

DESAFIOS DO PROTOCOLO DE QUIOTO NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

- DIAGNÓSTICO E PERSPECTIVAS -





EQUIPA TÉCNICA

Coordenação Técnica: Sérgio Costa

Execução Técnica: Elisete Pereira

Sérgio Almeida

Colaboração: Gonçalo Lobo

Joana Castro

Rodrigo Salles

Projecto Gráfico: Luciana Coutinho

Consultoria Científica: António Brito (Universidade do Minho)

Regina Nogueira (Universidade do Minho)



SECRETARIA REGIONAL
DO AMBIENTE E DO MAR
DIRECÇÃO REGIONAL DO ORDENAMENTO
DO TERRITÓRIO E DOS RECURSOS HÍDRICOS





ADVERTÊNCIA

Sendo certo que a temática das alterações climáticas constitui um assunto de extrema actualidade, também é necessário reconhecer que a sua abordagem requer a disponibilidade de um conjunto de dados suficientemente sistematizados e desagregados que, em certos casos, não se verifica a nível da Região Autónoma dos Açores.

Estas limitações, que também ocorrem a nível nacional, implicaram o recurso a exercícios de extrapolação, que deverão ser aferidos com a evolução de estudos sectoriais e de procedimentos sistemáticos de recolha de dados regionais orientados para este fim. Nesse sentido, recomenda-se o enquadramento dos resultados apresentados nesta fase dos trabalhos como ponto de partida para um processo de análise crítica, revisão e validação por parte dos *stakeholders* regionais afectos aos diferentes sectores de actividade, nomeadamente em termos de dados de actividade utilizados e de adequabilidade das metodologias adoptadas a nível nacional e internacional no contexto das especificidades regionais¹.

Não obstante reconhecerem-se estas limitações, o presente relatório procura contribuir para enquadrar a Região Autónoma dos Açores no processo nacional de monitorização de emissões de gases com efeito de estufa, concretizando uma primeira aplicação a nível regional das metodologias adoptadas na elaboração do *National Inventory Report*, editado anualmente pelo Instituto do Ambiente.

¹ Neste contexto, e numa perspectiva evolutiva de consolidação dos dados e metodologias adoptadas, explicitam-se os pressupostos assumidos (**Anexo II**) e os dados cuja validação e eventual adaptação permitiria aumentar o grau de confiança dos resultados obtidos (**Anexo III**).



SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente documento pretende concretizar uma análise exploratória à situação da Região Autónoma dos Açores no contexto do Protocolo de Quioto e do designado “mercado do carbono”, procurando estabelecer referenciais para o posterior aprofundamento de estudos de fundamentação técnica, que potenciem os respectivos mecanismos numa perspectiva de dinamização e promoção da eco-eficiência nas actividades económicas e nos processos de planeamento regional.

Nesse sentido, efectuou-se uma primeira aplicação da metodologia adoptada no *National Inventory Report* (editado anualmente pelo Instituto do Ambiente) à Região Autónoma dos Açores, com o objectivo de estimar as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) no contexto regional, de forma coerente com as estimativas nacionais. Para a concretização desse desiderato, consideraram-se as emissões durante o período de 1990 a 2004 associadas a cinco *categorias*: i) energia (indústrias de energia, indústrias transformadoras e de construção, transportes e outros sectores), ii) processos industriais (consumo de halocarbonetos e hexafluoreto de enxofre), iii) agricultura (fermentação entérica, gestão de estrume, solos agrícolas), iv) floresta (florestação, reflorestação e desflorestação) e v) resíduos e águas residuais (gestão de resíduos sólidos e tratamento de águas residuais).

Neste contexto, os resultados obtidos permitem estimar um **balanço de emissões regionais** de GEE na ordem das 2 200 kt CO₂e em 2004 (cerca de 3 % do total nacional). Por outro lado, contabilizando os sumidouros de carbono da Região, configura-se um balanço líquido de cerca de 2 000 kt CO₂e. A análise de evolução temporal dos resultados permite inferir um aumento de cerca de 59 % das emissões regionais entre 1990 e 2004, o que constitui uma taxa superior à estimada para o contexto nacional, para o que concorre o facto da Região apresentar, no mesmo período, níveis de crescimento da mesma ordem de grandeza em sectores socioeconómicos bastante relevantes em termos de emissões. Por outro lado, uma análise territorial permite identificar a ilha de São Miguel como a mais significativa no contexto das emissões de GEE, representando cerca de metade do total das emissões regionais.

