

POTENCIAL DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO₂ EM EMPRESAS DO GRUPO SOARES DA COSTA

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente



Autora:

Maria Helena Gonçalves Ribeiro Rodrigues

Orientadora:

Prof.^a Maria da Conceição Machado Alvim Ferraz
Departamento de Engenharia Química
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Co-orientadora:

Eng.^a Eloísa Isabel Fernandes Cepinha
Grupo Soares da Costa SGPS, SA

Porto, Julho de 2010

Agradecimentos

À minha orientadora Professora Conceição Alvim, pelo excelente acompanhamento, preocupação e atenção que demonstrou neste período.

À minha co-orientadora Engenheira Eloísa Cepinha, pela disponibilidade no esclarecimento de dúvidas relacionadas com o Grupo Soares da Costa.

Ao Tiago, pela ajuda, pelos conselhos, pelas dicas, pela preocupação, pela paciência e pela companhia que foram muito importantes. Sem ele o resultado final não seria o mesmo!

À minha mãe Teresa que, apesar de já não se encontrar presente, a ela devo tudo o que tenho e sou hoje. Lembrar-me-ei sempre!

Ao meu pai António e à minha irmã Elisa por tudo o que fizeram para que chegasse até aqui.

À Daniela, Mariana, Catarina, Teresa, Raquel, Té, Lili, Sara, Ariana, Teresinha, Steph, Vanessa, Ana Luísa, Ana Cortesão, João, Diogo, Tiago Orlando, André Franco e Tiago Pinto, por fazerem dos últimos cinco anos os melhores da minha vida.

À Sofia, pela amizade, cumplicidade e atenção para me ouvir.

Ao Moisés, à Glória, à Inês e à Liliana pela boa companhia nos últimos meses em almoços e alguns jantares.

À Isabel e ao Luís pela boa disposição e companhia nas noites de sábado e outras festividades da nossa terra.

Ao João e Daniela Amorim por todos os bons momentos e boa disposição.

Aos restantes membros da minha família.

A TODOS, o meu mais sincero obrigado!

Resumo

O objectivo principal desta Tese foi a apresentação de propostas com vista à redução das emissões atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂) em empresas do Grupo Soares da Costa a operar em Portugal. Para isso, as emissões de CO₂ verificadas em 2009 foram estimadas utilizando duas metodologias; a primeira consistiu na aplicação de ferramentas informáticas do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa; a segunda metodologia utilizou um método de cálculo baseado em parâmetros específicos. O uso destas duas metodologias pretendeu verificar o desempenho daquelas ferramentas informáticas que se revelaram ser de utilização fiável e fácil para efectuar uma estimativa de emissões de gases com efeito de estufa numa empresa ou organização.

Concluiu-se que foram as obras e a frota automóvel do Grupo os sectores responsáveis pela maioria das emissões de CO₂ para a atmosfera provocadas essencialmente pelo elevado consumo de gasóleo.

Diferentes medidas foram sugeridas para diminuir as emissões de CO₂ como a incorporação de biodiesel no gasóleo e a redução no consumo de combustível. Estas medidas, para além de provocarem a redução nas emissões de CO₂, reduzem os custos para a empresa.

Palavras-Chave:

Poluição atmosférica, gases com efeito de estufa, dióxido de carbono, Grupo Soares da Costa, construção, redução de emissões, biodiesel.

Abstract

The main objective of this thesis was to present proposals to reduce atmospheric emissions of carbon dioxide (CO₂) in Soares da Costa Group operating in Portugal. For this, CO₂ emissions verified in 2009 were estimated two methodologies were used; the first one consisted in the utilization by Greenhouse Gases Protocol (PGEE); the second methodology used a calculation method based on specific parameters. The use of these two methodologies intended to verify the performance of the tools that proved to be secure and easy to use to make an estimation of greenhouse gas emissions in a company or organization.

It was concluded that the construction work and the car transport were the sectors with the highest CO₂ emissions to the atmosphere mainly caused by high consumption of diesel.

Different measures were suggested to decrease CO₂ emissions such as the incorporation of biodiesel in the fuel and the reduction in fuel consumption. These measures, besides causing a reduction in CO₂ emissions, reduce costs to the company.

Key-words:

Air pollution, greenhouse gases, carbon dioxide, Soares da Costa Group, construction, emissions reduced, biodiesel.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT.....	V
ÍNDICE.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABELAS.....	XII
SIGLAS	XIV
SÍMBOLOS QUÍMICOS	XVI
UNIDADES	XVIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJECTIVOS.....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	2
2. ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA ASSOCIADO AO CASO DE ESTUDO.....	5
2.1. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA.....	5
2.1.1. <i>Abordagem geral</i>	5
2.1.2. <i>Causas</i>	6
2.1.3. <i>Consequências</i>	7
2.1.3.1. <i>Consequências do aquecimento global</i>	10
2.1.4. <i>Programas internacionais e nacionais para fazer face ao problema da poluição atmosférica</i>	12
2.1.5. <i>Emissões de Gases com Efeito de Estufa</i>	13
2.1.5.1. <i>A nível global</i>	13
2.1.5.2. <i>A nível de Portugal</i>	16
2.1.6. <i>Dióxido de carbono – um problema global!</i>	19
2.1.7. <i>Caracterização geral do sector da construção civil</i>	20
3. CASO DE ESTUDO: REDUZIR EMISSÕES DE CO₂ EM EMPRESAS DO GRUPO SOARES DA COSTA	23
3.1. APRESENTAÇÃO GERAL DO GRUPO SOARES DA COSTA.....	23

3.2.	ÁREAS DE NEGÓCIO DO GRUPO SOARES DA COSTA.....	25
3.2.1.	<i>Soares da Costa Construção.....</i>	25
3.2.2.	<i>Soares da Costa Indústria.....</i>	25
3.2.3.	<i>Soares da Costa Concessões.....</i>	26
3.2.4.	<i>Soares da Costa Imobiliária.....</i>	26
3.3.	PRINCIPAIS INDICADORES DE ACTIVIDADE DO GRUPO SOARES DA COSTA.....	26
3.4.	DEFINIÇÃO DO OBJECTIVO E ÂMBITO DA TESE.....	29
3.5.	METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA CUMPRIMENTO DO OBJECTIVO PROPOSTO.....	30
3.5.1.	<i>Metodologia disponibilizada pelo Protocolo de Gases com Efeito de Estufa.....</i>	32
3.5.2.	<i>Metodologia baseada em parâmetros específicos.....</i>	37
3.5.2.1.	Emissões de combustão (inclui combustão estacionária e frota automóvel).....	37
3.5.2.2.	Emissões provenientes do consumo de electricidade.....	38
3.6.	RESULTADOS.....	39
3.6.1.	<i>Estimados através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa.....</i>	39
3.6.2.	<i>Estimados com base em parâmetros específicos.....</i>	43
3.7.	COMPARAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS PELAS DUAS METODOLOGIAS.....	47
4.	PROPOSTAS PARA REDUZIR EMISSÕES DE CO₂ EM EMPRESAS DO GRUPO SOARES DA COSTA.....	53
4.1.	INCORPORAÇÃO DE BIODIESEL NO GASÓLEO UTILIZADO PELO GRUPO SOARES DA COSTA.....	53
4.1.1.	<i>Estimativa do custo de aquisição do gasóleo em 2009.....</i>	55
4.1.2.	<i>Redução de emissões e custos para diferentes cenários de incorporação de biodiesel no gasóleo.....</i>	57
4.2.	REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO ₂ E DOS CUSTOS POR REDUÇÃO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL.....	61
4.3.	INCORPORAÇÃO DE BIODIESEL NO GASÓLEO UTILIZADO PELO GRUPO SOARES DA COSTA E REDUÇÃO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL.....	62
5.	CONCLUSÕES.....	65
	REFERÊNCIAS.....	67
6.	ANEXOS.....	71
	ANEXO A. ORGANIGRAMA DO GRUPO SOARES DA COSTA.....	72
	ANEXO B. CÁLCULOS AUXILIARES PARA CONVERSÃO DA ENERGIA CONSUMIDA NA FROTA AUTOMÓVEL EM VOLUME DE COMBUSTÍVEL PARA APLICAÇÃO NA FERRAMENTA INFORMÁTICA <i>GHG PROTOCOL TOOL FOR MOBILE COMBUSTION VERSION 2.0.....</i>	73
	ANEXO C. CÁLCULOS AUXILIARES PARA CONVERSÃO DE UNIDADES RELATIVAS ÀS UF E OBRAS PARA APLICAÇÃO NA <i>GHG PROTOCOL TOOL FOR STACIONARY COMBUSTION VERSION 4.0.....</i>	74
	ANEXO D. DADOS UTILIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS PELA METODOLOGIA QUE UTILIZA PARÂMETROS ESPECÍFICOS PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE CO ₂ PROVENIENTES DAS ACTIVIDADES, APRESENTADOS POR SECTOR DE ACTIVIDADE.....	75

ANEXO E. DADOS UTILIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS PELA METODOLOGIA BASEADA EM PARÂMETROS ESPECÍFICOS PARA ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE CO ₂ PROVENIENTES DAS ACTIVIDADES, APRESENTADOS POR TIPO DE COMBUSTÍVEL.....	76
ANEXO F. DADOS UTILIZADOS E RESULTADOS OBTIDOS PELA METODOLOGIA BASEADA EM PARÂMETROS ESPECÍFICOS PARA ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE CO ₂ PROVENIENTES DO CONSUMO DE ELECTRICIDADE.....	77
ANEXO G. EMISSÕES DE GEE OBTIDAS EM <i>GHG PROTOCOL TOOL FOR STATIONARY COMBUSTION VERSION 4.0</i>	78
ANEXO H. EMISSÕES DE GEE OBTIDAS EM <i>GHG PROTOCOL TOOL FOR MOBILE COMBUSTION VERSION 2.0</i>	79
ANEXO I. EMISSÕES DE GEE OBTIDAS EM <i>GHG PROTOCOL TOOL FOR STATIONARY COMBUSTION VERSION 4.0</i>	80

Índice de Figuras

Figura 1	Exemplo ilustrativo da formação do nevoeiro fotoquímico (adaptada) [Fonte: http://apesnature.homestead.com]	7
Figura 2	Exemplo ilustrativo da depleção da camada de ozono (adaptada) [4].....	8
Figura 3	Exemplo ilustrativo do fenómeno da acidificação das chuvas (adaptada) [4].....	9
Figura 4	Exemplo ilustrativo do efeito de estufa na superfície terrestre (adaptada) [Fonte: http://pasmajaya.files.wordpress.com].....	10
Figura 5	(a) Emissões globais antropogénicas de GEE no período 1970-2004 (CO _{2e} em Gt) (b) Contribuição dos diferentes GEE em 2004 (c) Contribuição dos diferentes sectores de actividade em 2004 (silvicultura inclui desflorestação) (adaptada) [5].....	15
Figura 6	Emissões de GEE em Portugal em 2007, por sector de actividade [11]	17
Figura 7	Emissões de GEE no período 1990-2007 vs Meta do Protocolo de Quioto estabelecida para Portugal [11]	18
Figura 8	Emissões de GEE, por poluente (CO ₂ , CH ₄ e N ₂ O), em Portugal no período 1990-2007 [11].....	18
Figura 9	Volume de negócios por área de negócio [14]	27
Figura 10	Mapa ilustrativo da presença internacional, já exercida e actual, do Grupo Soares da Costa [13]	28
Figura 11	Volume de negócios por mercado geográfico de actuação (adaptada) [15]	29
Figura 12	Emissões de CO ₂ nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa.....	40
Figura 13	Emissões de CO ₂ (%) na frota automóvel por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa.....	41
Figura 14	Emissões de CO ₂ (%) nas obras por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa	42
Figura 15	Emissões de CO ₂ (%) por sector de actividade estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa	43
Figura 16	Emissões de CO ₂ (%) nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos	44
Figura 17	Emissões de CO ₂ (%) na frota automóvel por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos	45
Figura 18	Emissões de CO ₂ (%) nas obras por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos	46

Figura 19	Emissões de CO ₂ (%) por sector de actividade estimadas com base em parâmetros específicos	47
Figura 20	Comparação das emissões de CO ₂ por sector de actividade obtidas pelas duas metodologias.....	48
Figura 21	Emissões de CO ₂ e custo de aquisição de combustível para os diferentes cenários de incorporação de biodiesel no gasóleo	60
Figura 22	Estimativa das emissões de CO ₂ e custos de aquisição para os diferentes cenários com simultânea redução no consumo de combustível.....	63

Índice de Tabelas

Tabela 1	Potencial de aquecimento global dos três GEE mais importantes [8].....	14
Tabela 2	Evolução da concentração de CO ₂ e da temperatura média na Terra (adaptada) [12].	20
Tabela 3	Consumos energéticos por sector de actividade do Grupo Soares da Costa em 2009.	31
Tabela 4	Valores dos FE dos combustíveis utilizados no Grupo Soares da Costa [16].....	38
Tabela 5	Factores de conversão e emissão.....	39
Tabela 6	Emissões de GEE nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa.....	40
Tabela 7	Emissões de GEE na frota automóvel por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa.....	41
Tabela 8	Emissões de GEE nas obras por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa	41
Tabela 9	Emissões de GEE por sector de actividade estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa	42
Tabela 10	Emissões de CO ₂ nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos	44
Tabela 11	Emissões de CO ₂ na frota automóvel por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos	45
Tabela 12	Emissões de CO ₂ nas obras por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos.....	46
Tabela 13	Emissões de CO ₂ por sector de actividade estimadas com base em parâmetros específicos.....	47
Tabela 14	Comparação das emissões de CO ₂ por sector de actividade obtidas pelas duas metodologias e respectivos desvios	49
Tabela 15	Consumo energético e estimativa das emissões de CO ₂ verificados nas obras e frota automóvel no Grupo Soares da Costa em 2009.....	55
Tabela 16	Consumo energético, poder calorífico, preço do gasóleo e estimativa do custo de aquisição de gasóleo por parte do Grupo Soares da Costa em 2009.....	56
Tabela 17	Estimativa da redução das emissões de CO ₂ em relação à situação verificada em 2009 para combustíveis com diferentes % de biodiesel	58
Tabela 18	Preço médio do gasóleo, B10 e B15 praticados actualmente em Portugal segundo a DGEG [27].....	58
Tabela 19	Emissões de CO ₂ , custos de aquisição de combustível e variação em relação à situação a 2009 para os diferentes cenários incorporação de biodiesel no gasóleo.....	60

Tabela 20	Emissões de CO ₂ e custo de aquisição do combustível em 2009 e se se reduzir o consumo do mesmo nas obras e na frota automóvel	62
Tabela 21	Estimativa das emissões de CO ₂ , custos de aquisição do combustível e variação em relação à situação de 2009 para os diferentes cenários com simultânea redução no consumo de combustível.....	64

Siglas

APA	-	Agência Portuguesa do Ambiente
CELE	-	Comércio Europeu de Licenças de Emissão
CFC	-	Cloro fluorcarbonetos
COV	-	Compostos orgânicos voláteis
DA	-	Dados da actividade
FC	-	Factor de conversão
FE	-	Factor de emissão
GEE	-	Gases com efeito de estufa
HFC	-	Hidro fluorcarbonetos
IPCC	-	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> - Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas
N.a.	-	Não aplicável
PFC	-	Perfluorcarbonetos
PM ₁₀	-	Partículas com 10 cm de diâmetro aerodinâmico
PM _{2,5}	-	Partículas com 2,5 cm de diâmetro aerodinâmico
PNAC	-	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNALE	-	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
REA	-	Relatório do Estado do Ambiente
SA	-	Sociedade Anónima
SGPS	-	Sociedade Gestora de Participações Sociais
SDC	-	Soares da Costa
UF	-	Unidades Fixas
UNFCCC	-	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
WBCSD	-	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WRI	-	<i>World Resources Institute</i>

Símbolos químicos

CH ₄	-	Metano
CO	-	Monóxido de carbono
CO ₂	-	Dióxido de carbono
CO _{2e}	-	Dióxido de carbono equivalente
N ₂ O	-	Óxido nitroso
NO _x	-	Óxidos de azoto
O ₃	-	Ozono troposférico
SF ₆	-	Hexafluoreto de enxofre
SO ₂	-	Dióxido de enxofre
SO _x	-	Óxidos de enxofre

Unidades

€	-	Euro
GJ	-	Gigajoule
Gt	-	Gigatonelada
L	-	Litro
M€	-	Milhões de Euros
m ³	-	Metro cúbico
MJ	-	Megajoule
°C	-	Grau centígrado
ppmv	-	Partes por milhão (em volume)
t	-	Tonelada

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Estratégia de Sustentabilidade definida pelo Grupo Soares da Costa (Grupo SDC) para o período 2007-2012 passa por minimizar os impactos ambientais e sociais que estão associados às actividades desenvolvidas pela empresa nas diferentes áreas de negócio, principalmente à área da construção onde predomina a actividade do Grupo.

A par da Estratégia de Sustentabilidade o Grupo SDC promoveu o Prémio Talento Soares da Costa 2009 que pretende aproximar os estudantes finalistas à empresa dando-lhes a oportunidade de implementação prática dos conhecimentos técnicos adquiridos nas respectivas áreas de ensino. Para isso, foi proposta a realização de trabalhos temáticos que se encontram agrupados em três áreas: Gestão e Organização, Sustentabilidade e Inovação em Processos e Materiais na Área da Construção. Os temas apresentados foram seleccionados de acordo com os interesses da empresa em instituir práticas de protecção do ambiente e social no âmbito do desenvolvimento da sua principal actividade que é a construção de infra-estruturas. O trabalho realizado aqui descrito está inserido na área da Sustentabilidade.

1.2. OBJECTIVOS

O objectivo principal da Tese foi a apresentação de propostas com vista à redução das emissões atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂) em empresas do Grupo SDC a operar em Portugal. Para que esse objectivo fosse atingido foi necessário efectuar um levantamento das fontes de emissão de CO₂ provenientes da actividade daquelas empresas e com esses dados estimar as emissões desse poluente atmosférico.

Para estimar as emissões de CO₂ utilizaram-se ferramentas informáticas criadas e disponibilizadas no âmbito do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa (PGEE) que permitem estimar as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) [1]. De modo a concluir sobre a fiabilidade dos resultados obtidos e facilidade de utilização daquela ferramenta recorreu-se também a um método de cálculo que utiliza parâmetros específicos e compararam-se os resultados obtidos pelas duas metodologias.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA TESE

A Tese foi estruturada em seis capítulos. Após a Introdução, o segundo capítulo (Enquadramento do problema associado ao caso de estudo) faz uma caracterização da poluição atmosférica de origem antropogénica, que constitui a principal causa de emissão de CO₂.

