0,021	0,057	4540
abril	5419	2129	0,39	0,50	0,10	0,40	2735	2166	519	0,011	0,024	0,003	0,007	0,011	0,031	5578
maio	10016	4574	0,46	0,69	0,10	0,21	6890	2134	993	0,011	0,024	0,006	0,014	0,029	0,079	11984
junho	8002	3106	0,39	0,72	0,08	0,20	5764	1622	616	0,009	0,018	0,003	0,008	0,024	0,066	8138
julho	6800	2857	0,42	0,71	0,07	0,22	4828	1469	503	0,008	0,016	0,003	0,007	0,020	0,055	7485
agosto	8566	3291	0,38	0,80	0,07	0,14	6832	1172	563	0,006	0,013	0,003	0,008	0,029	0,078	8622
setembro	9020	3696	0,41	0,54	0,08	0,38	4857	3436	728	0,018	0,038	0,004	0,010	0,020	0,055	9685
outubro	8045	3273	0,41	0,71	0,10	0,18	5737	1487	821	0,008	0,017	0,005	0,011	0,024	0,065	8575
novembro	7270	4041	0,56	0,65	0,09	0,26	4732	1906	631	0,010	0,021	0,004	0,009	0,020	0,054	10588
dezembro	2840	1180	0,42	0,65	0,15	0,19	1857	546	437	0,003	0,006	0,002	0,006	0,008	0,021	3093
Total	72830	29881	0,41	0,68	0,09	0,23	49172	17083	6575	0,09	0,19	0,04	0,09	0,21	0,56	78288
Total (kg)										0,09	0,19	0,04	0,09	0,21	0,56	78288
Total (kgCO2eq)	78547									2,21	56,19	0,94	27,69	5,17	167,35	78288
kgCO2eq/km	1,08															

Tabela C.4 Viatura D em função do Tipo de Estrada

				Fatores de Emissão Em Função do Tipo de Estrada (kg/km)						Kg/l						
Viatura D	EURO IV			Percentagem em Estrada (%)			Distancias Percorridas (km)			5,25E-06	1,12E-05	5,60E-06	1,38E-05	4,20E-06	1,14E-05	2,62E+00
Mês	Distancia (km)	Combustível (l)	Media (l/km)	Autoestrada	Nacional	Urbano	Autoestrada	Nacional	Urbano	Urb CH4 (kg)	Urb N2O (kg)	Nac CH4 (kg)	Nac N2O (kg)	Ae CH4 (kg)	Ae NO2 (kg)	CO2 (kg)
janeiro	2532	1122	0,443	0,85	0,06	0,08	2156	215	161	0,001	0,002	0,001	0,002	0,009	0,025	2940
fevereiro	7350	3178	0,432	0,68	0,12	0,20	4999	1485	866	0,008	0,017	0,005	0,012	0,021	0,057	8326
março	7712	2914	0,378	0,68	0,17	0,16	5207	1231	1275	0,006	0,014	0,007	0,018	0,022	0,059	7635
abril	7989	2312	0,289	0,55	0,12	0,33	4398	2668	924	0,014	0,030	0,005	0,013	0,018	0,050	6057
maio	7351	3266	0,444	0,57	0,07	0,36	4173	2643	535	0,014	0,030	0,003	0,007	0,018	0,048	8557
junho	6901	2712	0,393	0,64	0,13	0,23	4436	1554	911	0,008	0,017	0,005	0,013	0,019	0,051	7105
julho	9187	3827	0,417	0,74	0,09	0,17	6769	1557	861	0,008	0,017	0,005	0,012	0,028	0,077	10027
agosto	8171	3423	0,419	0,68	0,13	0,19	5555	1555	1061	0,008	0,017	0,006	0,015	0,023	0,063	8968
setembro	8560	3180	0,371	0,72	0,09	0,19	6149	1641	770	0,009	0,018	0,004	0,011	0,026	0,070	8332
outubro	6637	2684	0,404	0,66	0,11	0,23	4375	1522	740	0,008	0,017	0,004	0,010	0,018	0,050	7032
novembro	6653	3654	0,549	0,64	0,07	0,30	4235	1963	455	0,010	0,022	0,003	0,006	0,018	0,048	9574
dezembro	7572	3408	0,450	0,64	0,14	0,22	4864	1647	1060	0,009	0,018	0,006	0,015	0,020	0,055	8930
Total	86615	35681	0,412	0,68	0,11	0,22	58556	18877	9182	0,103	0,220	0,054	0,133	0,241	0,653	93484
Total (kg)										0,103	0,220	0,054	0,133	0,241	0,653	93484
Total (kgCO2eq)	93793									2,583	65,687	1,346	39,551	6,018	194,715	93484
kgCO2eq/km	1,08															