A categoria **energia** representa cerca de 73% do total de emissões estimadas para a Região, sendo o GEE dominante no contexto desta categoria o CO₂, representando cerca de 99% do total de emissões. Uma análise sectorial demonstra que são os transportes e as indústrias de energia as actividades mais relevantes nesta categoria em termos de emissões de GEE, representando respectivamente 49% e 28% do total estimado para a mesma.

A categoria associada à **agricultura** corresponde a cerca de 25% do total de emissões estimadas para a Região e verifica-se que o metano é o GEE mais significativo neste contexto (representando cerca de 57% do total de emissões). Em termos sectoriais, é possível inferir que a fermentação entérica é o sector mais relevante, correspondendo a mais de metade do total das emissões (61%).

A categoria de **processos industriais** corresponde apenas a cerca de 0,1% das emissões totais estimadas, constatando-se que as actividades relacionadas com a refrigeração comercial são as principais responsáveis pela emissão de GEE (associadas a halocarbonetos) nessa categoria.



No que concerne à **floresta**, os dados obtidos permitem constatar que os valores de perda anual de biomassa representam apenas cerca de 22 % dos quantitativos estimados para o respectivo incremento, o que resulta num aumento gradual da capacidade de absorção de carbono ao longo do período analisado, atingindo em 2004 um potencial líquido de sequestro de carbono de cerca de 240 kt CO₂e.

A gestão de **resíduos e águas residuais** tem o metano como o GEE mais significativo (cerca de 70% do total de emissões). Para este facto contribui a actual inexistência de infra-estruturas de destino final que promovam a valorização orgânica através do aproveitamento energético do metano bioproduzido.

Relativamente às perspectivas de participação no designado “mercado do carbono”, é possível identificar algumas actividades com potencial mas, reconhece-se, a sua avaliação carecerá de um exercício mais específico. Ainda assim, algumas oportunidades existirão em diversas actividades, tais como a gestão florestal, a produção de energia por fontes renováveis e a gestão de resíduos e águas residuais.