O terceiro capítulo (Caso de estudo: Reduzir emissões de CO₂ em empresas do Grupo Soares da Costa) enquadra a necessidade de redução das emissões de GEE (nomeadamente do CO₂) no Grupo SDC. É feita a apresentação geral da empresa (áreas de negócio e principais indicadores de actividade) e das metodologias utilizadas, sendo apresentados e discutidos os resultados.

O quarto capítulo (Proposta para reduzir emissões de CO₂ em empresas do Grupo Soares da Costa) apresenta as propostas para reduzir as emissões de CO₂ nas empresas do Grupo SDC.

O quinto capítulo (Conclusões) apresenta as conclusões gerais obtidas.

O sexto capítulo (Anexos) apresenta informações complementares tais como o Organigrama do Grupo SDC e os cálculos de suporte à estimativa das emissões de CO₂.

2. ENQUADRAMENTO DO PROBLEMA ASSOCIADO AO CASO DE ESTUDO

2.1. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

2.1.1. ABORDAGEM GERAL

A libertação de gases para a atmosfera já acontecia antes do aparecimento do Homem através de fenómenos naturais como as erupções vulcânicas, incêndios florestais de origem natural, processos biológicos variados, entre outros, sendo este tipo de emissões classificadas como emissões poluentes de origem natural. À excepção das erupções vulcânicas de grande intensidade, as restantes fontes naturais de emissões de poluentes não interferem de modo significativo no equilíbrio atmosférico do planeta.

Contudo, com o aparecimento do Homem e consequente descoberta pelo mesmo do fogo e já mais tarde de combustíveis fósseis como o carvão, petróleo e gás natural, surgiu um

novo tipo de emissões, designadas emissões atmosféricas antropogénicas. Com o surgimento daquelas novas formas de energia surgiram os transportes e os processos industriais que provocaram grandes mudanças na forma como o Homem se passou a deslocar e ainda no desenvolvimento de novas tecnologias para a produção de variados bens tais como alimentação e energia. Daqui resulta a emissão de poluentes que, também por combinação com os constituintes naturais do ar, alteram a constituição natural da atmosfera. Essas substâncias poluentes podem ter maior ou menor impacto na qualidade do ar, devido à existência de vários factores importantes como a sua composição química, concentração na massa de ar em causa e condições meteorológicas [2].

Os principais poluentes que se encontram na atmosfera são as partículas ($PM_{2,5}$ e PM_{10})¹, o monóxido de carbono (CO), o dióxido de carbono (CO_2), o metano (CH_4), os óxidos de azoto (NO_x), os óxidos de enxofre (SO_x), os compostos orgânicos voláteis (COV), o ozono troposférico (O_3), os clorofluorcarbonetos (CFC) e o hexafluoreto de enxofre (SF_6). Todos eles se encontram no ar, em maior ou menor quantidade, mas todos eles podem ser transportados de um local para outro, tornando assim a poluição do ar na forma de poluição em que os efeitos se verificam a uma maior escala dada a facilidade de transporte dos poluentes na atmosfera [3].

2.1.2. CAUSAS

As principais fontes emissoras dos poluentes anteriormente referidos são a queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) nos transportes e nos processos de aquecimento e produção de energia a nível doméstico e industrial, a agricultura e o tratamento de resíduos. A emissão dos poluentes atmosféricos para o ar tornou-se num problema devido à elevada quantidade que tem vindo a ser libertada para a atmosfera que não tem capacidade para dar resposta e assim repor as quantidades aceitáveis dos mesmos.

É importante referir que os poluentes químicos atmosféricos não são a única forma de poluir a atmosfera. Existem outras formas de poluição atmosférica tais como odores e ruído, que também se tornam indesejáveis [3].

¹ A notação numérica colocada em índice é utilizada para indicar o diâmetro aerodinâmico máximo dessas partículas.

2.1.3. CONSEQUÊNCIAS

Dada a repercussão global da poluição do ar, são vários os problemas que daí advêm e que têm efeitos nefastos no meio ambiente. São vários os fenômenos que surgiram em consequência de elevados níveis de poluição do ar, como o nevoeiro fotoquímico (*smog*), a depleção da camada de ozono, a acidificação das chuvas e as alterações climáticas consequência do efeito de estufa [3].

Em seguida serão apresentados de uma forma breve os principais problemas que surgiram no ambiente em consequência do aumento das concentrações de poluentes na atmosfera.

O nevoeiro fotoquímico ou *smog* é mais comum em regiões urbanas e na época de Verão; assemelha-se a uma neblina de tonalidade escura e a baixa altitude, sendo provocado por reacções fotoquímicas (envolvem a luz solar) em que intervêm compostos como os NO_x e compostos orgânicos provenientes essencialmente da queima de combustíveis fósseis utilizados nos transportes (ver Figura 1) [3] [4].

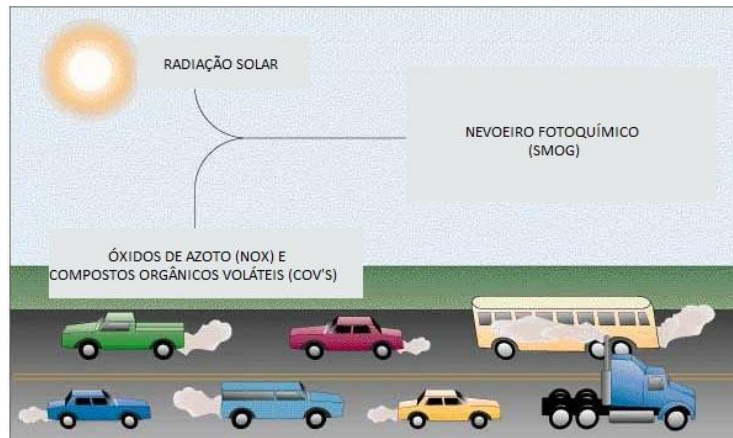


Figura 1 Exemplo ilustrativo da formação do nevoeiro fotoquímico (adaptada) [Fonte: <http://apesnature.homestead.com>]

A depleção da camada de ozono consiste na diminuição da concentração deste elemento na estratosfera o que expõe a superfície terrestre à radiação ultravioleta que é nociva a todos os seres vivos. Este fenómeno é provocado essencialmente por CFC libertados para a atmosfera que, através de reacções fotoquímicas, vão provocar a libertação do cloro que irá fazer com que a concentração de ozono diminua facilitando a chegada à superfície da radiação solar ultravioleta (ver Figura 2) [3] [4] [5].

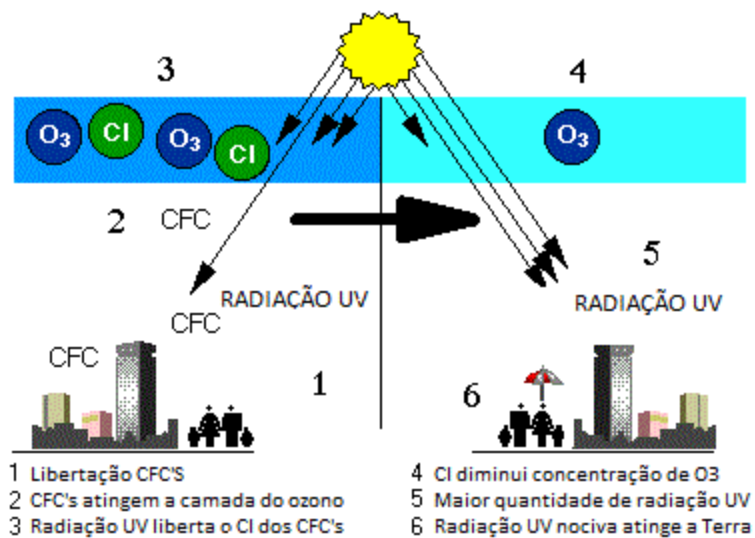


Figura 2 Exemplo ilustrativo da depleção da camada de ozono (adaptada) [4]

A acidificação das chuvas é originada pela libertação para a atmosfera de quantidades elevadas principalmente de NO_x e dióxido de enxofre (SO₂), emitidas essencialmente através da queima de combustíveis fósseis. Estes poluentes reagem com a água e o oxigénio existentes na atmosfera formando compostos com propriedades ácidas. Deste fenómeno resultam dois tipos de deposição: a deposição húmida, que se refere à ocorrência de chuva, nevoeiro ou neve com propriedades ácidas e acontece preferencialmente em climas mais húmidos; e a deposição seca em que as substâncias ácidas formadas na atmosfera se combinam com material particulado e/ou fumo e atingem o solo e todos os elementos nele existentes. Estes fenómenos têm efeitos negativos nos ecossistemas e nos materiais (ver Figura 3) [3] [4] [5].

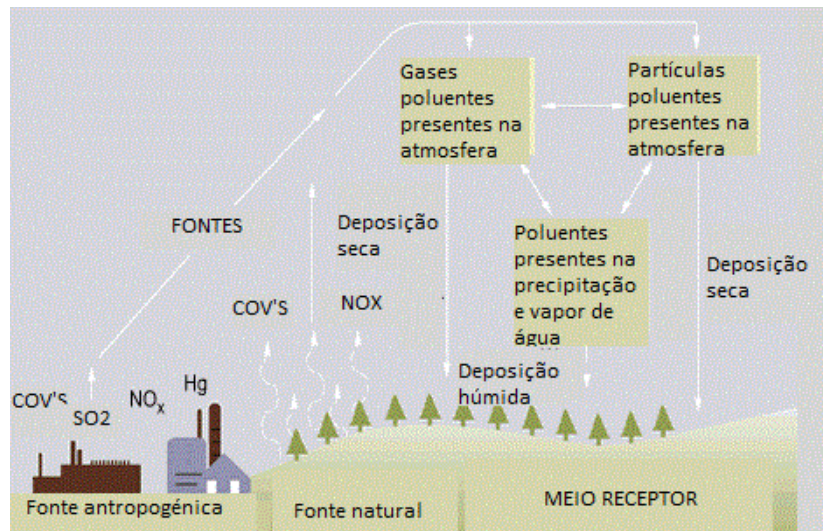


Figura 3 Exemplo ilustrativo do fenómeno da acidificação das chuvas (adaptada) [4]

E por último, o efeito de estufa é outro fenómeno que ocorre devido ao aumento da concentração de determinados poluentes na atmosfera terrestre, denominados por gases com efeito de estufa (GEE), dos quais os mais importantes são CO_2 , CH_4 , óxido nítrico (N_2O), hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorcarbonetos (PFC) e SF_6 .

Estes gases presentes em quantidades acima do normal na atmosfera terrestre surgem como um obstáculo à reflexão de parte da radiação solar para o espaço, fazendo com que esta fique retida aumentando a temperatura da superfície terrestre. O efeito de estufa é fundamental para manter o planeta aquecido a temperaturas adequadas e criar condições de vida aos seres vivos. No entanto, a ampliação deste fenómeno cria um desequilíbrio no planeta e faz com que a temperatura média da atmosfera aumente, sendo este fenómeno mais conhecido por aquecimento global (ver Figura 4) [3] [4] [5].

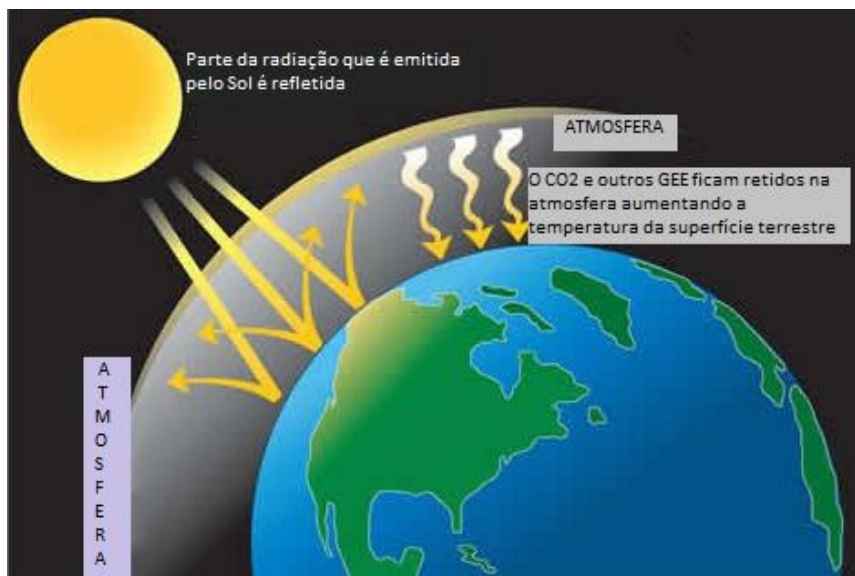


Figura 4 Exemplo ilustrativo do efeito de estufa na superfície terrestre (adaptada) [Fonte: <http://pasmajaya.files.wordpress.com>]

2.1.3.1. CONSEQUÊNCIAS DO AQUECIMENTO GLOBAL

O fenómeno do aquecimento global, uma das grandes consequências do efeito de estufa, provocou alterações no sistema climático do planeta e existem hoje evidências científicas inequívocas e inegáveis de que o clima está a mudar.

O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*) é a principal entidade internacional que avalia as alterações climáticas e os seus potenciais impactos ambientais e sócio-económicos, reúne centenas de cientistas de todo o mundo e está integrada nas Nações Unidas. Os seus esforços na divulgação de informação e na apresentação de medidas de combate às alterações climáticas mereceram a atribuição do Prémio Nobel da Paz em 2007.

Esta organização tem vindo a divulgar informação científica relativa às alterações climáticas sendo compilada e comunicada através da publicação periódica de relatórios. O relatório mais recente (4º Relatório do IPCC) intitula-se de “*Climate Change 2007*” tendo sido divulgado em Fevereiro de 2007. Nele se reafirmam as evidências claras de que o clima está a mudar, identificando-se explicitamente as emissões antropogénicas de GEE como o factor determinante para o aquecimento do planeta, desde 1750 [6].

É importante esclarecer o que o IPCC entende por *alteração climática*. Para esta organização, alteração climática refere-se a “uma mudança no estado do clima, de origem natural ou resultado da actividade antropogénica, que pode ser identificada através de alterações na média e/ou na variabilidade das suas propriedades e que persiste por um longo período de tempo, normalmente décadas ou mais” [6].

A seguir, destacam-se as principais alterações verificadas no clima que são relatadas no 4º Relatório do IPCC.

- Aumento de $0,74 \pm 0,18^\circ\text{C}$ na temperatura global média do planeta desde o final do Século XIX;
- Subida de 17 cm do nível médio do mar ao longo do século XX;
- Diminuição em 10% da cobertura de neve desde o final dos anos 1960 nas médias e altas latitudes do Hemisfério Norte. Durante este período, quase todos os glaciares de que há registos em regiões não polares retrocederam. Quase dois terços dos glaciares dos Himalaias retrocederam na última década e os dos Andes têm vindo a retroceder drasticamente ou desapareceram;
- Ocorrência dos anos mais quentes nos últimos 12 anos desde que existem registos (1850) sendo 1998 e 2005 os dois anos mais quentes;
- Aumento da temperatura média anual do Ártico a uma taxa duas vezes superior à do resto do mundo nas últimas décadas e a extensão da cobertura de neve naquela zona reduziu-se em 10% nos últimos 30 anos;
- Deslocação de algumas espécies de plantas da região dos Alpes para altitudes superiores a um ritmo de 1 a 4 metros por década. Espécies que sobrevivem apenas no topo das montanhas, já desapareceram. Foram observadas alterações nas migrações de aves, no crescimento de colheitas e no movimento de insectos sensíveis ao frio para latitudes superiores [6].

2.1.4. PROGRAMAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS PARA FAZER FACE AO PROBLEMA DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Como já foi evidenciado nos capítulos anteriores, a poluição atmosférica tornou-se num problema global, afectando directa ou indirectamente toda a população, por isso é exigida a tomada de medidas que visem a redução das emissões de poluentes, em especial os GEE. A seguir, serão apresentados os principais instrumentos postos em prática nos últimos tempos a nível internacional e nacional para atingir esse objectivo.

O Protocolo de Quioto foi celebrado na cidade japonesa com o mesmo nome e elaborado pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*) no âmbito da *Cimeira da Terra* decorrida na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. Foi criado com o objectivo de obter a “estabilização da concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera a um nível que evitaria uma interferência perigosa no sistema climático” [7]. Instituiu um conjunto de regras que regulam a redução das emissões de GEE e estabelece limites legais às emissões em cerca de 37 países. Cada país possui um limite específico de emissões, que representam, no seu conjunto, uma redução global de 5,2% no período 2008-2012, relativamente aos níveis observados em 1990. Os GEE abrangidos por este Protocolo são o CO₂, o CH₄, o N₂O, os HFC, os PFC e o SF₆. Foi adoptado em 11 de Dezembro de 1997 e entrou em vigor em 16 de Fevereiro de 2005 [8].

No âmbito do Protocolo de Quioto, Portugal assumiu o objectivo de limitar o aumento das suas emissões de GEE em 27%, no período de 2008-2012, relativamente aos valores de 1990. Para cumprir este objectivo, constituem instrumentos fundamentais:

- O Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC): define um conjunto de políticas e medidas internas para redução das emissões de GEE de vários sectores de actividade;
- O Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE): aplicável a um conjunto de instalações fortemente emissoras de GEE, e como tal incluídas no Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE);

- O Fundo Português de Carbono: estipula o desenvolvimento de actividades para a obtenção de créditos de emissão de GEE, designadamente através do investimento em mecanismos de flexibilidade do Protocolo de Quioto [9].

2.1.5. EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA

2.1.5.1. A NÍVEL GLOBAL

Segundo o 4º Relatório do IPCC as emissões globais antropogénicas de GEE (o IPCC considera o CO₂, CH₄ e N₂O como os mais importantes) têm aumentado desde a Era Pré-Industrial, em cerca de 70% entre 1970 e 2004 [6].

O CO₂ é o GEE que mais contribui para as emissões globais sendo que estas aumentaram cerca de 80% no período de 1970-2004, de 21 para 38 gigatoneladas (Gt). Em 2004, as emissões deste poluente representaram 77% do total das emissões antropogénicas de GEE no planeta (ver Figura 5 (a)). A queima de combustíveis fósseis (principalmente para os transportes e indústria) e a desflorestação são as principais actividades que contribuem para este facto (ver Figura 5 (b)) [6].