Tabela C.5 Viatura E em função do Tipo de Estrada

				Fatores de Emissão Em Função do Tipo de Estrada (kg/km)						Kg/l						
Viatura E	EURO IV			Porcentagem em Estrada (%)			Distancias Percorridas (km)			5,25E-06	1,12E-05	5,60E-06	1,38E-05	4,20E-06	1,14E-05	2,62E+00
Mês	Distancia (km)	Combustível (l)	Media (l/km)	Autoestrada	Nacional	Urbano	Autoestrada	Nacional	Urbano	Urb CH4 (kg)	Urb N2O (kg)	Nac CH4 (kg)	Nac N2O (kg)	Ae CH4 (kg)	Ae NO2 (kg)	CO2 (kg)
janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
março	992	565	0,569	0,25	0,03	0,72	252	713	27	0,004	0,008	0,000	0,000	0,001	0,003	1480
abril	7394	3218	0,435	0,68	0,05	0,27	4995	1996	404	0,010	0,022	0,002	0,006	0,021	0,057	8431
maio	8234	3241	0,394	0,70	0,08	0,22	5764	1850	620	0,010	0,021	0,003	0,009	0,024	0,066	8491
junho	8366	2754	0,329	0,67	0,07	0,26	5598	2205	563	0,012	0,025	0,003	0,008	0,024	0,064	7215
julho	9968	3801	0,381	0,78	0,08	0,15	7749	1464	756	0,008	0,016	0,004	0,010	0,033	0,088	9959
agosto	7459	3133	0,420	0,74	0,10	0,16	5520	1185	754	0,006	0,013	0,004	0,010	0,023	0,063	8208
setembro	11108	4063	0,366	0,77	0,08	0,15	8591	1652	865	0,009	0,019	0,005	0,012	0,036	0,098	10644
outubro	6800	2616	0,385	0,75	0,10	0,15	5129	1008	663	0,005	0,011	0,004	0,009	0,022	0,058	6854
novembro	7277	3070	0,422	0,61	0,20	0,19	4440	1351	1485	0,007	0,015	0,008	0,020	0,019	0,051	8044
dezembro	6995	2924	0,418	0,77	0,13	0,10	5418	681	896	0,004	0,008	0,005	0,012	0,023	0,062	7662
Total	74594	29385	0,394	0,70	0,09	0,21	52184	15380	7030	0,074	0,158	0,039	0,097	0,225	0,609	76988
Total (kg)										0,074	0,158	0,039	0,097	0,225	0,609	76988
Total (kgCO2eq)	77254									1,851	47,075	0,985	28,924	5,613	181,600	76988
kgCO2eq/km	1,04															

Tabela C.6 Viatura F em função do Tipo de Estrada

Viatura F	EURO IV			Percentagem em Estrada (%)			Distancias Percorridas (km)			Fatores de Emissão Em Função do Tipo de Estrada (kg/km)						Kg/l	
	Mês	Distância (km)	Combustível (l)	Media (l/km)	Autoestrada	Nacional	Urbano	Autoestrada	Nacional	Urbano	5,25E-06	1,12E-05	5,60E-06	1,38E-05	4,20E-06	1,14E-05	2,62E+00
										Urb CH4 (kg)	Urb N2O (kg)	Nac CH4 (kg)	Nac N2O (kg)	Ae CH4 (kg)	Ae NO2 (kg)	CO2 (kg)	
janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
março	3968	1569	0,395	0,70	0,15	0,14	2788	565	615	0,003	0,006	0,003	0,008	0,012	0,032	4111	
abril	6423	2996	0,466	0,54	0,06	0,39	3496	2530	398	0,013	0,028	0,002	0,005	0,015	0,040	7850	
maio	6720	2680	0,399	0,73	0,08	0,18	4928	1233	559	0,006	0,014	0,003	0,008	0,021	0,056	7022	
junho	4837	2008	0,415	0,73	0,14	0,14	3511	653	672	0,003	0,007	0,004	0,009	0,015	0,040	5261	
julho	7711	3329	0,432	0,76	0,10	0,14	5826	1092	792	0,006	0,012	0,004	0,011	0,024	0,066	8722	
agosto	16424	5035	0,307	0,87	0,07	0,06	14238	963	1223	0,005	0,011	0,007	0,017	0,060	0,162	13192	
setembro	14536	4681	0,322	0,86	0,07	0,06	12572	903	1061	0,005	0,010	0,006	0,015	0,053	0,143	12265	
outubro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
novembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
dezembro	5117	1807	0,353	0,81	0,09	0,10	4167	495	455	0,003	0,006	0,003	0,006	0,018	0,048	4733	
Total	65735	24105	0,367	0,78	0,09	0,13	51485	8476	5775	0,044	0,094	0,032	0,080	0,216	0,587	63155	
Total (kg)										0,044	0,094	0,032	0,080	0,216	0,587	63155	
Total (kgCO2eq)	63389									1,107	28,148	0,808	23,745	5,410	175,049	63155	
kgCO2eq/km	0,96																