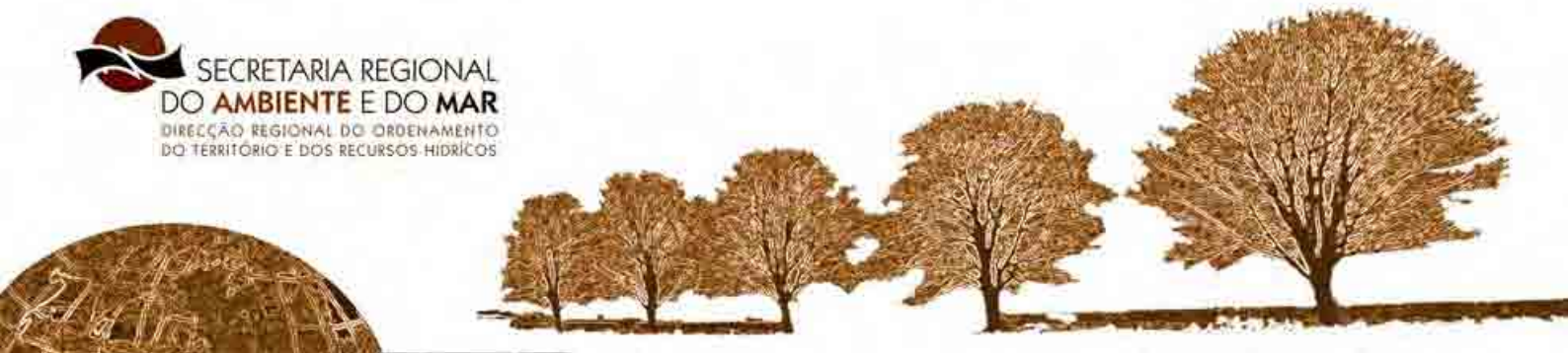


ÍNDICE DE CONTEÚDOS

SUMÁRIO EXECUTIVO	4
NOMENCLATURA.....	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Estrutura do Documento	15
1.2 Objectivos.....	16
1.3 Enquadramento	16
1.3.1 Alterações Climáticas.....	16
1.3.2 Protocolo de Quioto.....	18
i) Compromissos	18
ii) Mecanismos	19
1.3.3 Sinopse Nacional	20
2 Os AÇORES E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: FACTOS E NÚMEROS.....	25
2.1 Síntese de Evolução Climática	25
2.2 Caracterização Socioeconómica	26
2.2.1 Energia.....	26
2.2.2 Processos Industriais	27
2.2.3 Agricultura	28
2.2.4 Floresta	28
2.2.5 Resíduos e Águas Residuais	29
2.2.6 Outros Aspectos.....	30
3 ESTIMATIVA DE EMISSÕES REGIONAIS DE GEE	31
3.1 Abordagem Metodológica.....	31
3.2 Análise Sectorial	34
3.2.1 Energia.....	34
3.2.1.1 Indústrias de Energia	34
3.2.1.2 Indústrias Transformadoras e de Construção	36
3.2.1.3 Transportes	38
3.2.1.4 Outros Sectores	40
3.2.1.5 Análise Síntese	41
3.2.2 Processos Industriais	44
3.2.2.1 Consumo de Halocarbonetos e Hexafluoreto de Enxofre	44
3.2.3 Agricultura	48
3.2.3.1 Fermentação Entérica	48
3.2.3.2 Gestão de Estrume	49
3.2.3.3 Solos Agrícolas	50
3.2.3.5 Análise Síntese	51



3.2.4 Floresta.....	54
3.2.3.4 Florestação, Reflorestação e Desflorestação	54
3.2.5 Resíduos e Águas Residuais.....	58
3.2.5.1 Gestão de Resíduos Sólidos	58
3.2.5.2 Tratamento de Águas Residuais	59
3.2.5.3 Análise Síntese.....	60
3.3 Análise Regional	64
3.3.1 Balanço Regional de Emissões de GEE.....	64
3.3.2 Análise por Tipo de GEE	68
3.3.3 Categorias e Sectores Mais Relevantes no Contexto das Emissões de GEE	69
3.3.4 Análise Comparativa entre Ilhas e Outras Regiões/Países	71
3.3.5 Situação Regional no Contexto do Comércio Europeu de Licenças de Emissão	74
4 PERSPECTIVAS PARA PARTICIPAÇÃO NO MERCADO DO CARBONO	75
5 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
7 BIBLIOGRAFIA	79
7.1 Referências Bibliográficas.....	79
7.2 Fontes de Informação	80
Anexo I VALORES DE GWP (GLOBAL WARMING POTENCIAL)	83
Anexo II SÍNTESE DOS PRESSUPOSTOS ASSUMIDOS	87
Anexo III TIPO DE DADOS UTILIZADOS E RESPECTIVAS FONTES.....	93
Anexo IV MÉTODOS DE CÁLCULO E DADOS DE BASE	101