Por outro lado, o CH₄ ocupa o 2º lugar em termos de contribuição para as emissões globais, sendo a agricultura, o tratamento de resíduos e a energia os principais sectores que contribuem para a sua libertação para a atmosfera terrestre (ver Figura 5 (a)). As emissões globais do CH₄ representaram em 2004 14,3% das emissões globais de GEE (ver Figura 5 (b)) [6].

Por último, mas não menos importante, aparece o N₂O com uma pequena contribuição nas emissões globais de GEE, sendo emitido principalmente pelo sector da agricultura (ver Figura 5 (a)) [6].

Em 2004, os sectores de actividade que mais contribuíram para as emissões globais de GEE foram os sectores da energia (25,9%), indústria (19,4%), silvicultura (incluindo desflorestação) (17,4%), agricultura (13,5%) e transportes (13,1%) (ver Figura 5 (c)) [6].

O impacto que os vários GEE têm na atmosfera, nomeadamente no fenómeno do aquecimento global, varia devido à diferença que existe no potencial de aquecimento global (PAG) dos mesmos. O PAG de um GEE é uma medida que traduz quanto é que este contribui para o aquecimento global; é calculado para um intervalo de tempo específico, sendo que o IPCC apresenta 20, 50 e 100 anos como as suas escolhas. No 4º Relatório do IPCC foram utilizados os PAG para um horizonte temporal de 100 anos (ver Tabela 1).

Tabela 1 Potencial de aquecimento global dos três GEE mais importantes [8]

GEE	Potencial de aquecimento global
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

A influência que cada um dos GEE tem no aquecimento global é expressa numa unidade de medida comum adoptada internacionalmente; baseia-se no PAG dos GEE, e designa-se por CO₂ equivalente (CO_{2e}). A emissão de um determinado GEE expressa em CO_{2e} representa a quantidade de CO₂ que seria emitida para a atmosfera se esse GEE fosse emitido como o CO₂ e obtém-se multiplicando a emissão do GEE pelo respectivo PAG. Se se tratar de uma mistura de vários GEE as emissões de CO_{2e} obtém-se através da soma das emissões de CO_{2e} de cada um deles.

A Figura 5 (a) apresenta as concentrações globais anuais dos principais GEE desde 1970 até 2004 (CO_{2e} em Gt).

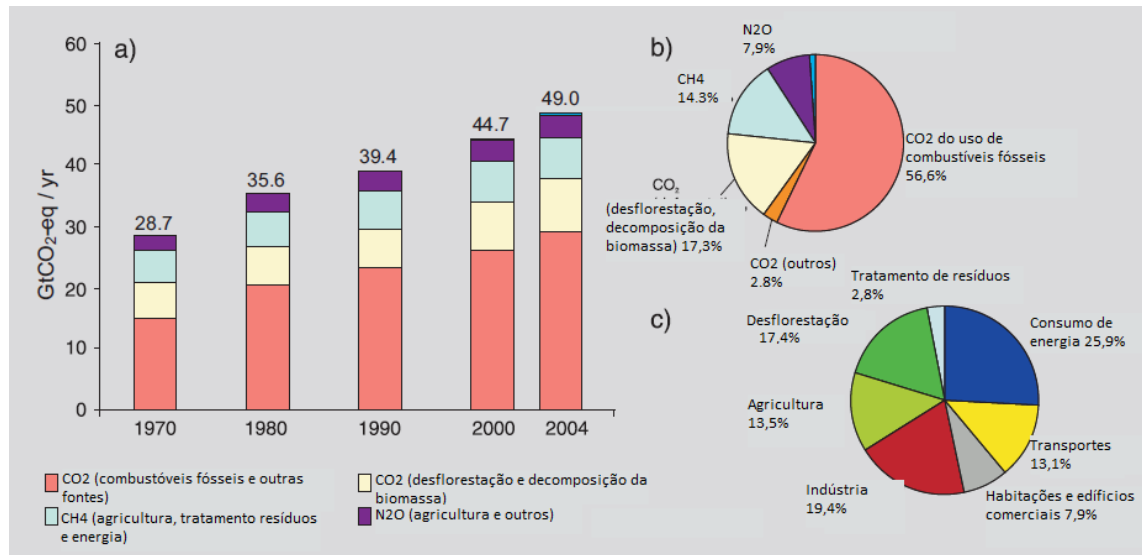


Figura 5 (a) Emissões globais antropogénicas de GEE no período 1970-2004 (CO₂e em Gt)
 (b) Contribuição dos diferentes GEE em 2004 (c) Contribuição dos diferentes sectores de actividade em 2004 (silvicultura inclui desflorestação) (adaptada) [5]

As elevadas concentrações de GEE na atmosfera terrestre conduzem a alterações no sistema climático do planeta propiciando a ocorrência de diferentes acontecimentos principalmente ao nível da temperatura global da superfície terrestre, oceanos, ecossistemas e saúde humana. As consequências não serão as mesmas em todas as zonas do planeta, sendo os países em desenvolvimento e as populações que vivem em zonas áridas ou semi-áridas, zonas costeiras ou pequenas ilhas os mais afectados devido à sua vulnerabilidade à exposição.

Se as emissões de GEE não foram reduzidas, os modelos climáticos prevêem que a temperatura global da superfície terrestre subirá 1,8 a 4°C entre 1999 e 2100, sendo a amplitude do aquecimento variável de região para região. Mesmo que as concentrações de GEE na atmosfera se mantivessem aos níveis verificados no ano 2000, seria esperado um aumento entre 0,1 e 0,9 °C. Prevê-se que fenómenos climáticos extremos, como secas e cheias, aumentem de frequência e intensidade. Com o aumento da temperatura global é esperado um aumento das ondas de calor e de períodos de precipitação extrema [10].

Segundo o 4º Relatório do IPCC, o nível médio das águas do mar pode subir até 59 centímetros, até 2100, devido sobretudo à expansão térmica das camadas superficiais dos oceanos, mas também ao degelo dos glaciares. Este aumento provocará a inundação pela água do mar de zonas costeiras e de pequenas ilhas e proporcionará a intrusão salina que

afectará a qualidade das águas interiores. Os padrões de circulação oceânica tendem a alterar-se e afectarão negativamente a produtividade biológica e a disponibilidade de nutrientes, bem como a estrutura e as funções dos ecossistemas marinhos [6].

No que diz respeito aos ecossistemas e biodiversidade, a composição e a distribuição geográficas destes irá alterar-se. Pode ocorrer extinção das espécies que não conseguirem adaptar-se de forma suficientemente rápida [10].

Segundo o 4º Relatório do IPCC, 20 a 30% de todas as espécies podem vir a ser extintas face a um aumento da temperatura média global entre 1,5°C e 2,5 °C [6].

2.1.5.2. A NÍVEL DE PORTUGAL

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) elabora e publica anualmente o Relatório do Estado do Ambiente (REA). Trata-se de um documento que constitui uma ferramenta importante na “comunicação do desempenho ambiental do país, sendo importante na definição, execução e avaliação das políticas de ambiente” [11].

Depois de concluído, o REA é apresentado à Assembleia da República para suportar o processo de tomada de decisão política na área do ambiente. A última edição disponível refere-se ao ano de 2008; baseia-se em 33 indicadores-chave e pretende transmitir ao leitor um retrato global do estado do ambiente ao longo dos últimos anos. A informação que se encontra a seguir foi retirada do REA de 2008. No período 1990-2007 as emissões de GEE (nomeadamente CO₂, o CH₄ e o N₂O) provenientes dos transportes aumentaram cerca de 94% e as resultantes da produção e transformação de energia cerca de 23% [11]. Este documento afirma ainda que naquele período as emissões de GEE em Portugal aumentavam a um ritmo médio de 2% por ano, tendo-se verificado um crescimento significativo das emissões entre 1995 e 1999 [11].

No ano de 2007, o sector da energia foi responsável por 70% das emissões totais de GEE. A produção e transformação da energia, a indústria e os transportes foram as principais actividades para que este sector fosse o maior responsável pelas emissões de GEE naquele ano (ver Figura 6). A (ainda!) grande dependência de Portugal dos combustíveis fósseis para satisfação das suas necessidades energéticas é a principal causa para este facto. Outros

sectores como a agricultura, o tratamento de resíduos, os processos industriais e o uso de solventes foram responsáveis pelas restantes emissões de GEE em Portugal em 2007 (ver Figura 6).

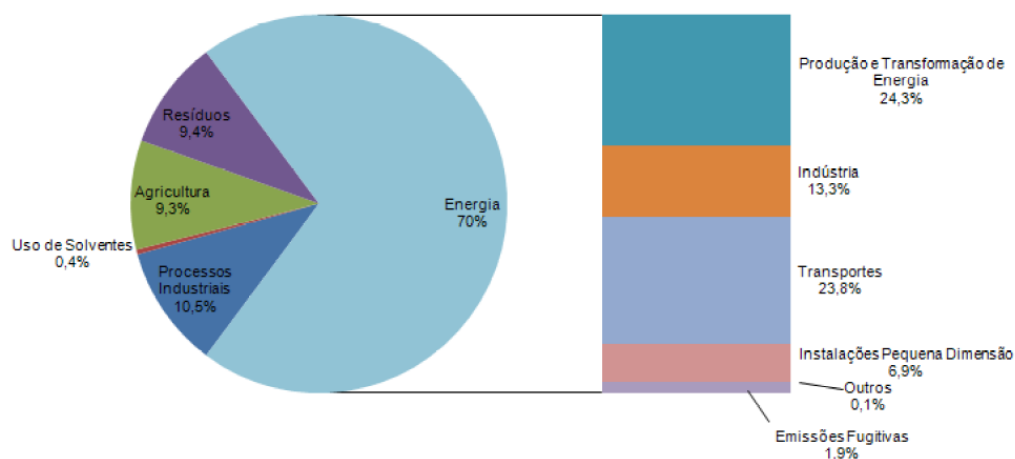


Figura 6 Emissões de GEE em Portugal em 2007, por sector de actividade [11]

No âmbito do tratado internacional “Protocolo de Quioto” Portugal comprometeu-se a limitar o aumento das suas emissões de GEE em cerca de 27%, no período de 2008-2012, relativamente aos valores observados em 1990. No entanto, desde 1990 que as emissões de GEE se encontram acima da meta estabelecida atingindo os valores mais elevados no período 2000-2005 (ver Figura 7). Segundo o REA, em 2007 as emissões de GEE situavam-se 37% acima do valor de 1990, ou seja, 10% acima do limite estabelecido para 2008-2012. Este acréscimo resulta de um aumento, entre 1990 e 2007, de 44% e 27% das emissões de CO₂ e CH₄, respectivamente. As emissões de N₂O diminuíram 5% face a 1990.

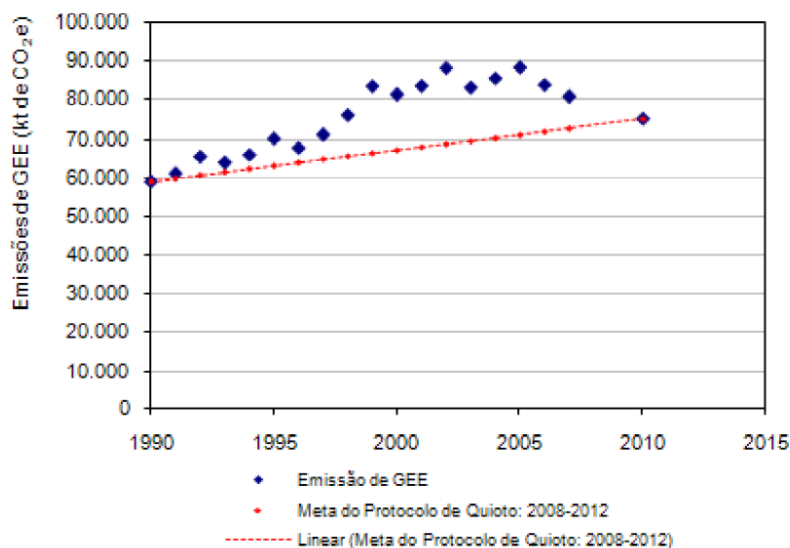


Figura 7 Emissões de GEE no período 1990-2007 vs Meta do Protocolo de Quioto estabelecida para Portugal [11]

No período 1990-2007 o GEE mais emitido para a atmosfera em Portugal foi nitidamente o CO₂ atingindo o pico máximo em 2005 representando aproximadamente cerca de 80% do total das emissões de GEE naquele ano. A partir de 2005 as concentrações deste GEE têm vindo a diminuir ligeiramente, no entanto, em 2007 ainda representavam cerca de 78% do total de emissões, seguido do CH₄ com 16% e do N₂O com 6% (ver Figura 8) [11].

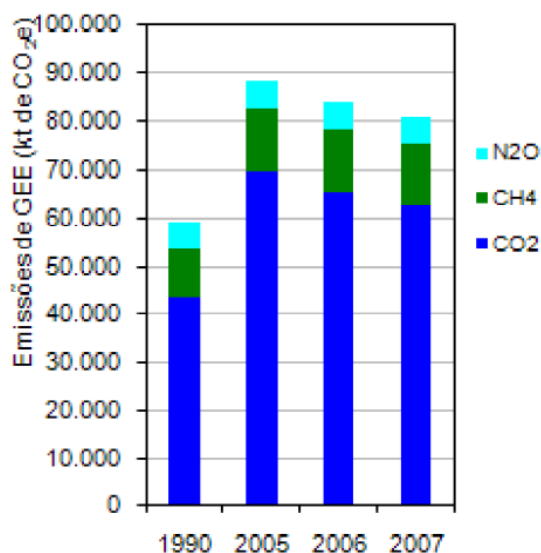


Figura 8 Emissões de GEE, por poluente (CO₂, CH₄ e N₂O), em Portugal no período 1990-2007 [11]

2.1.6. DIÓXIDO DE CARBONO – UM PROBLEMA GLOBAL!

O dióxido de carbono (CO₂) é um gás existente na atmosfera que pode ser emitido por fontes naturais e por fontes antropogénicas. Existe na atmosfera de forma natural devido ao ciclo do carbono em que este é removido pelos oceanos e através do crescimento das plantas, sendo emitido através de processos naturais. Assim, existiria equilíbrio de CO₂ na atmosfera dado que as quantidades que são emitidas e removidas serem praticamente iguais. Outra fonte natural deste gás, embora com uma contribuição bastante pequena, são as erupções vulcânicas que libertam carbono das rochas profundas da crosta terrestre.

Como foi referido anteriormente, a queima de combustíveis fósseis para a utilização nos transportes e no sector industrial são as principais fontes antropogénicas de emissão de CO₂ na atmosfera. A desflorestação é outra actividade que também conduz ao aumento da concentração deste gás no planeta.

A partir da 1ª Revolução Industrial tem-se verificado um aumento acelerado da concentração de CO₂. Este aumento foi de tal forma veloz que a concentração deste GEE no período entre 1870 e 2006 aumentou 95 ppmv² ao passo que nos 8000 anos anteriores esse aumento chegou apenas aos 20 ppmv [12].

A seguir apresenta-se a evolução da concentração de CO₂ na Terra desde o ano de 1800 e a respectiva previsão até 2100 relacionando-se com o aumento da temperatura média terrestre (ver Tabela 2).

² Partes por milhão (em volume): Medida de concentração utilizada quando se trata de soluções muito diluídas. Indica que em cada m³ de ar existe 1 mL de um determinado gás.

Tabela 2 Evolução da concentração de CO₂ e da temperatura média na Terra (adaptada) [12]

Ano	Concentração de CO ₂ (ppmv)	Temperatura média (°C)
1800 (Pré-Revolução Industrial)	280	15
1870 (1ª Revolução Industrial)	280	15
1950	305	15,2
1970	325	15,2
1988	350	15,5
2000	360	15,8
2006	375	16,0
2050	≈550	Até 17,2
2100	Até ≈800	Até ≈19,2

Se a concentração de CO₂ não estabilizar nos 550 ppmv e estas continuarem a subir até 2100 os fenómenos extremos consequência das alterações climáticas previstos no Capítulo 2.1.3.1 acabarão por se verificar [12]. Por isso, é urgente reunir esforços para a redução da concentração de CO₂ na atmosfera de modo a não comprometer as condições de vida no planeta às gerações vindouras.

2.1.7. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SECTOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O sector da construção civil constitui uma pequena parte da totalidade das fontes de emissão de CO₂ com origem no sector industrial. Neste sector são desenvolvidas inúmeras actividades que libertam CO₂ (e outros poluentes), contribuindo assim para o aumento da concentração do mesmo na atmosfera.

Trata-se de um sector de elevada importância e de âmbito bastante alargado na medida em que é responsável pela construção de infra-estruturas importantes para a vida da sociedade em áreas variadas como por exemplo as vias de comunicação e transporte, a saúde, a educação, os serviços, o desporto e lazer e o ambiente.

No sector da construção civil destacam-se as seguintes actividades: utilização de maquinaria diversa para processamento de materiais, transporte de materiais, produtos e

recursos humanos, geração de energia eléctrica, utilização de refeitórios e uso de equipamentos eléctricos variados principalmente em edifícios de sede e escritórios.

Para o desenvolvimento das actividades mencionadas anteriormente, sem excepção, é necessário haver consumo de energia. As fontes de energia mais comuns utilizadas nestas actividades são os combustíveis derivados do petróleo (gasóleo e gasolina), o gás natural e a electricidade. Como já foi referido anteriormente, a queima de combustíveis fósseis e/ou seus derivados e a produção de energia para posterior utilização faz com que haja emissão de grandes quantidades de poluentes para a atmosfera e um deles é o CO₂. As emissões deste GEE podem ser classificadas em dois tipos: emissões directas e emissões indirectas. As primeiras são aquelas que são provenientes de fontes que operam no local de utilização das mesmas como as emissões derivadas da combustão de caldeiras, fornos, combustíveis utilizados em veículos da empresa, emissões de processo derivadas da produção de químicos. As segundas são as que decorrem de actividades no local de operação dos equipamentos, mas que ocorrem em fontes localizadas exteriormente, como por exemplo as emissões de GEE provenientes da produção de electricidade numa central termoeléctrica; depois de a electricidade ser produzida esta é comprada, transportada e finalmente consumida na utilização de equipamentos eléctricos diversos.