Tabela C.7 Viatura G em função do Tipo de Estrada

Viatura G	EURO III			Percentagem em Estrada (%)			Distancias Percorridas (km)			Fatores de Emissão Em Função do Tipo de Estrada (kg/km)						Kg/l	
	Mês	Distancia (km)	Combustível (l)	Media (l/km)	Autoestrada	Nacional	Urbano	Autoestrada	Nacional	Urbano	5,25E-06 Urb CH4 (kg)	1,12E-05 Urb N2O (kg)	5,60E-06 Nac CH4 (kg)	1,38E-05 Nac N2O (kg)	4,20E-06 Ae CH4 (kg)	1,14E-05 Ae NO2 (kg)	2,62E+00 CO2 (kg)
janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
março	2836	1048	0,37	0,81	0,09	0,10	2306	272	258	0,027	0,001	0,019	0,001	0,147	0,009	2746	
abril	7146	2574	0,36	0,59	0,07	0,34	4195	2437	514	0,239	0,012	0,038	0,003	0,267	0,017	6744	
maio	9339	3804	0,41	0,76	0,08	0,16	7137	1467	735	0,144	0,007	0,055	0,004	0,455	0,029	9966	
junho	7093	3132	0,44	0,71	0,09	0,20	5008	1438	646	0,141	0,007	0,048	0,003	0,319	0,020	8206	
julho	7616	2783	0,37	0,71	0,10	0,18	5425	1400	792	0,137	0,007	0,059	0,004	0,346	0,022	7291	
agosto	9065	3666	0,40	0,77	0,09	0,14	6964	1256	844	0,123	0,006	0,063	0,004	0,444	0,028	9605	
setembro	7937	2726	0,34	0,74	0,08	0,18	5891	1410	635	0,138	0,007	0,047	0,003	0,375	0,024	7141	
outubro	6902	3193	0,46	0,69	0,15	0,16	4730	1115	1058	0,109	0,006	0,079	0,005	0,301	0,019	8364	
novembro	6450	3491	0,54	0,71	0,08	0,21	4584	1329	537	0,130	0,007	0,040	0,003	0,292	0,018	9146	
dezembro	5024	2898	0,58	0,74	0,11	0,16	3699	782	542	0,077	0,004	0,040	0,003	0,236	0,015	7593	
Total	69408	29314	0,42	0,72	0,10	0,18	50068	12695	6646								
Total (kg)										1,265	0,065	0,488	0,033	3,181	0,200	76803	
Total (kgCO2eq)	77014									31,62	19,23	12,20	9,78	79,53	59,53	76803	
kgCO2eq/km	1,11																