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Estrutura do Documento	15
Figura 2	Evolução das emissões de GEE em vários países signatários do Protocolo de Quioto (1990-2004)	21
Figura 3	Balanço líquido de emissões GEE (no cenário de referência do PNAC)	22
Figura 4	Evolução da temperatura média anual e da precipitação média anual em Ponta Delgada (1900-2000) ..	25
Figura 5	Abordagem metodológica adoptada para a estimativa de emissões de GEE	32
Figura 6	Método de cálculo adoptado para a estimativa de emissões de GEE	33
Figura 7	Emissões de GEE associadas às indústrias de energia (1990-2004)	35
Figura 8	Evolução anual do PIB, emissões de GEE e indicadores correlacionados com as indústrias de energia (1990-2004)	36
Figura 9	Emissões de GEE associadas às indústrias transformadoras, de construção e de extracção (1990-2004) ..	37
Figura 10	Análise sectorial das emissões de GEE associadas às indústrias transformadoras e de construção (1990-2004) ..	38
Figura 11	Emissões de GEE associadas ao sector dos transportes (1990-2004)	39
Figura 12	Análise sectorial das emissões de GEE associadas aos transportes (1990-2004)	39
Figura 13	Emissões de GEE associadas a outros sectores (1990-2004)	40
Figura 14	Análise sectorial das emissões de GEE associadas a outros sectores (1990-2004)	41
Figura 15	Emissões de GEE associadas à categoria de produção e consumo de energia (1990-2004)	42
Figura 16	Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria de produção e consumo de energia (1990-2004) ..	42
Figura 17	Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria de produção e consumo de energia (2004)	43
Figura 18	Emissões de GEE associadas à categoria de processos industriais (1990-2004)	45
Figura 19	Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria de processos industriais (1990-2004)	46
Figura 20	Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria de processos industriais (2004)	47
Figura 21	Emissões de GEE associadas ao sector da fermentação entérica (1990-2004)	48
Figura 22	Emissões de GEE associadas ao sector da gestão de estrume (1990-2004)	49
Figura 23	Emissões de GEE associadas ao sector dos solos agrícolas (1990-2004)	50
Figura 24	Análise sectorial das emissões de GEE associadas aos solos agrícolas (via directa) (1990-2004)	51
Figura 25	Emissões de GEE associadas à categoria da agricultura (1990-2004)	52
Figura 26	Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria da agricultura (1990-2004)	52
Figura 27	Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria da agricultura (2004)	53
Figura 28	Evolução do incremento e da perda de biomassa florestal (1990-2004)	55
Figura 29	Evolução do balanço de CO ₂ associado à biomassa florestal (1990-2004)	56
Figura 30	Análise territorial das emissões de GEE (balanço de CO ₂) associadas à categoria de floresta (2004) ..	57
Figura 31	Análise sectorial das emissões de GEE associadas ao sector de gestão de resíduos sólidos (1990-2004)	58
Figura 32	Emissões de GEE associadas ao sector de tratamento de águas residuais (1990-2004)	59
Figura 33	Análise sectorial das emissões de GEE associadas ao sector de tratamento de águas residuais (1990-2004)	60
Figura 34	Emissões de GEE associadas à categoria de gestão de resíduos e águas residuais (1990-2004)	61

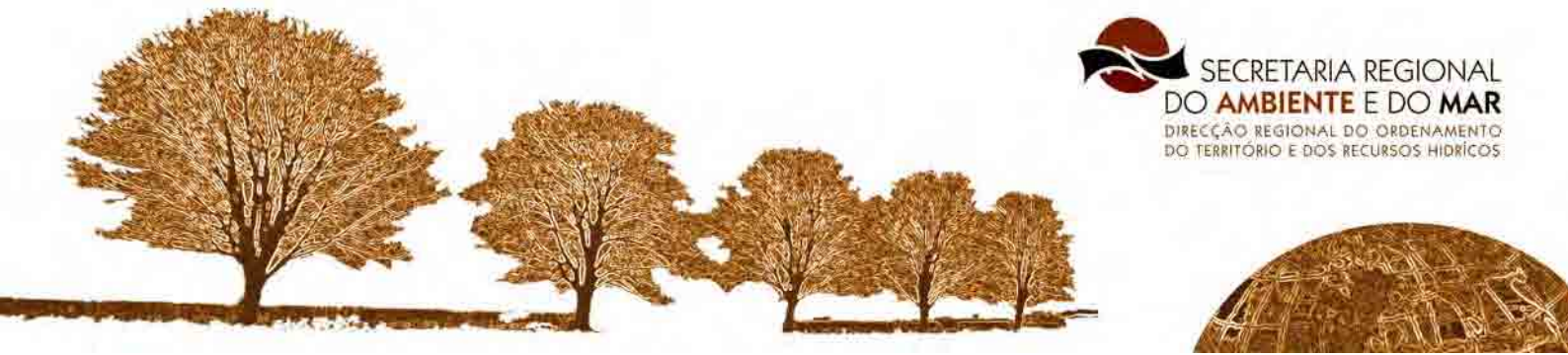


Figura 35	Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria de gestão de resíduos e águas residuais (1990-2004).....	62
Figura 36	Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria de gestão de resíduos e águas residuais (2004) .	63
Figura 37	Balanço regional de emissões (2004).....	65
Figura 38	Emissões de GEE e comparação com a meta do Protocolo de Quioto (assumindo a nível regional o compromisso nacional) (1990-2004).....	67
Figura 38	Emissões por tipo de GEE (1990-2004).....	68
Figura 39	Emissões de GEE associadas a cada categoria (1990-2004).....	69
Figura 40	Actividades mais relevantes em termos de emissões de GEE (1990-2004).....	70
Figura 41	Emissões de GEE estimadas para cada ilha (1990-2004).....	71
Figura 42	Análise territorial das emissões totais de GEE (2004).....	72
Figura 43	Emissão de GEE em diversos países.....	73
Figura A.1	Consumo de combustível (fuelóleo e gasóleo) para produção de energia eléctrica (1990-2004).....	106
Figura A.2	Energia produzida pelas centrais geotérmicas dos Açores (1990-2004).....	106
Figura A.3	Consumo de combustível pelos barcos estrangeiros e nacionais (1993-2003).....	125
Figura A.4	Percentagem dos gases fluorados (1990-2004).....	138
Figura A.5	Número de equipamentos de ar condicionado instalados (1990-2004).....	141
Figura A.6	Número de equipamentos de ar condicionado em stock (1990-2004).....	141
Figura A.7	Quantidade de RSU recolhida (1990-2004).....	168
Figura A.8	Produção de RI (1990-2004).....	169



ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1	Fontes antropogénicas de GEE.....	17
Quadro 2	Comparação dos compromissos nacionais no âmbito do Protocolo de Quioto com as estimativas de emissão (2008-2012).....	23
Quadro 3	Balanco regional de emissões (1990 e 2004)	64
Quadro 4	Análise de sensibilidade relativamente ao balanço de emissões de GEE.....	66
Quadro 5	Análise de sensibilidade relativamente à evolução das emissões de GEE	67
Quadro 6	Balanco de resultados do comércio europeu de licenças de emissão no contexto regional (referente a 2005).....	74
Quadro A.1	Valores de Potencial de Aquecimento Global ou <i>Global Warming Potencial</i> dos gases causadores de efeito de estufa e principais precursores halogenados.....	85
Quadro A.2	Resumo dos pressupostos assumidos	89
Quadro A.3	Dados utilizados e respectivas fontes.....	95
Quadro A.4	Parâmetros necessários para o cálculo das emissões de poluentes provenientes da produção de energia e calor.....	105
Quadro A.5	Factores de emissão estimados para as centrais geotérmicas.....	105
Quadro A.6	Factores de emissão para a generalidade dos sub-sectores cujas estimativas são efectuadas por abordagem energética	109
Quadro A.7	Factores de emissão de CH ₄ para o sub-sector de fabricação de produtos cerâmicos.....	110
Quadro A.8	Factores de emissão de CO ₂ e N ₂ O para o sub-sector de fabricação de cimento.....	110
Quadro A.9	Factores de emissão de CH ₄ para o sub-sector de fabricação de cimento.....	110
Quadro A.10	Factores de emissão para a indústria extractiva.....	111
Quadro A.11	Factores de emissão para a indústria de construção.....	111
Quadro A.12	Valores de PIB pm (preços correntes) para Portugal e para os Açores (1990-2004)	112
Quadro A.13	Razões de volume de negócios por CAE	112
Quadro A.14	Consumo de combustível na fabricação de produtos metálicos (1990-2004).....	113
Quadro A.15	Consumo de combustível nas indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco (1990-2004).....	113
Quadro A.16	Consumo de combustível para fabricação de têxteis (1990-2004)	114
Quadro A.17	Consumo de combustível para fabricação de produtos minerais não metálicos (1990-2004)	114
Quadro A.18	Consumo de combustível para fabricação de cimento (1990-2004)	115
Quadro A.19	Consumo de combustível para fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas (1990-2004) ..	115
Quadro A.20	Consumo de combustível nas indústrias da madeira (1990-2004)	116
Quadro A.21	Consumo de combustível para fabricação de máquinas e equipamentos (1990-2004).....	116
Quadro A.22	Consumo de combustível na indústria extractiva (1990-2004).....	117
Quadro A.23	Consumo de combustível nas indústrias de construção (1990-2004).....	117
Quadro A.24	Valores de poder calorífico para cada tipo de combustível.....	121