De modo a promoverem valores de sustentabilidade e particularmente reduzirem as suas emissões de CO₂ é importante que as empresas deste sector possuam grupos de trabalho destinados à realização desta missão. De uma forma sumária, estes devem proceder à contabilização das suas emissões de CO₂ (e se possível também de outros GEE) de modo a conhecerem a realidade das empresas e poderem assim determinar quais as actividades por estas desenvolvidas que podem ser alvo de atenção especial para assim se formularem e aplicarem medidas de controlo das emissões deste GEE.

3. CASO DE ESTUDO: REDUZIR EMISSÕES DE CO₂ EM EMPRESAS DO GRUPO SOARES DA COSTA

3.1. APRESENTAÇÃO GERAL DO GRUPO SOARES DA COSTA

A Soares da Costa (SDC) consiste num grande grupo no sector da construção civil e obras públicas em Portugal que engloba um alargado conjunto de empresas ligadas ao sector bem como outras áreas de negócio relacionadas com o processo de construção.

A empresa foi fundada no ano de 1918 na cidade do Porto, a partir de um pequeno grupo de dez trabalhadores, por José Soares da Costa, uma personalidade marcante da época na expansão do sector industrial em Portugal. Mais tarde, nos anos 40/50 a empresa cresce e executa obras de maior responsabilidade e especialização, destacando-se principalmente nas áreas da serralharia, carpintaria e sanitária. Nas décadas de 60 e 70, a SDC expande-se e cresce ainda mais no sector da construção civil e obras públicas tornando-se líder no

sector em Portugal. Com forte actividade na zona Norte do país alarga a sua actividade ao resto do país, instalando-se nas regiões de Lisboa, Algarve e nas regiões autónomas da Madeira e dos Açores. Nesta época é feito também um forte investimento em novas técnicas e equipamentos tornando-se numa grande referência entre as empresas de construção em território português.

Já estabelecida uma posição de destaque no sector da construção civil e obras públicas em Portugal Continental e Regiões Autónomas, nos anos 80 a SDC procura novos mercados e a Venezuela torna-se no primeiro país em que esta se instala a nível internacional. Seguiram-se mais tarde os mercados do Egipto, Guiné-Bissau, Angola, Nigéria, Moçambique, Iraque, Argélia, Guiana, Cabo Verde, Macau, Espanha, Alemanha e Estados Unidos. Na década de 90 a empresa fortalece ainda mais a sua posição de líder no sector da construção civil e obras públicas e continua o seu crescimento apostando em obras especializadas como pontes e viadutos. Nesta altura é também preparado um programa de reestruturação funcional e diversificação da actividade da empresa, a autonomização jurídica de alguns sectores e a participação em novas áreas de negócios nomeadamente as concessões.

Finalmente, no final de Dezembro de 2002 ocorre oficialmente a reestruturação da SDC tornando-se numa *holding* ou também denominada por Sociedade Gestora de Participações Sociais (SGPS) passando a designar-se Grupo Soares da Costa SGPS, SA Do resultado dessa reestruturação, este grupo empresarial dividiu-se em quatro *sub-holdings*, ou seja, quatro empresas criadas para gerir diferentes áreas de negócio: a Soares da Costa Construção, SGPS, SA, a Soares da Costa Indústria, SGPS, SA, a Soares da Costa Concessões, SGPS, SA e a Soares da Costa Imobiliária, SGPS, SA, que irão ser apresentadas a seguir.

3.2. ÁREAS DE NEGÓCIO DO GRUPO SOARES DA COSTA

3.2.1. SOARES DA COSTA CONSTRUÇÃO



A *sub-holding* Soares da Costa Construção, SGPS, SA executa obras de construção civil, engenharia e infra-estruturas através de um grande número de empresas dedicadas a este sector. As empresas que fazem parte desta *sub-holding* podem ser consultadas no Anexo A.

Possui um vasto portfólio de obras concluídas em diversas áreas como a saúde, a educação, ambiente, vias de comunicação e transportes, habitação, energia e minas, desporto e lazer, turismo e restauro e remodelação de edifícios.

É importante referir que esta área de negócio é, das quatro que foram criadas no âmbito da reestruturação da empresa em 2002, a que representa o maior volume de negócios, cerca de 86% do volume total consolidado [13] [14] [15].

3.2.2. SOARES DA COSTA INDÚSTRIA



A *sub-holding* Soares da Costa Indústria, SGPS, SA detém as participações sociais em empresas que se dedicam à actividade industrial, principalmente nas áreas da serralharia, metalo-mecânica, hidráulica, e infra-estruturas ferroviárias e marítimas. As empresas que fazem parte desta *sub-holding* podem ser consultadas no Anexo A. Estas possuem actividade principalmente em Portugal mas também no estrangeiro, nomeadamente em Angola [14] [15].

3.2.3. SOARES DA COSTA CONCESSÕES



A *sub-holding* Soares da Costa Concessões, SGPS, SA detém as participações sociais na área de concessão de serviços e infra-estruturas públicas e presta apoio técnico às empresas participadas, quer na fase de concurso, quer no desenvolvimento dos respectivos negócios. As empresas que fazem parte desta *sub-holding* podem ser consultadas no Anexo A. As principais actividades destas são ao nível da concessão de vias rodoviárias, parques de estacionamento à superfície e subterrâneos, actividade industrial e prestação de serviços no mercado da água e de saneamento básico [14] [15].

3.2.4. SOARES DA COSTA IMOBILIÁRIA



A *sub-holding* Soares da Costa Imobiliária, SGPS, SA detém as participações sociais em empresas com actividade na área da promoção e gestão imobiliária e cabe-lhe a tarefa de definir as políticas de gestão nas empresas que dela fazem parte. As empresas que fazem parte desta *sub-holding* com actividade em Portugal mas também no estrangeiro e podem ser consultadas no Anexo A [14] [15].

3.3. PRINCIPAIS INDICADORES DE ACTIVIDADE DO GRUPO SOARES DA COSTA

Como já foi referido, tanto em Portugal como no estrangeiro, o ramo da construção é o que regista o maior volume de negócios da empresa, tendo em 2008 representado 86,4% do volume total. Seguem-se depois o ramo da indústria (7,6%), concessões (5,76%) e por último o ramo da imobiliária (0,2%) (ver Figura 9) [14].

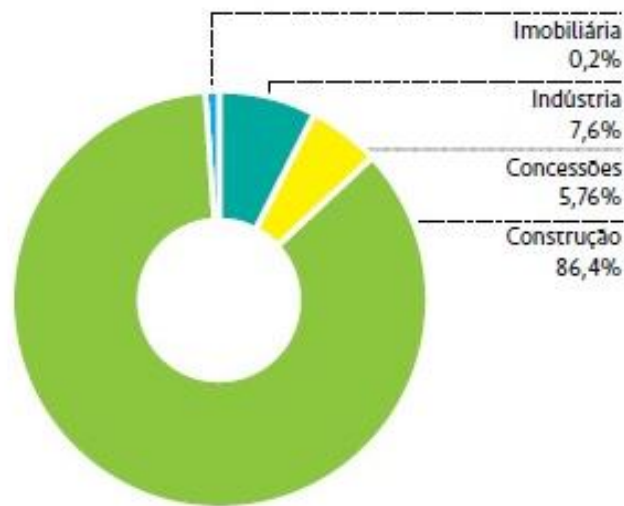


Figura 9 Volume de negócios por área de negócio [14]

Como também já foi referido anteriormente, a SDC após consolidar a sua posição de líder no sector da construção civil e obras públicas em todo o território português incluindo as Regiões Autónomas decidiu proceder à expansão internacional e conquistar novos mercados sendo a Venezuela o primeiro desses mercados no ano de 1980. Este constituiu o ponto de partida para que a actuação da empresa se alargasse a outros países tendo participado na construção de diversas obras de engenharia em quase todos os continentes Europa (Espanha, Alemanha e Roménia), África (Guiné-Bissau, Angola, Moçambique, Cabo Verde, Zaire, São Tomé e Príncipe, Egipto, Argélia e Congo), Ásia (Macau, Hong Kong e Iraque) e América (Estados Unidos da América, Guiana, Barbados, Honduras e Costa Rica) (ver Figura 10).

Actualmente, a nível internacional a SDC tem uma presença particularmente forte em Angola e nos Estados Unidos da América, no entanto, está presente em projectos noutros países como em Moçambique, São Tomé e Príncipe, Roménia, Costa Rica e Guiné-Bissau.



Figura 10 Mapa ilustrativo da presença internacional, já exercida e actual, do Grupo Soares da Costa
[13]

Nos últimos anos, a SDC foi responsável pela construção de importantes obras e infra-estruturas nos variados sectores da sociedade em Portugal e no estrangeiro. Em Portugal destacam-se o Cento Cultural de Belém em Lisboa, a Central Termoelectrica em Mortágua, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a Ponte Luís I (que liga o Porto e Vila Nova de Gaia) o Sistema de Metro Ligeiro na Área Metropolitana do Porto e o Aeroporto Sá Carneiro no Porto.

A nível internacional destacam-se o Aeroporto Internacional de Macau, as Torres de Madi na cidade do Cairo no Egipto e diversos complexos habitacionais no Iraque.

Em 2008, a actividade da SDC nos mercados nacional e estrangeiro foi distribuída praticamente de igual forma, tendo-se registado cerca de 50,1% do volume total de negócios da empresa em território nacional e os restantes 49,9 % em território internacional (ver Figura 11). Na Figura 11 o volume de negócios a nível internacional denominado por “Outros” é referente aos países Argélia, Marrocos, Tunísia, Israel, Costa Rica e França.

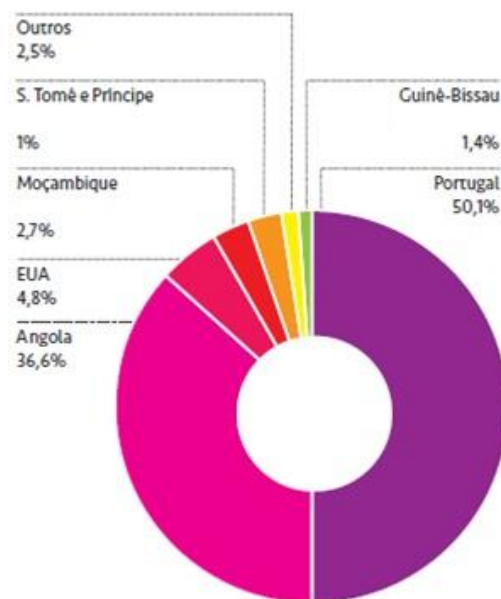


Figura 11 Volume de negócios por mercado geográfico de actuação (adaptada) [15]

3.4. DEFINIÇÃO DO OBJECTIVO E ÂMBITO DA TESE

Este Tese teve como objectivo principal a apresentação de propostas com vista à redução das emissões atmosféricas de CO₂ em empresas do Grupo SDC. Inicialmente previa-se que o objectivo da Tese compreendesse todas as empresas do Grupo SDC a operar em Portugal e no estrangeiro. No entanto, o âmbito foi limitado a um determinado número de empresas dado que o estudo estendido à totalidade das empresas do Grupo SDC não seria exequível no tempo estipulado para a sua realização e também haveria dificuldade na obtenção dos dados necessários para todas as empresas.

A Tese compreendeu três fases principais: numa primeira fase efectuou-se a caracterização/inventariação das fontes de emissão de CO₂ associadas ao desenvolvimento da actividade do Grupo SDC. De modo a auxiliar a tarefa do levantamento dessas emissões a SDC, representada pela co-orientadora desta Tese, teve um papel fundamental na medida em que disponibilizou a informação necessária para a estimativa das emissões totais de CO₂ do Grupo. É importante referir que a informação disponibilizada e que será utilizada na estimativa das emissões totais de CO₂ é referente ao ano de 2009.

Numa fase intermédia, já depois de conhecidas as emissões totais anuais deste GEE, foi feita uma análise do potencial de redução das mesmas, isto é, através da identificação das principais fontes emissoras onde se poderão implementar mudanças de modo a proporcionar uma redução mais eficiente nas emissões de CO₂.

Na última fase da Tese, foram apresentadas propostas com vista à redução dessas emissões, tendo sempre em conta a eficácia das mesmas a nível ambiental e nível económico; para isso, a par da apresentação dessas medidas apresenta-se informação relativa aos custos para o Grupo SDC associados à implementação das propostas apresentadas.

3.5. METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA CUMPRIMENTO DO OBJECTIVO PROPOSTO

A estimativa das emissões de CO₂ foi efectuada por duas metodologias. A primeira consistiu na aplicação das ferramentas informáticas disponibilizadas publicamente na *internet* no âmbito do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa (PGEE). A segunda metodologia consistiu na estimativa daquelas emissões com base em parâmetros específicos definidos na Decisão da Comissão de 18 de Julho de 2007 que estabelece orientações para a monitorização e a comunicação de informações relativas às emissões de gases com efeito de estufa, nos termos da Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho [16].

Na primeira metodologia apenas foi necessário introduzir os dados referentes aos consumos energéticos das actividades sendo posteriormente o cálculo das emissões de CO₂ efectuado de forma automática por aquelas ferramentas informáticas. A segunda metodologia baseia-se na estimativa elaborada através dos consumos energéticos das actividades e de outros parâmetros tais como factores de emissão dos diferentes tipos de energia consumida (electricidade, gasóleo, gasolina, gás natural, gás propano e gás butano).

A aplicação da segunda metodologia teve como objectivo principal avaliar o desempenho das ferramentas informáticas disponibilizadas pelo PGEE de aplicação muito mais simples.

A se confirmar efectivamente esse bom desempenho a utilização das ferramentas disponibilizadas pelo PGEE poderá ser feito de modo seguro.

Os dados disponibilizados e utilizados nesta Tese para a estimativa das emissões de CO₂ através das duas metodologias encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 Consumos energéticos por sector de actividade do Grupo Soares da Costa em 2009

<i>Sector de actividade</i>	<i>Âmbito do estudo</i>	<i>Tipo de energia consumida</i>	<i>Consumo energético (GJ)</i>
UF	Grupo SDC SGPS, SA	Electricidade	15843,4
		Gasóleo	2113,3
		Gás natural	2545,1
		Gás propano	844,6
Frota automóvel	Grupo SDC SGPS, SA	Gasóleo	32602,7
		Gasolina	775,4
Obras	Sociedade de Construções SDC SA Contacto - Sociedade de Construções, S.A CLEAR - Instalações Electromecânicas, S.A	Electricidade	15092,5
		Gasóleo	601477,6
		Gasolina	95,1
		Gás propano	435,2
		Gás butano	15,2

As emissões de CO₂ do Grupo SDC foram agrupadas em três categorias:

- Emissões nas UF: incluem as actividades que ocorrem nos seguintes locais:
 - Sede localizada na Rua Santos Pousada, 220, Porto (100% da área que é afectada à Sede)
 - Delegação de Lisboa (100%)
 - Estaleiro Norte situado em São Félix da Marinha, Vila Nova de Gaia
 - Carpintaria situada no Parque Industrial da Rechousa, Vila Nova de Gaia
 - Delegação da Madeira
 - Unidade de Apoio da Madeira
- Emissões pela frota automóvel: compreende as viagens de automóvel efectuadas a nível nacional pelos colaboradores do Grupo SDC em viaturas de serviço da empresa.

- Emissões nas obras: compreendem todas as actividades que se verificam nas obras pertencentes às empresas Sociedade de Construções Soares da Costa, Contacto - Sociedade de Construções, SA e CLEAR – Instalações Electromecânicas, SA, pertencentes à *sub-holding* Soares da Costa Construção SGPS, SA
Foram estas as empresas seleccionadas dado a sua elevada representatividade em número de obras na *sub-holding* Soares da Costa Construção SGPS, SA

A seguir estão apresentadas as duas metodologias e respectivos resultados, sendo posteriormente feita a análise desses resultados. Por último, foram retiradas as devidas conclusões no que diz respeito à utilização das ferramentas informáticas do PGEE. Posteriormente, passou-se ao objectivo principal: a proposta de medidas para reduzir as emissões de CO₂ resultantes das actividades desenvolvidas empresas do Grupo SDC.

3.5.1. METODOLOGIA DISPONIBILIZADA PELO PROTOCOLO DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA

O PGEE (em inglês *Greenhouse Gas Protocol Initiative*) foi publicado em Setembro de 2001, desenvolvido em parceria pelo *World Resources Institute (WRI)*³ e pelo *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*⁴, e pretende ser uma ferramenta de apoio às empresas que tencionam quantificar e comunicar as suas emissões de GEE para assim se construir uma estratégia eficaz na gestão e redução das mesmas.

O documento é composto por duas normas separadas embora estejam relacionadas entre si. A primeira norma denomina-se *GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standart*, publicada em Setembro de 2001, e consiste num guia onde se fornecem directrizes e se estabelece a metodologia para a elaboração de um inventário de GEE e compreende registos e relatórios dos GEE abrangidos pelo Protocolo de Quioto. O

³ ONG sem fins lucrativos constituída por uma equipa multidisciplinar que trabalha em 4 áreas: clima, energia e transportes, governo, mercados, pessoas e ecossistemas com o objectivo de proteger a Terra e melhorar a vida das pessoas.

⁴ Coligação de 170 empresas internacionais que promovem o desenvolvimento sustentável.

documento divide-se em onze capítulos apresentando casos de estudo reais e ilustrações para melhor compreensão dos passos que são enunciados.

O *GHG Protocol Project Quantification Standard* é a segunda norma do Protocolo, a elaborar futuramente e consistirá num guia para quantificar as reduções nas emissões de GEE resultantes da aplicação de projectos mitigantes das mesmas.

O objectivo principal do PGEE é a elaboração de um inventário dos principais GEE (CO₂, CH₄ e N₂O) de modo a quantificar as emissões atmosféricas destes poluentes que são resultado de várias actividades de uma determinada empresa. Assim, é possível conhecer a realidade da empresa na área das emissões atmosféricas e poder tomar decisões para mitigação das mesmas.

A metodologia apresentada pelo PGEE compreende a utilização de ferramentas informáticas disponibilizadas no *site* do *Greenhouse Gas Protocol Initiative* (disponíveis em www.ghgprotocol.org) que se encontram elaboradas de acordo com as propostas do IPCC. A utilização destas ferramentas específicas não é obrigatória mas é recomendada visto serem regularmente revistas e actualizadas por peritos e líderes industriais. Em alternativa, as empresas podem utilizar os seus próprios métodos desde que estejam de acordo com as normas existentes na primeira norma do PGEE [1].

O CO₂ é o GEE objecto de estudo desta Tese, no entanto, as ferramentas informáticas do PGEE também apresentaram resultados referentes às emissões de CH₄ e N₂O.