ANEXO D - Gráficos de Consumos e Emissões por Viatura

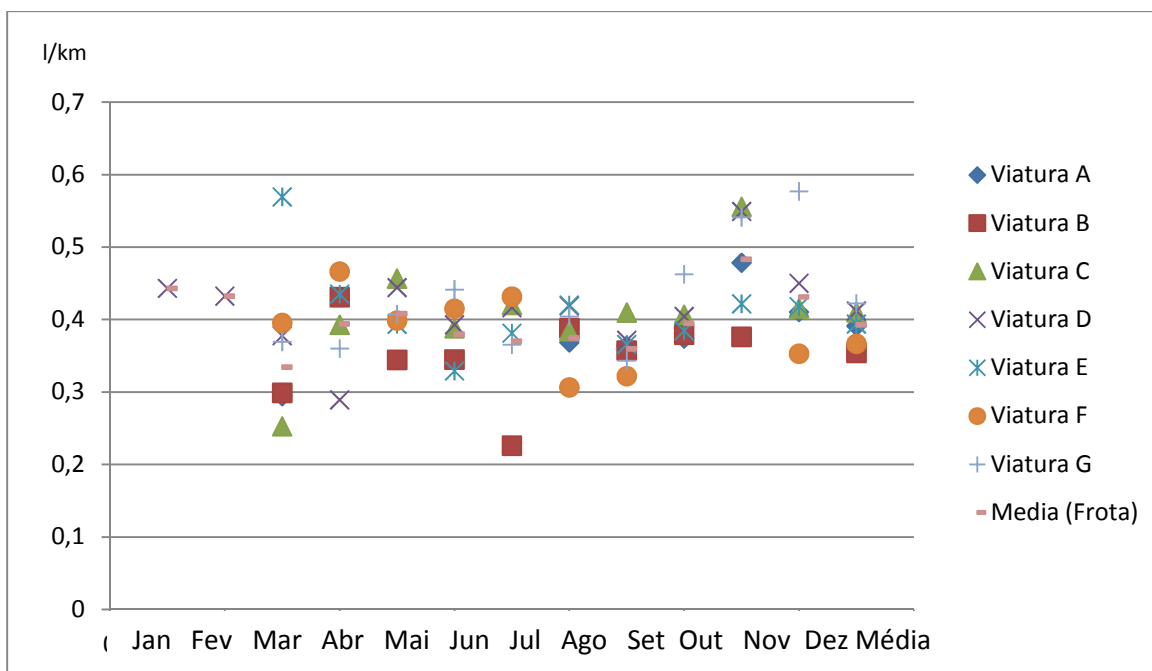


Fig. 10 Consumos Médios das Viaturas (l/km)

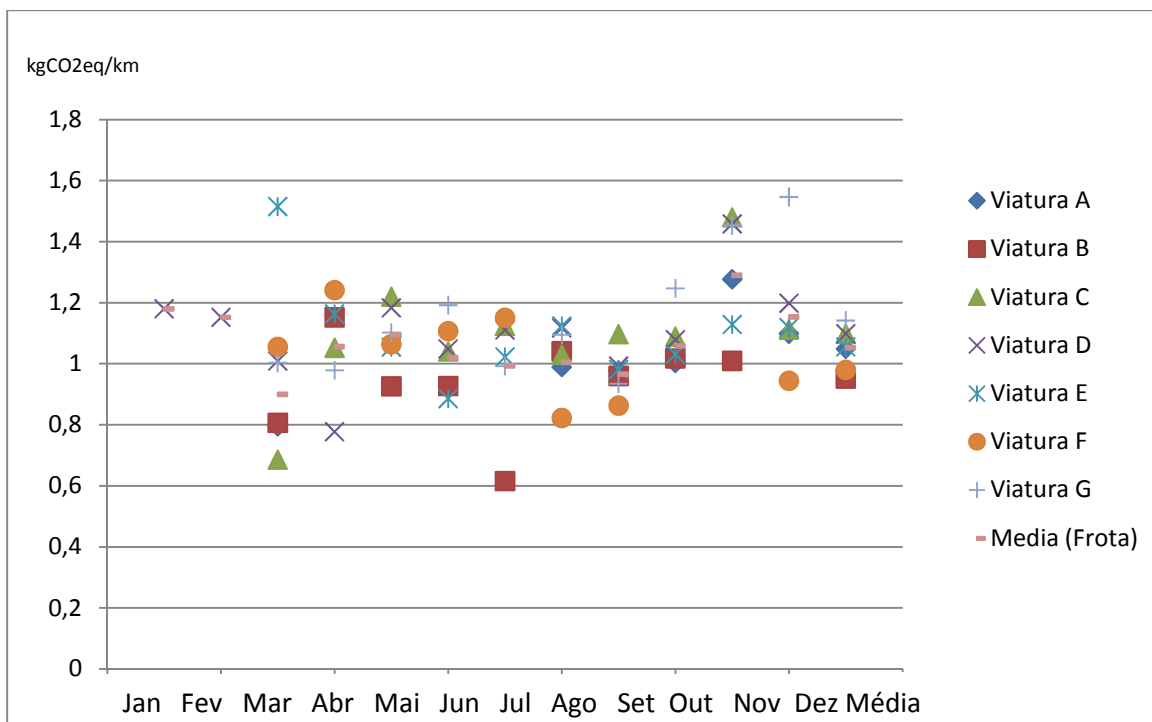


Fig. 11 Emissões das Viaturas (Metodologia 2) em Função da Distância (kgCO2eq/km)