Quadro A.25	Valores dos factores de emissão para cada tipo de combustível.....	121
Quadro A.26	Parâmetros necessários para o cálculo das emissões de GEE provenientes de embarcações	121
Quadro A.27	Parâmetros necessários para o cálculo das emissões do transporte aéreo	122
Quadro A.28	Valores de gasolina consumidos na Região (1992-2002)	123
Quadro A.29	Valores de gasóleo consumidos na Região (1992-2002)	123
Quadro A.30	Valores de GPL consumidos na Região (1992-2002)	124
Quadro A.31	Número de entradas nos portos (1990-2004)	125
Quadro A.32	Quantidade de jet fuel consumidos pela aviação (1990-2004).....	125
Quadro A.33	Movimentos de emissões na aterragem/descolagem da aviação regional(1990-2004)	126
Quadro A.34	Quantidade de movimentos de emissões de aterragem/descolagem efectuadas por empresas nacionais e estrangeiras (2001).....	126
Quadro A.35	Parâmetros relativos aos poluentes dióxido de carbono, metano e óxido de azoto para o sector doméstico	128
Quadro A.36	Parâmetros relativos aos poluentes dióxido de carbono, metano e óxido de azoto para o sector dos serviços, da agricultura e da pesca.....	129
Quadro A.37	Valores de população de Portugal e Açores (1990-2004).....	129
Quadro A.38	Consumo de combustíveis nos sectores doméstico, serviços, agricultura e pescas (1990-2004)	130
Quadro A.39	Factores de emissão para os gases HFC para os equipamentos domésticos de refrigeração	135
Quadro A.40	Factores de emissão para os gases HFC para os equipamentos comerciais de refrigeração	136
Quadro A.41	Factor de emissão para os gases HFC para os equipamentos de transporte refrigerados.....	136
Quadro A.42	Factor de emissão para os gases HFC para os equipamentos de ar condicionado fixos	136
Quadro A.43	Factor de emissão para os gases HFC para os equipamentos de ar condicionado móveis	136
Quadro A.44	Factores de emissão necessários para o cálculo das emissões provenientes das espumas	137
Quadro A.45	Percentagem de domicílios com frigorífico e arca congeladora (1990-2004).....	137
Quadro A.46	Número de instalações comerciais com equipamentos de refrigeração	139
Quadro A.47	Factores para determinação do número de equipamentos	139
Quadro A.48	Número de equipamentos de refrigeração comerciais existentes (1990-2004)	140
Quadro A.49	Valores de percentagem de veículos ligeiros com ar condicionado	142
Quadro A.50	Vendas de veículos	142
Quadro A.51	Quantidades de F-Gases usados para produção de espumas (1990-2004).....	143
Quadro A.52	Quantidade de SF ₆ existente em equipamentos eléctricos (1990-2004).....	143
Quadro A.53	Factores de emissão utilizados para o cálculo das emissões de CH ₄ provenientes da fermentação entérica	145
Quadro A.54	Número de animais de cada espécie (1990-2004).....	145
Quadro A.55	Factores de emissão específicos para cada tipo de animal	148
Quadro A.56	Factores de emissão específicos de cada sistema de tratamento e gestão	148
Quadro A.57	Valores da média anual de excreção do azoto por cabeça para cada tipo de animal.....	149
Quadro A.58	Valores da quantidade de estrume de cada tipo de animal gerido nos vários sistemas de gestão....	150
Quadro A.59	Factores de emissão utilizados	155
Quadro A.60	Parâmetros necessários para o cálculo das emissões indirectas	156
Quadro A.61	Estimativa da quantidade de fertilizante utilizada.....	156



Quadro A.62	Valores dos factores de emissão utilizados	157
Quadro A.63	Valores de produção das culturas fixadoras de azoto (1990-2004)	157
Quadro A.64	Valores de produção das culturas (1990-2004)	158
Quadro A.65	Valores dos parâmetros necessários para o cálculo do azoto fixado por culturas e da quantidade anual de biomassa residual tendo com destino final o solo.....	158
Quadro A.66	Valores dos parâmetros necessários para o cálculo da quantidade anual de resíduos de culturas repostos no solo	159
Quadro A.67	Valores de fracção do resíduo de culturas queimadas antes e depois da colheita.....	159
Quadro A.68	Parâmetros utilizados no cálculo do incremento.....	161
Quadro A.69	Área florestal estimada de coníferas (1990-2004)	162
Quadro A.70	Quantidade estimada de biomassa florestal sujeita a corte (1990-2004)	162
Quadro A.71	Parâmetros utilizados no cálculo do potencial de geração do metano para os resíduos sólidos urbanos .	165
Quadro A.72	Parâmetros utilizados no cálculo do potencial de geração do metano para os resíduos industriais..	165
Quadro A.73	Estimativas da população residente (1999-2004)	167
Quadro A.74	Parâmetros utilizados para a estimativa dos factores de emissão.....	172
Quadro A.75	Factores de emissão utilizados para o cálculo da emissão de poluentes com origem nas águas residuais industriais.....	172
Quadro A.76	Valores de percentagem de população abrangida por sistemas de tratamento de águas residuais .	173
Quadro A.77	Instalações de tratamento e rejeição nas ilhas em 2005.	173
Quadro A.78	Capitação proteica proveniente das águas residuais domésticas para o cálculo da emissão de N ₂ O ...	174
Quadro A.79	Fracção de azoto na proteína com origem nas águas residuais domésticas e respectivo factor de emissão para o cálculo da emissão de N ₂ O	174
Quadro A.80	Valores anuais de carga orgânica rejeitada entre 1990 e 2004	174