A metodologia do PGEE possui as seguintes etapas:

- Estabelecimento dos limites do inventário;
- Selecção de uma metodologia de cálculo para as emissões de GEE;
- Obtenção de dados da actividade;
- Aplicação das ferramentas informáticas;
- Registo dos dados das emissões de GEE.

Estas etapas serão descritas de uma forma sumária a seguir.

O estabelecimento dos limites do inventário consiste em determinar qual(ais) a(s) empresa(s) e actividades para as quais se pretende efectuar uma estimativa das emissões de

GEE. Esta etapa compreende a definição de dois tipos de limites: os limites organizacionais e os limites operacionais da empresa que é alvo do estudo.

A estrutura organizacional das empresas é variável e influenciada pela sua dimensão e diversidade de actividades. Pode, por um lado, constituir-se apenas por uma entidade empresarial ou, por outro lado, definir-se por um conjunto alargado de empresas integradas e controladas por uma grande empresa designando-se essa por empresa-mãe. Se se tratar de uma empresa que detém todas as suas actividades de negócio os seus limites organizacionais são a própria empresa a estudar. No entanto, no caso de se tratar de um grupo empresarial, existem duas abordagens diferentes para consolidar as emissões de GEE: a abordagem de participação de capital e a abordagem de controlo. Na abordagem de participação de capital o registo das emissões de GEE é influenciado consoante a participação de capital que a empresa-mãe detém sobre as empresas subsidiárias. Por isso, torna-se necessário conhecer essa percentagem de participação de capital de modo a produzir o inventário das emissões de GEE de forma correcta. Na abordagem de controlo a empresa responde pela totalidade das emissões de GEE que são consequência das actividades que controla. O PGEE não faz qualquer tipo de referência a qual das abordagens deve ser utilizada pelas empresas para elaborarem um inventário de emissões de GEE, cabendo às empresas decidir qual das abordagens se melhor adequa às suas actividades.

Definir limites organizacionais no caso de um grupo empresarial consiste em delimitar os ramos de actividade (se a empresa-mãe possuir várias áreas de negócio) e dentro destes quais as empresas que serão alvo do estudo de emissões de GEE.

Nesta Tese foram estimadas as emissões de CO₂ geradas no ano de 2009 por empresas do Grupo SDC. Assim, as empresas seleccionadas para a Tese constituem os limites organizacionais do inventário de GEE segundo o PGEE (ver Tabela 3).

Depois de se terem identificado os limites organizacionais do inventário é necessário definir os limites operacionais das empresas que serão alvo do estudo. A definição dos limites operacionais consiste em identificar os sectores de actividade da empresa que são susceptíveis de provocar emissões atmosféricas de GEE. Para as empresas objecto de estudo nesta Tese e segundo os dados que constam na Tabela 3 os limites operacionais são as UF, a frota automóvel e obras.

Como recomendado pelo PGEE, foram utilizadas as ferramentas informáticas disponíveis no *site* do mesmo, em formato de folha de cálculo Excel. Estas permitiram estimar as

emissões de GEE provenientes de actividades que envolvam combustão estacionária (*GHG Protocol tool for stationary combustion version 4.0*), provenientes do consumo de electricidade (*GHG Protocol tool for stationary combustion version 4.0*) e provenientes dos transportes (*GHG Protocol tool for mobile combustion version 2.0*)

A obtenção dos dados da actividade consistiu na aquisição dos dados dos consumos de energia verificados nas actividades emissoras de GEE no Grupo SDC. Os dados referentes às actividades desenvolvidas no Grupo SDC no ano de 2009 apresentam-se na Tabela 3.

As ferramentas informáticas que foram utilizadas encontram-se disponíveis no *site* do PGEE (é necessário fazer um registo simples do utilizador em <http://www.ghgprotocol.org/>), concretamente na secção *Calculation Tools – All tools*. Para além das ferramentas que foram utilizadas nesta Tese, existem outras específicas por sector de actividade industrial (por exemplo produção de alumínio ou produção de cimento).

A seguir, para cada uma das ferramentas informáticas foi descrito o que foi feito para obter os resultados finais que serão apresentados posteriormente. É importante referir que as ferramentas informáticas apresentaram os resultados das emissões atmosféricas por GEE (CO₂, CH₄ e N₂O) e também em termos de CO_{2e} (em toneladas). Podem também ser estimadas as emissões geradas pela utilização de biocombustíveis, ou seja, combustíveis de origem biológica (não fóssil) como por exemplo o biodiesel, o bioetanol, o biogás e a biomassa. Os resultados obtidos foram nulos dado não se utilizar este tipo de combustíveis nas empresas.

A ferramenta informática “*GHG Protocol tool for stationary combustion version 4.0*” [17] permitiu estimar as emissões de GEE com origem em actividades que envolvem combustão estacionária, ou seja, combustão que se processa em equipamentos que se encontram fixos num determinado local.

A utilização desta ferramenta iniciou-se com a selecção, dentro de um conjunto de opções, do sector de actividade em que se insere determinada fonte de emissão dos GEE bem como o tipo e designação do combustível que as origina. Seguiu-se depois a introdução do valor da quantidade de combustível consumido na actividade e da respectiva unidade energética.

Foi ainda necessário classificar o poder calorífico do combustível⁵ (PC) como superior (PCS) ou inferior (PCI). O primeiro contabiliza toda energia libertada na forma de calor e a energia gasta na vaporização da água que se forma numa reacção de combustão, enquanto que o segundo, apenas contabiliza a energia libertada na forma de calor. Foi utilizado o Poder Calorífico Superior (na ferramenta designado por *Higher*) pelo facto de contabilizar com todos os intervenientes na reacção de combustão dos combustíveis e assim tornar o processo mais rigoroso.

A ferramenta informática “*GHG Protocol tool for mobile combustion version 2.0.*” [18] permitiu estimar as emissões de GEE com origem nos transportes utilizados pela empresa. Os dados disponibilizados na Tabela 3 apenas se referem aos consumos energéticos verificados nas viaturas da frota automóvel do Grupo SDC, por isso, foram estimadas apenas as emissões provenientes dos transportes rodoviários.

A utilização desta ferramenta inicia-se pela descrição da fonte de emissão por região, modo de transporte, selecção do âmbito de registo⁶ e a forma como os dados disponíveis vão ser introduzidos. Foi escolhida mais uma vez a quantidade de combustível usado e por isso foi necessário conhecer qual o combustível utilizado nos transportes e a quantidade utilizada do mesmo. Com base no consumo energético verificado na frota automóvel do Grupo SDC foi calculado o volume de combustível consumido (m³). Os cálculos auxiliares efectuados encontram-se no Anexo B.

Para estimar as emissões de GEE provenientes do consumo de electricidade nas actividades das empresas do Grupo SDC utilizou-se a ferramenta informática “*GHG Protocol tool for stationary combustion version 4.0*” [19]. Esta ferramenta possui o mesmo nome que a primeira que foi apresentada, no entanto, o seu objectivo é diferente.

Identificou-se a categoria da emissão, a percentagem do consumo de electricidade por categoria e o país/região em que se realiza o estudo. Tendo em conta o tipo de dados

⁵ Poder calorífico do combustível: quantidade de energia libertada por unidade de massa (ou volume) de um combustível libertada na reacção de combustão do mesmo.

⁶ O PGEE introduz o conceito de “âmbito”, relaciona-o com as emissões directas e indirectas de GEE e classificam-se como sendo de Âmbito 1 e Âmbito 2, respectivamente. Referem-se ainda as emissões de Âmbito 3, de registo opcional, onde se incluem outras emissões indirectas de GEE, derivadas da extracção e produção de materiais comprados, transporte de combustíveis comprados e a utilização de produtos e serviços vendidos.

fornecidos, a percentagem de consumo energético foi considerada igual a 100% quer nas UF quer nas obras. A selecção do país/região justifica-se pelo facto de existirem parâmetros necessários à estimativa das emissões que variam com a localização da fonte de emissão dos GEE. Para Portugal, a ferramenta não permitiu a selecção da região o que originou a ausência de resultados de emissões de CH₄ e N₂O.

Foi também necessário caracterizar os dados do consumo de electricidade considerando o respectivo combustível utilizado, o consumo e a respectiva unidade de expressão. Foram usados os parâmetros para o ano mais recente disponível (2006). Considerou-se que a produção de electricidade se baseia em diferentes fontes energéticas. Estando os dados introduzidos, a ferramenta informática seleccionou o factor de emissão e estimou as emissões de CO₂ provenientes do consumo de electricidade nas actividades do Grupo SDC.

3.5.2. METODOLOGIA BASEADA EM PARÂMETROS ESPECÍFICOS

3.5.2.1. EMISSÕES DE COMBUSTÃO (INCLUI COMBUSTÃO ESTACIONÁRIA E FROTA AUTOMÓVEL)

A estimativa das emissões de CO₂ provenientes de combustão foi efectuada utilizando a Equação (1):

$$Emissões\ de\ CO_2 = DA \times FE \times FO \quad (1)$$

em que:

- *DA*: Dados da actividade refere-se ao consumo energético verificado durante o período de estudo, em unidades de energia (ver Tabela 3).
- *FE*: Factor de emissão traduz a quantidade de CO₂ libertada por cada quantidade de energia transformada ou queimada. Estes baseiam-se no teor de carbono dos combustíveis ou materiais utilizados e neste relatório serão expressos em kg CO₂/GJ, podendo ser expressos em unidades equivalentes (ver Tabela 4).

Tabela 4 Valores dos FE dos combustíveis utilizados no Grupo Soares da Costa [16]

Combustível	Factor de emissão (kg CO ₂ /GJ)
Gasolina	69,2
Gasóleo	74,0
Gás natural	56,1
Gás Propano	63,0
Gás Butano	63,0

- *FO*: Factor de oxidação reflecte a proporção de carbono que não é oxidada ou convertida do processo de queima do combustível. Foi adoptado o valor 1 para este parâmetro por falta de informação no que diz respeito a esta matéria.

3.5.2.2. EMISSÕES PROVENIENTES DO CONSUMO DE ELECTRICIDADE

A estimativa das emissões provenientes do consumo de electricidade foi efectuada utilizando a Equação (2):

$$\text{Emissões de CO}_2 = DA \times FC \times FE \quad (2)$$

em que:

- *DA*: Dados da actividade refere-se ao consumo energético verificado durante o período de estudo, em unidades de energia (ver Tabela 3).
- *FC*: Factor de conversão trata-se de uma constante que é utilizada para determinar a energia que é libertada quando se produz um kWh de energia. O factor de conversão utilizado foi obtido no conversor de unidades existente no *site* da *International Energy Agency* (em <http://www.iea.org/stats/unit.asp>)

- *FE*: Factor de emissão traduz a quantidade de CO₂ libertada por cada quantidade de energia transformada ou queimada. O factor de emissão para o consumo de electricidade foi obtido no Relatório de Sustentabilidade da Soares da Costa referente ao ano de 2008 [14].

Tabela 5 Factores de conversão e emissão

Electricidade	<i>Factor de conversão (GJ/kWh)</i>	<i>Factor de emissão (g CO₂/kWh)</i>
	0,0036	487

3.6. RESULTADOS

3.6.1. ESTIMADOS ATRAVÉS DO PROTOCOLO DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA

A seguir apresentam-se os resultados obtidos através das ferramentas informáticas do PGEE e que se apresentam na sua forma original no Anexo G, no Anexo H e no Anexo I, respectivamente, emissões de GEE provenientes de combustão estacionária, transportes e consumo de electricidade. Assim, as emissões de GEE apresentam-se a seguir por sector de actividade e por tipo de energia. Para cada sector de actividade foi elaborada uma figura que pretende ilustrar sob a forma de percentagem as emissões de CO₂.

A Tabela 8 apresenta as emissões de GEE nas UF por tipo de energia estimadas através do PGEE. A Figura 14 ilustra as emissões de CO₂ (%) nas UF por tipo de energia estimadas através do PGEE.

Tabela 6 Emissões de GEE nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

Sector de actividade	Tipo de energia	Emissões GEE (t)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
UF	Gasóleo	148,766	2,01E-02	1,21E-03	149,627
	GPL ⁷	47,965	3,80E-03	7,60E-05	48,083
	Gás natural	128,502	1,15E-02	2,29E-04	128,857
	Electricidade	1832,66	-	-	1832,66
Total		2157,89	3,53E-02	1,51E-03	2159,23

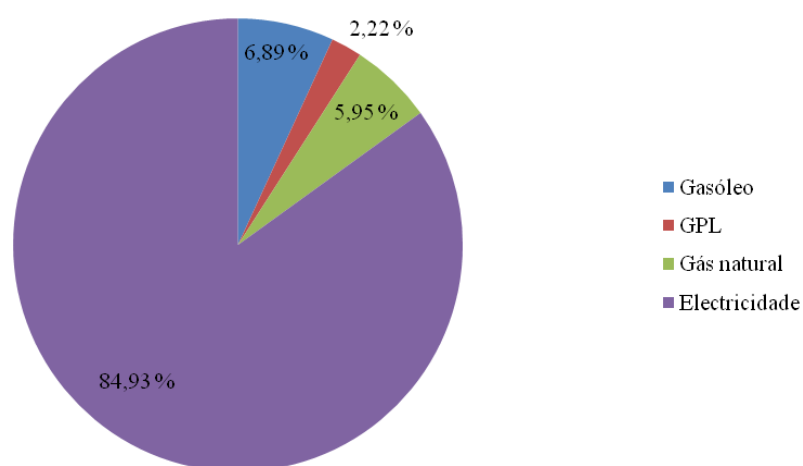


Figura 12 Emissões de CO₂ nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

A Tabela 7 apresenta as emissões de GEE na frota automóvel por tipo de energia estimadas através do PGEE. A Figura 13 ilustra as emissões de CO₂ (%) na frota automóvel por tipo de energia estimadas através do PGEE.

⁷ GPL: Gás de petróleo liquefeito. Incluem-se aqui o gás butano e o gás propano.

Tabela 7 Emissões de GEE na frota automóvel por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

Sector de actividade	Tipo de energia	Emissões GEE (t)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Frota automóvel	Gasolina	53,381	-	-	53,381
	Gasóleo	2407,62	-	-	2407,62
Total		2461,01	-	-	2461,01

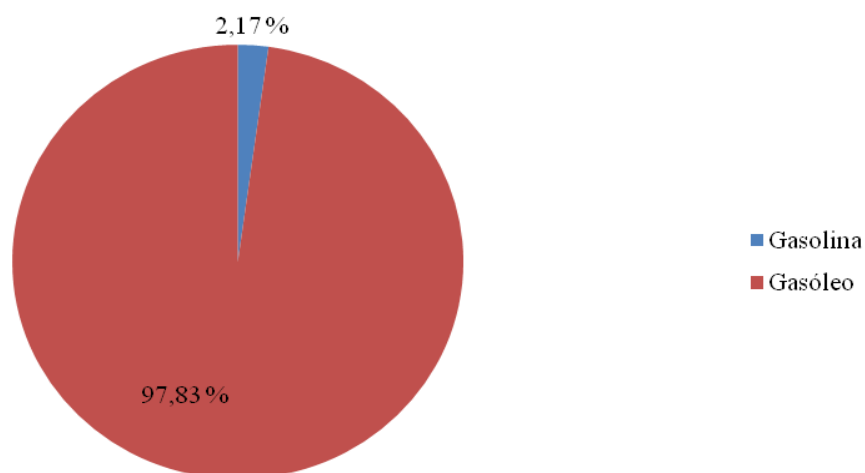


Figura 13 Emissões de CO₂ (%) na frota automóvel por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

A Tabela 8 apresenta as emissões de GEE nas obras por tipo de energia estimadas através do PGEE. A Figura 14 ilustra as emissões de CO₂ (%) nas obras por tipo de energia estimadas através do PGEE.

Tabela 8 Emissões de GEE nas obras por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

Sector de actividade	Tipo de energia	Emissões GEE (t)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Obras	Gasolina	6,26	2,71E-04	5,42E-05	6,284
	Gasóleo	42341,02	1,71E+00	3,43E-01	42486
	GPL	25,58	5,31E-04	5,31E-05	25,6
	Electricidade	1745,80	-	-	1745,8
Total		44118,66	1,71E+00	0,34291	44263,7

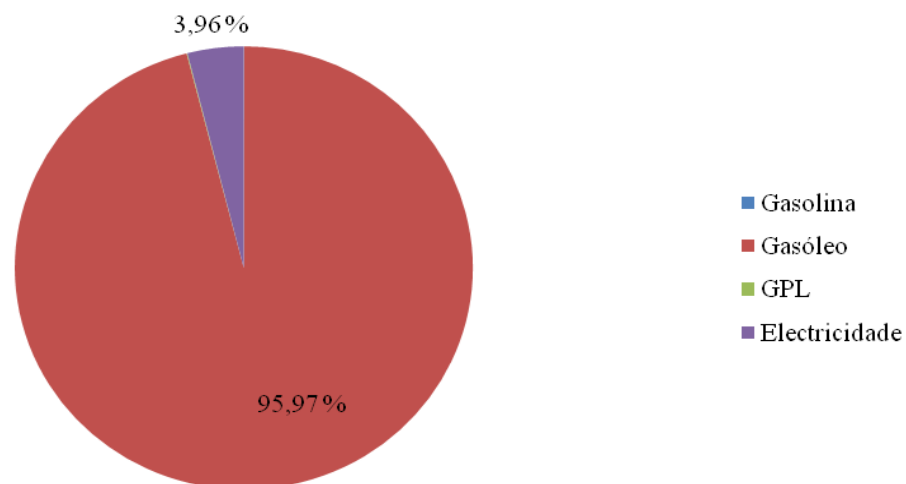


Figura 14 Emissões de CO₂ (%) nas obras por tipo de energia estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

A Tabela 9 apresenta as emissões de GEE por sector de actividade estimadas através do PGEE. A Figura 15 ilustra as emissões de CO₂ (%) por sector de actividade estimadas através do PGEE.