NOMENCLATURA

Substâncias e Unidades

CFC: Clorofluorocarbonetos

CO₂: dióxido de carbono

CO₂e: dióxido de carbono equivalente

COVNM: compostos orgânicos voláteis não metânicos

GEE: gases com efeito de estufa

ha: hectare

hab: habitantes

hab.eq: habitantes equivalentes

HCFC: Hidroclorofluorocarbonetos

HFC: Hidrofluorocarbonetos

kt: mil toneladas

SF₆: Hexafluoreto de enxofre

Entidades / Instituições

AEA: Agência Europeia do Ambiente

DGGE: Direcção Geral de Geologia e Energia

DRRF: Direcção Regional dos Recursos Florestais

FAO: Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura)

IA: Instituto do Ambiente

INE: Instituto Nacional de Estatística

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas)

SREA: Serviço Regional de Estatística dos Açores



Instrumentos de política, planeamento e gestão

GPG: Good Practice Guidance (Guia de Boas Práticas)

IC: Mecanismos de Implementação Conjunta

MDL: Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

NIR: National Inventory Report

PERIEA: Plano Estratégico de Resíduos Industriais e Especiais dos Açores

PNALE: Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão

PQ: Protocolo de Quioto

TE: Mecanismos de Transacção de Emissões

TE GEE: Título de Emissão de GEE

Outros

FER: Fontes de Energia Renováveis

FRD: Florestação, Reflorestação e Desflorestação (abreviatura utilizada no âmbito do n.º 3 do artigo 3.º do Protocolo de Quioto)

LTO: *Landing/Take-off* (Aterragem/Descolagem)

PAG: Potencial de Aquecimento Global

PIB: Produto Interno Bruto

QA: Quantidade Atribuída

RAA: Região Autónoma dos Açores

VAB: Valor Acrescentado Bruto

1 | INTRODUÇÃO

1.1 | Estrutura do Documento

O presente relatório encontra-se estruturado de acordo com o descrito na **Figura 1**.



Figura 1 Estrutura do Documento



1.2 | Objectivos

O **objectivo geral** do presente trabalho consiste na concretização de uma primeira abordagem ao posicionamento da Região Autónoma dos Açores no contexto do designado *mercado do carbono*, estabelecendo referenciais para o posterior desenvolvimento de estudos de aprofundamento e fundamentação técnica.

Neste contexto, e atendendo às directrizes do Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), assumiram-se os seguintes **objectivos específicos**:

- Efectuar uma estimativa das emissões de GEE a nível regional (contemplando análises temporais, territoriais e de *benchmarking*);
- Identificar as actividades mais relevantes em termos de emissão de GEE na Região Autónoma dos Açores;
- Caracterizar sumariamente as actividades identificadas, procurando sistematizar informação sobre os sectores com maior potencial no contexto do mercado do carbono.