Tabela 9 Emissões de GEE por sector de actividade estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

Sector de actividade	Emissões GEE (t)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO _{2e}
Obras	44118,66	1,71E+00	0,34291	44263,7
UF	2157,89	3,53E-02	1,51E-03	2159,23
Frota automóvel	2461,01	-	-	2461,01
TOTAL	48737,55	1,75E+00	3,44E-01	48884,0

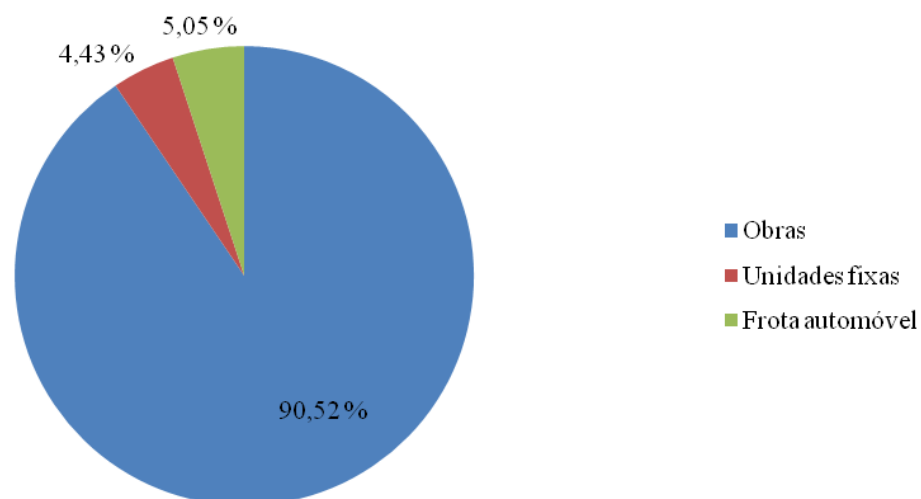


Figura 15 Emissões de CO₂ (%) por sector de actividade estimadas através do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa

3.6.2. ESTIMADOS COM BASE EM PARÂMETROS ESPECÍFICOS

A seguir apresentam-se os resultados obtidos através da utilização de parâmetros específicos. Ao contrário da metodologia do PGEE, nesta metodologia apenas foram estimadas as emissões de CO₂ pois foi o GEE objecto de estudo nesta Tese. Assim, as emissões de CO₂ apresentam-se a seguir por sector de actividade e por tipo de energia. Para cada sector de actividade foi elaborada uma figura que pretende ilustrar sob a forma de percentagem as emissões de CO₂.

A Tabela 10 apresenta as emissões de CO₂ nas UF por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos. A Figura 14 ilustra as emissões de CO₂ (%) nas UF por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos.

Tabela 10 Emissões de CO₂ nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos

Sector de actividade	Tipo de energia	Emissões CO ₂ (t)
UF	Gasolina	0,00
	Gasóleo	156,38
	Gás natural	142,78
	Gás Propano	53,21
	Gás Butano	0,00
	Electricidade	2143,26
Total		2495,63

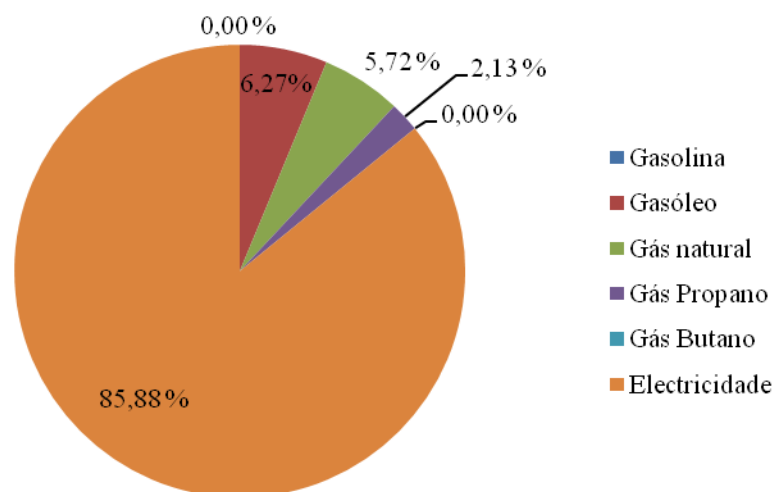


Figura 16 Emissões de CO₂ (%) nas Unidades Fixas por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos

A Tabela 11 apresenta as emissões de CO₂ na frota automóvel por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos. A Figura 17 ilustra as emissões de CO₂ (%) na frota automóvel por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos.

Tabela 11 Emissões de CO₂ na frota automóvel por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos

Sector de actividade	Tipo de energia	Emissões CO ₂ (t)
Frota automóvel	Gasolina	53,66
	Gasóleo	2412,60
Total		2466,26

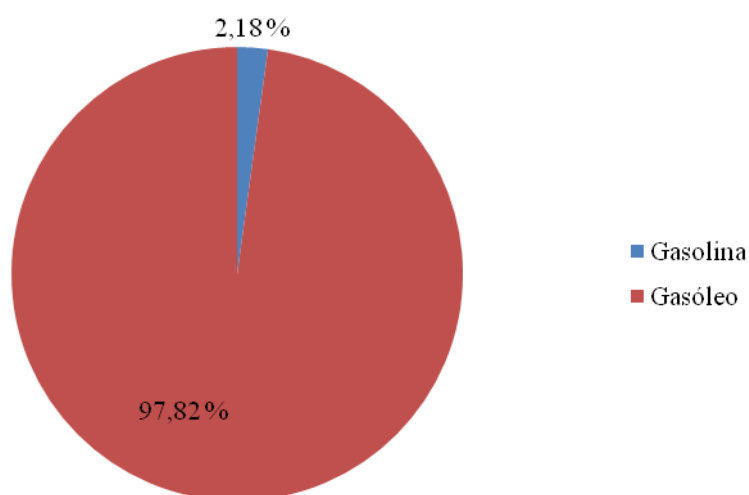


Figura 17 Emissões de CO₂ (%) na frota automóvel por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos

A 0 apresenta as emissões de CO₂ nas obras por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos. A Figura 18 ilustra as emissões de CO₂ (%) nas obras por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos.

Tabela 12 Emissões de CO₂ nas obras por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos

Sector de actividade	Tipo de energia	Emissões CO ₂ (t)
Obras	Gasolina	6,58
	Gasóleo	44509,34
	Gás natural	0,00
	Gás Propano	27,42
	Gás Butano	0,96
	Electricidade	2041,68
Total		46585,98

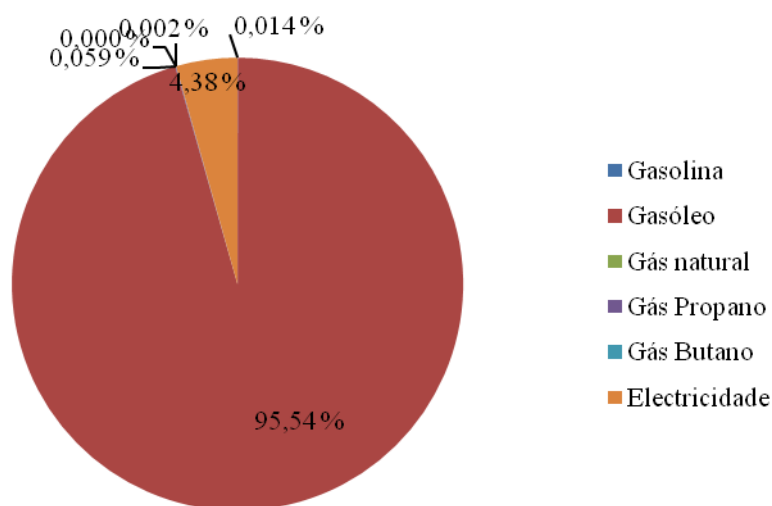


Figura 18 Emissões de CO₂ (%) nas obras por tipo de energia estimadas com base em parâmetros específicos

A Tabela 13 apresenta as emissões de CO₂ por sector de actividade estimadas com base em parâmetros específicos. A Figura 19 ilustra as emissões de CO₂ (%) por sector de actividade estimadas com base em parâmetros específicos.

Tabela 13 Emissões de CO₂ por sector de actividade estimadas com base em parâmetros específicos

Sector de actividade	Emissões CO ₂ (t)
UF	2495,63
Frota automóvel	2466,26
Obras	46585,98
TOTAL	51547,87

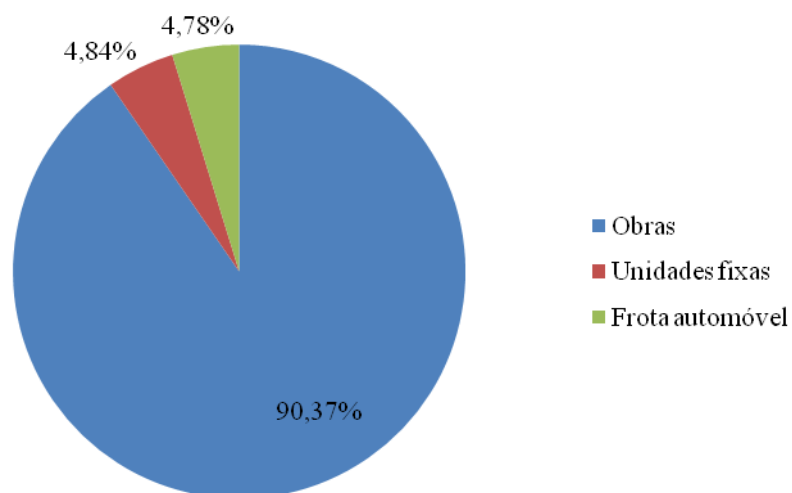


Figura 19 Emissões de CO₂ (%) por sector de actividade estimadas com base em parâmetros específicos

3.7. COMPARAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS PELAS DUAS METODOLOGIAS

Os resultados apresentados anteriormente obtiveram-se após aplicação de duas metodologias com a mesma base científica para a estimativa de emissões de CO₂ (e outros GEE como o CH₄ e o N₂O); no entanto, diferem no grau de dificuldade de utilização e número de variáveis que é necessário conhecer para obtenção de resultados. A primeira metodologia apresentada (baseada no PGEE) pressupõe apenas o conhecimento dos consumos energéticos das actividades após os ajustes de cálculo necessários sendo os

resultados apresentados ao utilizador de forma automática. Por outro lado, a segunda foi baseada no conhecimento de diferentes parâmetros específicos inseridos em folhas de cálculo Excel. A execução da segunda metodologia justificou-se para verificar se os resultados obtidos pela primeira diferiam dos obtidos pela segunda metodologia e assim avaliar o desempenho daquelas ferramentas na estimativa das emissões de GEE já que se revelaram ser de mais fácil e rápida utilização.

As ferramentas informáticas do PGEE estimaram também as emissões dos outros dois importantes GEE, o CH₄ e o N₂O, bem como as emissões de GEE expressas em CO_{2e}. Constatou-se que as emissões de CH₄ e de N₂O registadas nas obras e nas UF no Grupo SDC no ano de 2009 foram extremamente reduzidas quando comparadas com as emissões de CO₂. Este facto fez com que os resultados obtidos das emissões de CO_{2e} fossem muito aproximados aos valores obtidos das emissões de CO₂. Assim, acentua-se a ideia de que o CO₂ é um dos GEE que existe em maior quantidade na atmosfera e realça a importância da redução das emissões do mesmo.

A Figura 20 compara os resultados da estimativa das emissões de CO₂ obtidos pelas duas metodologias por sector de actividade.

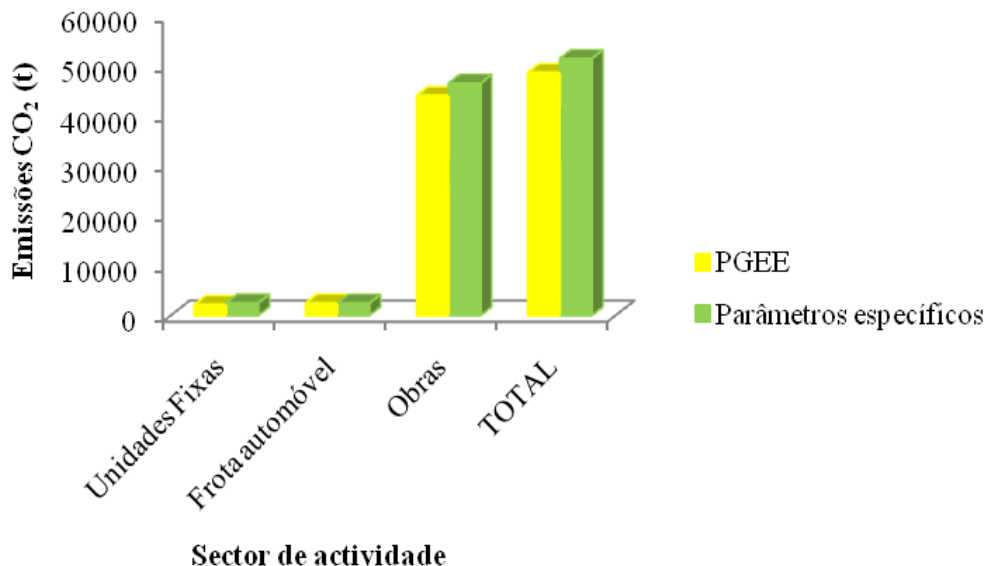


Figura 20 Comparação das emissões de CO₂ por sector de actividade obtidas pelas duas metodologias

Na Tabela 14 comparam-se os resultados da estimativa das emissões de CO₂ (t e %) obtidos pelas duas metodologias e respectivos desvios em massa, por sector de actividade.

Tabela 14 Comparação das emissões de CO₂ por sector de actividade obtidas pelas duas metodologias e respectivos desvios

Sector de actividade	Emissões CO ₂				Desvio em massa (%)
	PGEE		Parâmetros específicos		
	(t)	(%)	(t)	(%)	
UF	2157,9	4,4	2495,6	4,8	14,5
Frota automóvel	2461,0	5,0	2466,3	4,8	0,2
Obras	44118,7	90,5	46586,0	90,4	5,4
TOTAL	48737,6	100,0	51547,9	100,0	5,6

Verificou-se que os resultados obtidos pelas duas metodologias foram muito semelhantes. Dos três locais de consumo da energia foi nas UF que se observou o maior desvio entre os resultados das emissões de CO₂ obtidos pelas duas metodologias; este desvio justifica-se pelo facto de o valor do factor de emissão estimado com base no PGEE (416 g CO₂/kWh) diferir do utilizado na estimativa com base nos parâmetros específicos (487 g CO₂/kWh). O desvio verificado para a frota automóvel foi o mais baixo pois as manipulações matemáticas foram iguais nas duas metodologias. Note-se que o valor do factor de emissão difere significativamente em diferentes publicações.

Em termos de emissões totais de CO₂ no Grupo SDC verificou-se um desvio de 5,6% entre os resultados finais obtidos pelas duas metodologias. Considerou-se ser um valor de desvio baixo podendo concluir-se que as ferramentas informáticas disponibilizadas pelo PGEE são de utilização fiável e possuem a vantagem acrescida de serem de mais fácil utilização. Assim, sugere-se o uso destas ferramentas informáticas pelas empresas para a estimativa das emissões de CO₂. Estas permitem ainda a estimativa das emissões de outros dois importantes GEE, o CH₄ e o N₂O. Além disso, encontram-se elaboradas de forma a apresentarem ao utilizador um conjunto de opções para selecção no que diz respeito ao sector em que se insere a actividade que se está a analisar, tipo e designação do combustível utilizado e unidades energéticas do consumo do mesmo.

Torna-se assim mais fácil para as empresas conhecer a realidade das mesmas em termos de emissões de GEE e assim os grupos de trabalho existentes nas empresas (caso existam!) responsáveis por esta área podem conceber e aplicar medidas de redução das mesmas

promovendo a melhoria da qualidade do ar e todos os restantes efeitos benéficos que advêm desta prática.

Tendo os resultados obtidos na estimativa das emissões de CO₂ do Grupo SDC pelas duas metodologias sido muito aproximados a análise de resultados que se segue considera o resultado médio obtido pelas duas metodologias.

As UF pertencentes ao Grupo SDC caracterizam-se por serem locais de trabalho essencialmente administrativo (Sedes e Delegações) e de apoio às obras (estaleiro e carpintaria). Nestes predomina a utilização de equipamentos eléctricos como material de escritório, elementos de iluminação e máquinas eléctricas. Os resultados obtidos na estimativa das emissões de CO₂ nas UF demonstraram que foi a electricidade a fonte de energia mais utilizada contribuindo para cerca de 85% das emissões totais deste GEE. Com contribuições bem mais reduzidas seguem-se o gasóleo, o gás natural e os GPL.

Relativamente à frota automóvel relembra-se que compreende as viagens de automóvel efectuadas dentro do país pelos colaboradores do Grupo SDC em viaturas de serviço da empresa. As fontes de energia utilizadas nos automóveis foram o gasóleo e a gasolina tendo o primeiro sido responsável por cerca de 98% das emissões de CO₂, enquanto, o segundo apenas por cerca de 2%. As viagens de longo curso efectuadas por estes veículos e a comparação do preço do gasóleo/gasolina, justificam a selecção preferencial do gasóleo.

As obras das três empresas seleccionadas para esta Tese (Sociedade de Construções Soares da Costa, Contacto e CLEAR) e para o ano de 2009, verificou-se que uma grande parte das emissões de CO₂ provém do consumo de gasóleo, que representou cerca de 96% das emissões totais verificadas naqueles locais. Seguiu-se a electricidade, que foi responsável por cerca de 4% das emissões de CO₂ totais e por fim, com uma contribuição conjunta muito baixa, as emissões provocadas pelo consumo de gasolina, gás butano e gás propano.

Por último, analisando as emissões totais de CO₂ por sector de actividade concluiu-se que foram as obras que contribuíram para a maioria das emissões de CO₂ no Grupo SDC em 2009. Estas foram responsáveis por cerca de 90% das emissões totais de CO₂, ficando as UF e a frota automóvel apenas com 5% cada, de contribuição nas mesmas. Em termos

médios, o Grupo SDC emitiu na totalidade para a atmosfera em 2009 no âmbito da sua actividade cerca de 50143 toneladas de CO₂.

Assim, as obras são o sector de actividade com o mais elevado potencial para reduzir as suas emissões de CO₂. Por outro lado, foi o gasóleo a principal fonte de energia utilizada nas obras e na frota automóvel pelo que se justifica intervenção para reduzir o seu consumo de modo a reduzir as emissões de CO₂ na empresa.

4. PROPOSTAS PARA REDUZIR EMISSÕES DE CO₂ EM EMPRESAS DO GRUPO SOARES DA COSTA

4.1. INCORPORAÇÃO DE BIODIESEL NO GASÓLEO UTILIZADO PELO GRUPO SOARES DA COSTA

Os resultados obtidos permitiram concluir que a maior parte das emissões de CO₂ existentes no âmbito das actividades do Grupo SDC provêm das obras (90%) e da frota automóvel (5%) sendo o gasóleo a fonte de energia mais utilizada nestes locais. Assim, o gasóleo constitui um potencial elemento em que se poderá actuar de forma a reduzir das emissões de CO₂ para a atmosfera.

Uma das possibilidades a considerar é a utilização de biocombustíveis, nomeadamente o biodiesel. Trata-se de um combustível produzido a partir de três tipos de matérias-primas, naturais e renováveis: óleos vegetais (alimentares e não alimentares), resíduos (de óleos ou

gorduras animais) e até micro-algas. No processo de produção mais usado a gordura ou óleo vegetal sofrem transesterificação originando biodiesel e glicerina.

O biodiesel pode ser utilizado na sua forma pura ou misturado com gasóleo convencional tendo havido a necessidade de adoptar uma nomenclatura para identificar a proporção dos dois componentes na mistura. Assim, designou-se mundialmente “Biodiesel BXX” onde “XX” corresponde à percentagem em volume do biodiesel na mistura. Por exemplo, o B2, B5, B20 e B100 são combustíveis com uma concentração de 2%, 5%, 20% e 100% de biodiesel em volume, respectivamente. As características do biodiesel estão definidas na Norma Europeia EN 14214:2003. Esta Norma impõe limites para diversos parâmetros físicos e químicos e define quais as normas de ensaio a serem utilizadas para a avaliação destes parâmetros. A utilização de biodiesel traz vantagens a vários níveis: pelo facto de se poder utilizar em conjunto com o gasóleo é uma forma de diminuir o consumo daquele combustível fóssil e conseqüentemente a (grande!) dependência energética que existe actualmente deste tipo de combustíveis. Reduz a emissão de GEE bem como de outros poluentes atmosféricos como as partículas e o monóxido de carbono. No entanto, provoca um aumento de cerca de 2% nas emissões de NO_x. É um combustível de fraca toxicidade, biodegradável e não contém enxofre [20].

Em Portugal, a utilização de biocombustíveis para utilização conjunta com os combustíveis fósseis já é uma realidade. O processo iniciou-se com a publicação do Decreto-Lei (DL) n.º 62/2006, de 21 de Março que visou “a colocação no mercado de biocombustíveis e de outros combustíveis renováveis, em substituição dos combustíveis fósseis” [21]. Este DL transpõe para a legislação nacional a Directiva n.º 2003/30/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Maio que se refere à utilização deste tipo de combustíveis no sector dos transportes. O referido DL mencionou ainda o estabelecimento de metas nacionais para a colocação de biocombustíveis e outros combustíveis renováveis no mercado. No entanto, no caso do ritmo dessa introdução ser incompatível com as metas estabelecidas podiam ser impostas quotas mínimas de incorporação obrigatória nos combustíveis de origem fóssil [21]. Refere ainda que sempre que o teor de FAME nos derivados do petróleo exceda o valor de 5% é obrigatória a respectiva inscrição nos equipamentos de abastecimento dos postos de venda de combustíveis [23].

A colocação dos biocombustíveis no mercado acabou por se revelar um processo lento e por isso houve a necessidade de fixar quotas mínimas de incorporação deste tipo de

combustíveis nos de origem fóssil. Essas quotas mínimas foram estabelecidas e publicadas no DL n.º 49/2009, de 26 de Fevereiro. O referido DL obrigava as entidades que introduzem o gasóleo rodoviário nos postos de consumo a incorporar em 2009 um mínimo de 6% em volume e em 2010 um mínimo de 10%, de teor de FAME⁸ no total de volume naquele combustível fóssil [24].

Novamente as metas anteriormente referidas não foram cumpridas e a acrescentar a informação que consta na Norma EN 590⁹ houve a necessidade de publicar a Portaria n.º 69/2010, de 4 de Fevereiro. Nesse documento estabeleceu-se o valor de 7% como teor máximo de FAME a incorporar obrigatoriamente no gasóleo rodoviário [25].

Estudos já realizados na área dos biocombustíveis afirmam que actualmente os motores dos automóveis, camiões e máquinas encontram-se preparados para receberem combustível com um teor de FAME de até 30% em volume (B30) sem prejudicarem o seu funcionamento [12].

4.1.1. ESTIMATIVA DO CUSTO DE AQUISIÇÃO DO GASÓLEO EM 2009

Na Tabela 15 resumem-se os resultados obtidos para as emissões de CO₂ nas obras e na frota automóvel no Grupo SDC em 2009.

Tabela 15 Consumo energético e estimativa das emissões de CO₂ verificados nas obras e frota automóvel no Grupo Soares da Costa em 2009

Sector de actividade	Consumo energético de gasóleo (GJ)	Emissões CO ₂ (t)
Obras	601477,6	46921,9
Frota automóvel	32602,7	
TOTAL	634080,3	

⁸ *Fatty acid methyl ester*: ésteres metílicos de ácidos gordos

⁹ Documento oficial em vigor na União Europeia que define as características técnicas do gasóleo rodoviário e refere 7% como o teor máximo de biodiesel a incorporar no gasóleo rodoviário.

Utilizando a Equação (3) efectuou-se uma estimativa do que o Grupo SDC gastou em 2009, em milhões de euros (M€), na compra de gasóleo para dar resposta às necessidades energéticas verificadas naqueles sectores de actividade.

$$C = \frac{DA}{1000} \times \frac{PmG}{PCG} \quad (3)$$

em que:

- C: Estimativa do custo total da compra de gasóleo utilizado nas obras das três empresas referidas e na frota automóvel em 2009 (M€)
- DA: Dados da actividade referentes ao consumo energético total de gasóleo nas obras das três empresas referidas e na frota automóvel em 2009 (GJ)
- PCG: Poder calorífico do gasóleo (MJ/L)
- PmG: Preço médio do gasóleo (€/L)

Usou-se nos cálculos o poder calorífico (MJ/L) do gasóleo (e do biodiesel utilizado mais à frente) indicado no Anexo III da Directiva 2009/28/EC [26].

Foi utilizado o preço médio do gasóleo actualmente em vigor disponível no *site* <http://www.precoscombustiveis.dgge.pt/> pertencente à Direcção Geral da Energia e Geologia (DGEG) [27]. Os dados utilizados na Equação (3) e o resultado da estimativa determinada encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16 Consumo energético, poder calorífico, preço do gasóleo e estimativa do custo de aquisição de gasóleo por parte do Grupo Soares da Costa em 2009

Dados		Custo de aquisição do gasóleo (M€)
DA	634080,3 GJ	22,6
PCG	36 MJ/L	
PmG	1,174 €/L	

4.1.2. REDUÇÃO DE EMISSÕES E CUSTOS PARA DIFERENTES CENÁRIOS DE INCORPORAÇÃO DE BIODIESEL NO GASÓLEO

Com o objectivo de reduzir as emissões de CO₂ que são resultado do consumo de gasóleo nas obras e na frota automóvel do mesmo Grupo (ver Tabela 15) sugere-se a introdução de biodiesel no quotidiano desta empresa que se revelou ser altamente consumidora de gasóleo. Esta opção irá reduzir o consumo daquele combustível fóssil ao mesmo tempo que reduzirá as emissões de CO₂ e outros poluentes atmosféricos.

Assim, sugerem-se vários cenários onde se faz aumentar gradualmente a quantidade de biodiesel presente no combustível considerando-se a utilização de B5, B10, B15 e B30. Para os diferentes cenários foram estimadas as reduções nas emissões de CO₂ associadas à incorporação de biodiesel.

A Equação (4) foi usada para estimar as emissões de CO₂ com incorporação de biodiesel considerando o seu FE como sendo igual a 20% do valor do FE do gasóleo [12].

$$\text{Emissões de CO}_2 = DA \times [(FG \times FEG) + (FB \times (20\% \times FEG))] \quad (4)$$

em que:

- DA: Dados da actividade refere-se ao consumo energético de gasóleo verificado nas obras e na frota automóvel em 2009 (GJ) (ver Tabela 15)
- FG: Fracção de gasóleo na mistura de combustível
- FEG: Factor de emissão do gasóleo (kg CO₂/GJ) (ver Tabela 4)
- FB: Fracção de biodiesel na mistura de combustível

Na Tabela 17 apresentam-se os resultados das estimativas da redução das emissões de CO₂ em relação à situação verificada em 2009 para os diferentes cenários propostos.

Tabela 17 Estimativa da redução das emissões de CO₂ em relação à situação verificada em 2009 para combustíveis com diferentes % de biodiesel

Cenário	Emissões CO ₂ (t)	Redução CO ₂ (t)
Gasóleo	46921,9	-
B5	45045,1	1876,8
B10	43168,2	3753,7
B15	41291,3	5630,6
B30	35660,7	11261,2

Estimada a redução nas emissões de CO₂ que se verificaria para cada um dos cenários apresentados procedeu-se à estimativa do custo para o Grupo SDC se optasse por um dos cenários apresentados.

Através do *site* pertencente à DGEG já mencionado anteriormente [27] foi possível consultar os preços médios praticados actualmente em Portugal do gasóleo, do B10 e do B15 (ver Tabela 18).

Tabela 18 Preço médio do gasóleo, B10 e B15 praticados actualmente em Portugal segundo a DGEG [27]

Combustível	Preço médio (€/L)
Gasóleo	1,174
B10	1,167
B15	1,153

Com a Equação (6) efectuou-se uma estimativa do preço médio do B100 (biodiesel puro) para assim ser possível estimar os preços médios dos combustíveis com outras percentagens de biodiesel, nomeadamente do B5 e do B30, dado que esta informação não constava no referido *site*.

$$P_{global} = P_{mG} \times FG + P_{mB100} \times FB \quad (6)$$

Usando os preços do B10 e do B15 estimou-se o preço médio para o B100 de 1,100 €/L. Com base neste valor estimaram-se os seguintes preços do B5 e do B30: 1,170 e 1,152 €/L, respectivamente.

A estimativa do custo associado à aquisição de combustível com biodiesel incorporado fez-se com base na Equação (7).

$$C = \frac{DA}{1000} \times \frac{PmMix}{FG \times PCG + FB \times PCB} \quad (7)$$

em que:

- C: Estimativa do custo total da aquisição de combustível com biodiesel incorporado (M€)
- DA: Dados da actividade refere-se ao consumo energético de gasóleo verificado nas obras e na frota automóvel em 2009 (GJ) (ver Tabela 15)
- PmMix: Preço médio da mistura de combustível (€/L)
- FG: Fracção de gasóleo na mistura de combustível
- PCG: Poder calorífico do gasóleo (MJ/L)
- FB: Fracção de biodiesel na mistura de combustível
- PCB: Poder calorífico do biodiesel (MJ/L)

Os poderes calbríficos do gasóleo e do biodiesel foram considerados 33 e 36 MJ/L, respectivamente [26].

Na Figura 21 representam-se as emissões de CO₂ nas obras e frota automóvel e também os custos que a empresa teria que suportar se optasse pela incorporação de biodiesel no gasóleo que é utilizado nos referidos locais.

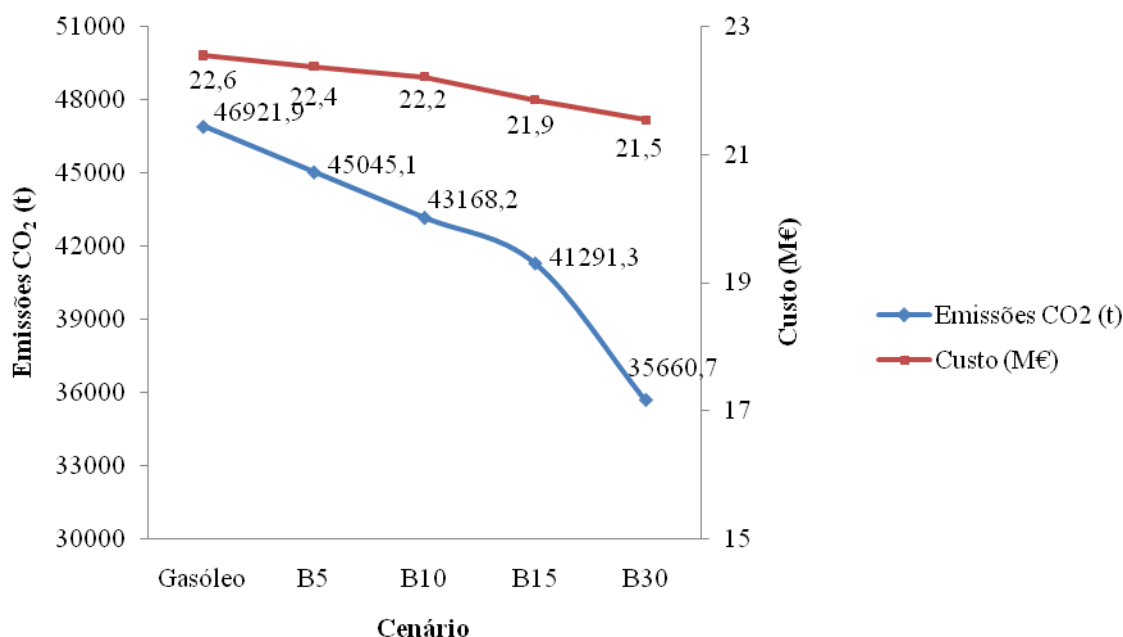


Figura 21 Emissões de CO₂ e custo de aquisição de combustível para os diferentes cenários de incorporação de biodiesel no gasóleo

A Tabela 19 resume a redução nas emissões de CO₂, custos de aquisição de combustível para os diferentes cenários de incorporação de biodiesel no gasóleo (B5, B10, B15 e B30) e a variação em relação à situação a 2009.

Tabela 19 Emissões de CO₂, custos de aquisição de combustível e variação em relação à situação a 2009 para os diferentes cenários incorporação de biodiesel no gasóleo

Cenário	Emissões CO ₂		Custo	
	Emissões CO ₂ (t)	Variação (%)	Custo (M€)	Variação (%)
Gasóleo	46921,9	-	22,6	-
B5	45045,1	- 4,0	22,4	-0,8
B10	43168,2	- 8,0	22,2	-1,5
B15	41291,3	- 12,0	21,9	-3,1
B30	35660,7	- 24,0	21,5	-4,5

Constata-se que há uma efectiva redução nas emissões de CO₂ (linha azul da Figura 21) nos sectores de actividade do Grupo SDC em análise quando se aumenta a quantidade de biodiesel no combustível utilizado. A conjugação de propriedades importantes deste biocombustível como o seu poder calorífico e o factor de emissão justificam este facto. O poder calorífico do biodiesel (36 MJ/L) é superior ao do gasóleo (33 MJ/L) o que se traduz

numa diminuição na quantidade de combustível consumido para obter o mesmo rendimento. Por outro lado, o facto de o factor de emissão do biodiesel ser apenas 20% factor de emissão do gasóleo faz com que por cada unidade de energia queimada deste combustível seja emitida uma menor quantidade de CO₂ para a atmosfera.

A partir do momento em que o gasóleo passa a ter 5% de biodiesel na sua composição há uma redução de 0,2 M€ nos custos para a empresa na aquisição do combustível utilizado nos locais do Grupo SDC em análise. Com o aumento da percentagem de biodiesel incorporado no gasóleo utilizado naqueles locais a redução nos custos é pouco significativa pelo facto de o preço do biodiesel se aproximar do preço do gasóleo.

4.2. REDUÇÃO DE EMISSÕES DE CO₂ E DOS CUSTOS POR REDUÇÃO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Com o intuito de promover a eficiência energética sugere-se ainda a diminuição no consumo de combustível em 5% nas obras e em 10% na frota automóvel por se considerar que o funcionamento da empresa terá mais continuidade se o principal esforço for feito na redução do consumo de combustível na frota automóvel.

É possível reduzir o consumo de combustível nas taxas referidas anteriormente se forem adoptadas práticas de eco-condução principalmente na frota automóvel. A eco-condução é uma forma de condução eficiente que, além de reduzir o consumo de combustível e por consequência a emissão de GEE e outros poluentes para a atmosfera, contribui para a segurança rodoviária e um maior conforto dos ocupantes dos veículos [28].

Assim, sugere-se a formação dos colaboradores do Grupo SDC nesta matéria, em especial aos que tenham um maior contacto com os veículos que fazem parte da empresa de forma a inculir hábitos de eco-condução tais como:

- Redução dos percursos;
- Reduzir e manter constante a velocidade de condução;
- Desligar o motor em pequenas paragens, por exemplo, numa passagem de nível ou num semáforo;

- Moderar a utilização do ar condicionado;
- Eliminar peso desnecessário na carga do veículo.

Nas obras, deve evitar-se que as máquinas estejam ligadas por longos períodos de tempo quando não estão a ser utilizadas (pausas para almoço por exemplo) é uma sugestão para diminuir o consumo de combustível nestes locais.

Espera-se que com estas acções simples se reduza o consumo de combustível na frota automóvel e consequentemente as emissões de CO₂ para a atmosfera e dos custos totais de aquisição de combustível no Grupo SDC.

Na Tabela 20 encontram-se as estimativas das emissões de CO₂ e dos custos de aquisição do combustível em 2009 e para o cenário de redução do seu consumo nas obras e na frota automóvel.

Tabela 20 Emissões de CO₂ e custo de aquisição do combustível em 2009 e se se reduzir o consumo do mesmo nas obras e na frota automóvel

Cenário	Emissões CO ₂		Custo	
	Emissões CO ₂ (t)	Variação (%)	Custo (M€)	Variação (%)
2009	46921,9	- 5,3	22,6	- 5,3
Redução no consumo de combustível	44455,2		21,4	

Verifica-se uma redução nas emissões de CO₂ e no custo de aquisição de combustível por parte do Grupo SDC de 5,3% quando se reduz o consumo de combustível em 5% nas obras e em 10% na frota automóvel.

4.3. INCORPORAÇÃO DE BIODIESEL NO GASÓLEO UTILIZADO PELO GRUPO SOARES DA COSTA E REDUÇÃO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Sugere-se ainda a conjugação das duas propostas anteriores, isto é, incorporar biodiesel no gasóleo e simultaneamente reduzir a quantidade de combustível que é consumido nas obras e na frota automóvel em 5 e 10%, respectivamente. Com esta iniciativa espera-se, para

além de uma diminuição mais acentuada nas emissões de CO₂, uma diminuição dos custos de aquisição de combustível.

A Figura 22 apresenta a estimativa das emissões de CO₂ e dos custos de aquisição para os diferentes cenários com simultânea redução no consumo de combustível.

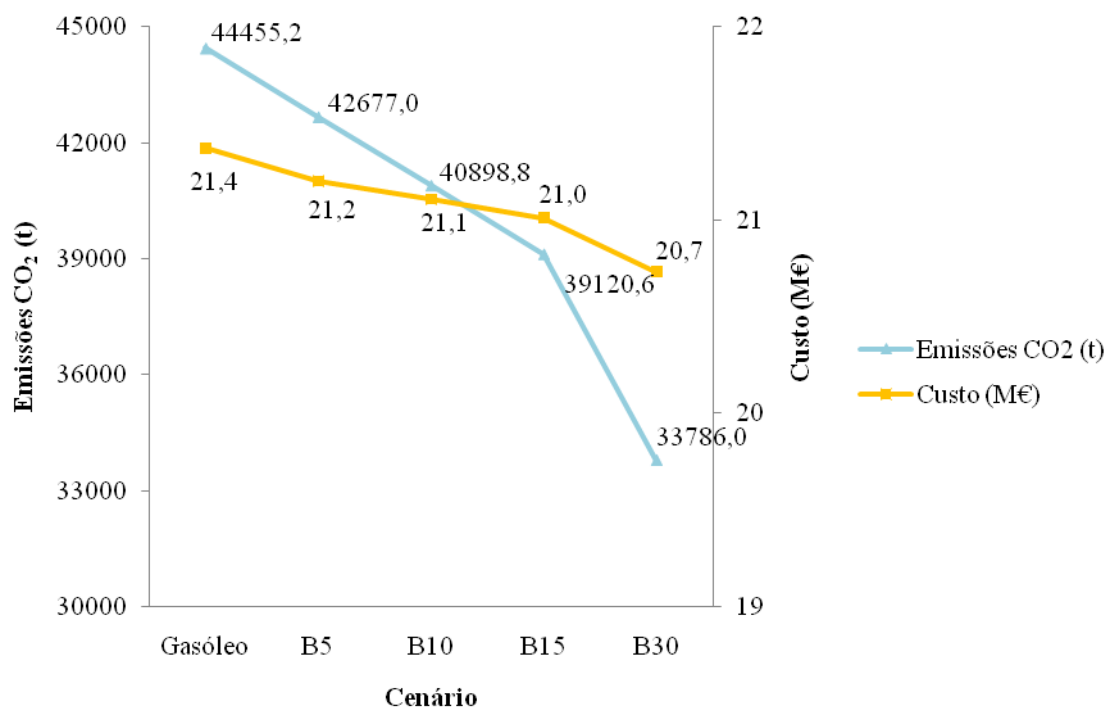


Figura 22 Estimativa das emissões de CO₂ e custos de aquisição para os diferentes cenários com simultânea redução no consumo de combustível

Na Tabela 21 apresenta-se a estimativa das emissões de CO₂, custos de aquisição do combustível e variação em relação à situação de 2009 se à incorporação de biodiesel no combustível se reduzir o consumo de combustível nas obras e na frota automóvel em 5 e 10%, respectivamente.

Tabela 21 Estimativa das emissões de CO₂, custos de aquisição do combustível e variação em relação à situação de 2009 para os diferentes cenários com simultânea redução no consumo de combustível

Cenário	2009		C/ redução no consumo de combustível			
	Emissões CO ₂ (t)	Custo (M€)	Emissões CO ₂ (t)	Variação (%)	Custo (M€)	Variação (%)
Gasóleo	46921,9	22,6	44455,2	- 5,3	21,4	- 5,4
B5	-		42677,0	- 9,0	21,2	- 6,2
B10			40898,8	- 12,8	21,1	- 6,6
B15			39120,6	- 16,6	21,0	- 7,0
B30			33786,0	- 28,0	20,7	- 8,3

Se à incorporação de biodiesel no gasóleo se reduzir o consumo de combustível nas obras e na frota automóvel verifica-se que ocorre uma redução nas emissões de CO₂ e nos custos de aquisição do mesmo quando se compara com a situação de 2009.

Essa redução é tanto maior com o aumento da percentagem de biodiesel incorporado no combustível utilizado nas obras e na frota automóvel do Grupo SDC. No entanto, a redução nos custos é menos significativa devido à proximidade que existe entre os preços do gasóleo e do biodiesel puro.

5. CONCLUSÕES

As ferramentas informáticas criadas no âmbito do Protocolo de Gases com Efeito de Estufa e utilizadas nesta Tese revelaram ter um bom desempenho para estimativa das emissões de CO₂ (e outros GEE). Este facto comprovou-se depois da confirmação dos resultados obtidos por aquela metodologia ao utilizar a metodologia baseada em parâmetros específicos. Os resultados obtidos por ambas as metodologias foram bastante aproximados o que faz com que se possa recomendar a utilização daquelas ferramentas informáticas para a estimativa das emissões de GEE numa empresa ou organização.

Em 2009, foram as obras das empresas Sociedade de Construções Soares da Costa, Contacto - Sociedade de Construções, SA e CLEAR – Instalações Electromecânicas, SA, pertencentes à *sub-holding* Soares da Costa Construção SGPS SA, o sector de actividade do Grupo SDC onde ocorreram 90% das emissões de CO₂ totais da empresa. Seguem-se as UF e a frota automóvel, com 5% de contribuição cada, como os outros sectores responsáveis pela emissão deste GEE na empresa.

O gasóleo foi a fonte de energia mais utilizada nas obras e na frota automóvel do Grupo SDC no ano transacto. Por se tratar de um combustível fóssil foi o grande responsável pelas emissões de CO₂ naquela empresa. Nas UF foi a electricidade a fonte de energia mais utilizada.

A incorporação de biodiesel no gasóleo e simultânea redução no consumo de combustível de 5 e 10% nas obras e na frota automóvel respectivamente constitui uma boa aposta para diminuir as emissões de CO₂ e os custos de aquisição do combustível no Grupo SDC. Com esta medida pode atingir-se uma redução máxima de 28% nas emissões de CO₂ e de 8,3 % nos custos de aquisição do combustível quando se compara com a situação de 2009. A redução nos custos é menos significativa devido ao facto de o preço do biodiesel ser próximo do preço do gasóleo.

Referências

- [1] Protocolo de Gases com Efeito de Estufa – Normas Corporativas de Transparência e Contabilização, disponível em http://www.ghgprotocol.org/files/ghg_protocol_portuguese.pdf
- [2] Agência Portuguesa do Ambiente: QualAr – Base de Dados Online sobre Qualidade do Ar. <http://www.qualar.org> (acedido em Março de 2010)
- [3] Ferraz, M. C. M. A. *Air Contamination*, LEPAE, Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto
- [4] United States *Environmental Protection Agency*. www.epa.gov/ (acedido em Março de 2010) (acedido em Março de 2010)
- [5] Ferraz, M. C. M. A. Diapositivos de Gestão da Qualidade do Ar, Gestão e Controlo de Emissões Gasosas, Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2008
- [6] *Climate Change 2007: Synthesis Report*, disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf
- [7] Rodrigues M. H. Pereira D. Silva A. R. Impacte das habitações no estado do ambiente na Europa, Ecologia Industrial e Gestão da Qualidade 4º Ano 2º semestre 2008/2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009
- [8] *United Nations Framework Convention on Climate Change* http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php. (acedido em Abril de 2010) (acedido em Abril de 2010)
- [9] Agência Portuguesa do Ambiente, <http://www.apambiente.pt>. (acedido em Abril de 2010)
- [10] Carbono Zero, <http://www.carbono-zero.com/> (acedido em Junho de 2010)
- [11] Vilão, R. Venâncio C. Sousa, A. Liberal, P. Ribeiro, R. Venâncio R., *REA 2008 Portugal - Relatório do Estado do Ambiente 2008*, Amadora, Outubro 2009 págs. 31-34

- [12] Ferraz, M. C. M. A., Sumário da lição: Provas Académicas para obtenção do Título de Professor Agregado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Outubro de 2009
- [13] Soares da Costa SGPS, <http://www.soaresdacosta.pt> (acedido em Março de 2010)
- [14] Relatório de Sustentabilidade 2008: Crescendo de forma responsável, Grupo Soares da Costa SGPS, SA
- [15] Relatório de Gestão e Demonstrações financeiras: Exercício de 2008, Soares da Costa SGPS, SA
- [16] Decisão da Comissão de 18 de Julho de 2007, nos termos da Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho
- [17] Ferramenta informática para estimativa de emissões de GEE com origem na combustão estacionária: *World Resources Institute (2008) GHG Protocol tool for stationary combustion. Version 4.0*
- [18] Ferramenta informática para estimativa de emissões de GEE com origem no consumo de electricidade: *World Resources Institute (2009). GHG Protocol tool for stationary combustion. Version 4.0.*
- [19] Ferramenta informática para estimativa de emissões de GEE com origem no consumo de combustível nos transportes: *World Resources Institute (2008). GHG Protocol tool for mobile combustion. Version 2.0*
- [20] Dias, J. M. Diapositivos sobre Biocombustíveis, Tecnologias e Sistemas de Tratamento de Resíduos Sólidos II, Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente 4º Ano 2º semestre 2009/2010, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009
- [21] Artigo 1º do Decreto-Lei n.º 62/2006, de 21 de Março
- [22] Artigo 5º do Decreto-Lei n.º 62/2006, de 21 de Março
- [23] Artigo 9º do Decreto-Lei n.º 62/2006, de 21 de Março
- [24] Artigo 4º do Decreto-Lei n.º 49/2009, de 26 de Fevereiro
- [25] Portaria n.º 69/2010, de 4 de Fevereiro
- [26] Directiva 2009/28/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Abril de 2009

- [27] Preços de Combustíveis Online - Direcção-Geral de Energia e Geologia, <http://www.precoscombustiveis.dgge.pt/> (acedido em Junho de 2010)
- [28] Eco-condução Portugal, <http://www.ecoconducao-portugal.pt/> (acedido em Junho de 2010)

6. ANEXOS

Anexo B. Cálculos auxiliares para conversão da energia consumida na frota automóvel em volume de combustível para aplicação na ferramenta informática *GHG Protocol tool for mobile combustion version 2.0*

Dados para cálculo	Gasóleo	Gasolina
Poder calorífico (GJ/t)	43,3	44,8
Massa volúmica (t/m ³)	0,837	0,735
Consumo na frota automóvel (GJ)	32602,7	775,4

$$\text{Gasóleo} \\ 32602,7 \text{ GJ} \times \frac{1 \text{ t}}{43,3 \text{ GJ}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{0,837 \text{ t}} = 899,6 \text{ m}^3$$

$$\text{Gasolina} \\ 775,4 \text{ GJ} \times \frac{1 \text{ t}}{44,8 \text{ GJ}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{0,735 \text{ t}} = 23,5 \text{ m}^3$$

Anexo C. Cálculos auxiliares para conversão de unidades relativas às UF e obras para aplicação na *GHG Protocol tool for stationary combustion version 4.0*

Dados para cálculo	Obras	UF
Consumo energético (GJ)	15092,5	15843,4
Factor de conversão (GJ/kWh)	0,0036	

$$\begin{array}{c}
 \text{Obras} \\
 15092,5 \text{ GJ} \times \frac{1 \text{ kWh}}{0,0036 \text{ GJ}} = 4192361,1 \text{ GJ}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{UF} \\
 15843,4 \text{ GJ} \times \frac{1 \text{ kWh}}{0,0036 \text{ GJ}} = 4400944,4 \text{ GJ}
 \end{array}$$

Anexo D. Dados utilizados e resultados obtidos pela metodologia que utiliza parâmetros específicos para estimativa das emissões de CO₂ provenientes das actividades, apresentados por sector de actividade

<i>Sector de actividade</i>	<i>Combustível</i>	<i>Consumo energético (GJ)</i>	<i>Factor de emissão (kg CO₂/GJ)</i>	<i>Factor de oxidação</i>	<i>Emissões CO₂ (t)</i>	<i>% Relativa</i>	
UF	Gasolina	N.a. ¹⁰					
	Gasóleo	2113,3	74	1	156,38	-	
	Gás natural	2545,1	56,1		142,78		
	Gás Propano	844,6	63		53,21		
	Gás Butano	N.a.					
	Electricidade	15843,4	487	-	2143,3		
	Total UF					2495,6	4,84
Obras	Gasolina	95,1	69,2	1	6,6	-	
	Gasóleo	601477,6	74		44509,3		
	Gás natural	N.a.					
	Gás Propano	435,2	63	1	27,4	-	
	Gás Butano	15,2	63		1,0		
	Electricidade	15092,5	487	-	2041,7		
	Total Obras					46586,0	90,37
Frota automóvel	Gasolina	775,4	69,2	1	53,7	-	
	Gasóleo	32602,7	74		2412,6		
	Total Frota automóvel					2466,3	4,78
TOTAL					51547,87	100,0	

¹⁰ Não aplicável

Anexo E. Dados utilizados e resultados obtidos pela metodologia baseada em parâmetros específicos para estimativa das emissões de CO₂ provenientes das actividades, apresentados por tipo de combustível

<i>Sector de actividade</i>	<i>Combustível</i>	<i>Consumo energético (GJ)</i>	<i>Factor de Emissão (kg CO₂/GJ)</i>	<i>Factor de oxidação</i>	<i>Emissões CO₂ (t)</i>	<i>% Relativa</i>	
UF	Gasóleo	2113,3	74	1,0	156,4		
Obras		601477,6			44509,3		
Frota automóvel		32602,7			2412,6		
				∑	47078,3	91,3	
UF	Gasolina	Não aplicável					
Obras		95,1	69,2	1,0	6,6		
Frota automóvel		775,4		-	53,7		
				∑	60,2	0,12	
UF	Gás natural	2545,1	56,1	1,0	142,8	0,28	
UF	Gás propano	844,6	63	1,0	53,2		
Obras		435,2			27,4		
				∑	80,6	0,16	
Obras	Gás butano	15,2	63,0	1,0	1,0	0,002	
UF	Electricidade	15843,4	487,0	-	2143,3		
Obras		15092,5			2041,7		
				∑	4184,9	8,1	
<u>TOTAL</u>					51547,9	100,0	

Anexo F. Dados utilizados e resultados obtidos pela metodologia baseada em parâmetros específicos para estimativa de emissões de CO₂ provenientes do consumo de electricidade

Sector de actividade	Consumo energético (GJ)	Consumo energético (kWh)	Factor de conversão (GJ/kWh)	Factor de emissão (g CO ₂ /kWh)	Emissões CO ₂ (t)
UF	15843,4	4400944,4	0,0036	487	2143,3
Obras	15092,5	4192361,1			2041,7
TOTAL					4184,9

Anexo G. Emissões de GEE obtidas em *GHG Protocol tool for stationary combustion version 4.0*



Dados a introduzir pelo utilizador							Emissões de GEE (t)			
Fonte emissão	Sector	Tipo de combustível	Combustível	Quantidade	Unidades	Poder calorífico	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GEE (t CO ₂ e)
Obras	Construção	Fóssil líquido	Gasolina	95,1	GJ	Superior	6,261	2,710E-04	5,421E-05	6,284
Obras	Construção	Fóssil líquido	Gasóleo	601477,6	GJ	Superior	42341,016	1,714E+00	3,428E-01	42486,038
Obras	Construção	Fóssil gasoso	GPL	450,4	GJ	Superior	25,578	5,314E-04	5,314E-05	25,600
UF	Institucional	Fóssil líquido	Gasóleo	2113,3	GJ	Superior	148,766	2,008E-02	1,205E-03	149,627
UF	Institucional	Fóssil gasoso	GPL	844,6	GJ	Superior	47,965	3,801E-03	7,601E-05	48,083
UF	Institucional	Fóssil gasoso	Gás natural	2545,1	GJ	Superior	128,502	1,145E-02	2,291E-04	128,857
							Total emissões GEE provenientes de combustíveis fósseis (t CO ₂ e):			42844,488
							Total emissões CO ₂ provenientes de biomassa (t):			0,000

Anexo H. Emissões de GEE obtidas em *GHG Protocol tool for mobile combustion version 2.0*



The Greenhouse Gas Protocol Initiative
The foundation for sound and sustainable climate strategies

Fonte emissão	Região	Meio de transporte	Âmbito	Tipo de dados	Dados		Emissões de GEE						
					Combustível	Quantidade	Unidades	CO ₂ (t)	CH ₄ (kg)	N ₂ O (kg)	Total emissões GEE (t CO _{2e})	Emissões CO ₂ provenientes de biodiesel (t)	
Frota automóvel	Outra	Rodoviário	Âmbito 1	Consumo de combustível	Gasolina	23,5	Metro cúbico	53,381			53,381	0	
Frota automóvel	Outra	Rodoviário	Âmbito 1	Consumo de combustível	Gasóleo	899,6	Metro cúbico	2407,624			2407,624	0	
Total (t CO_{2e})									2461,005	0	0	2461,005	0

Modo de transporte	Âmbito de registo	Emissões provenientes do uso de combustíveis fósseis			Emissões provenientes do uso de biodiesel (t)
		CO ₂ (t)	CH ₄ (kg)	N ₂ O (kg)	
Rodoviário	Âmbito 1	2461,005	0	0	0
	Âmbito 3	0	0	0	
Ferroviário	Âmbito 1	0	0	0	0
	Âmbito 3	0	0	0	
Marítimo	Âmbito 1	0	0	0	0
	Âmbito 3	0	0	0	
Aéreo	Âmbito 1	0	0	0	0
	Âmbito 3	0	0	0	
Total emissões (t CO_{2e})		2461,005	0	0	0
Total emissões GEE (t CO_{2e})		2461,005			

Anexo I. Emissões de GEE obtidas em *GHG Protocol tool for stationary combustion version 4.0*



The Greenhouse Gas Protocol Initiative
The foundation for sound and sustainable climate strategies

Dados do sector de actividade			Dados do consumo energético				Factor emissão (kg CO ₂ /kWh)	Emissão CO ₂ (t)	Emissão CH ₄ (t)	Emissão N ₂ O (t)	Emissão CO _{2e} (t)
Sector de actividade	% do consumo de electricidade	País	Ano	Fonte energética para produção da electricidade	Quantidade	Unidades					
UF	100	Portugal	2006	Mista	4400944,4	kWh	0,416424	1832,659	-	-	1832,659
Obras	100	Portugal	2006	Mista	4192361,1	kWh	0,416424	1745,8	-	-	1745,8
							Total emissões CO ₂ (t)	3578,459	Total emissões CO _{2e} (t)		3578,459