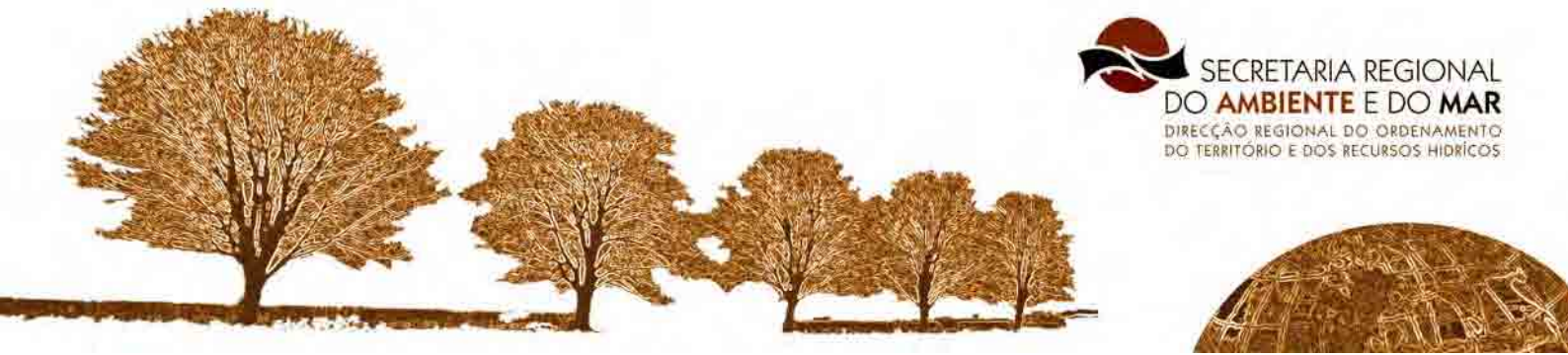
Refira-se ainda que o presente trabalho poderá enquadrar-se como elemento contributivo para as directrizes recentemente emanadas pela Assembleia Legislativa Regional, que recomendam ao Governo Regional dos Açores a apresentação anual de um relatório informativo sobre o clima e a qualidade do ar na Região (Resolução da Assembleia Legislativa da Região Autónoma dos Açores n.º 10/2007/A, de 18 de Junho).

1.3 | Enquadramento

1.3.1 | Alterações Climáticas

O fenómeno das alterações climáticas é actualmente considerado um problema à escala global, uma vez que se associa a impactes ambientais de elevada magnitude (nomeadamente nos ecossistemas terrestres e aquáticos, na saúde humana, na disponibilidade de água e na capacidade produtiva dos sectores económicos), sendo o ritmo acelerado com que os mesmos estão a ocorrer um factor de crescente preocupação. Na verdade, o clima assume-se como um dos aspectos mais significativos para a espacialização geográfica das actividades naturais e antropogénicas e, de certa forma, constitui-se como factor condicionador de toda a evolução socioeconómica a longo prazo.

De um modo geral, pese embora alguma controvérsia sobre as causas do fenómeno, a comunidade científica reconhece que as temperaturas à superfície da Terra estão a aumentar, associando esse facto a ciclos naturais de aquecimento global e/ou às crescentes concentrações de determinados gases na atmosfera (principalmente no último século), os quais absorvem parte das radiações infravermelhas que a superfície terrestre irradia para o



espaço, provocando uma retenção de calor (fenómeno que se designa por “efeito de estufa”). Este fenómeno é responsável pelo aquecimento global, cujos impactes são estimados num aumento de temperatura de cerca de 1,4°C a 5,8°C à escala global até 2100 (relativamente às temperaturas de 1990), bem como num aumento do nível do mar entre 15 e 95 cm, projecções estas efectuadas pelo Painel Intergovernamental das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (IPCC)². Não obstante o reconhecimento da sua ocorrência e da magnitude dos seus impactes, é importante salientar a dificuldade que está associada a qualquer tipo de previsão em termos de alterações climáticas, devido à grande complexidade que caracteriza o sistema climático global e às actuais limitações em termos de modelos e análise. De uma forma sumária, as consequências resultantes das alterações climáticas poder-se-ão traduzir por:

- Aumento do nível do mar, com risco de submersão de zonas marinhas;
- Degelo dos glaciares;
- Alterações de temperatura e do ciclo hidrológico, com consequências a nível da ocorrência de fenómenos hidrológicos extremos (cheias e secas).

Os gases que contribuem de forma mais significativa para o efeito de estufa são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e os compostos halogenados (como os HFC, PFC e SF₆). As principais fontes antropogénicas destes gases, assim como a sua importância relativa para o aquecimento global, apresentam-se no **Quadro 1**.

Quadro 1 Fontes antropogénicas de GEE

Gás	Principais Fontes Antropogénicas	Contribuição Global (%)
CO ₂	Utilização de energia, desflorestação e alteração do uso do solo, produção de cimento	64
CH ₄	Produção e utilização de energia, pecuária, agricultura (principalmente arrozais), aterros sanitários, combustão de biomassa e águas residuais	20
Compostos halogenados (HFC, PFC e SF ₆)	Indústria, refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes	10
N ₂ O	Fertilizantes, produção de ácidos, combustão de biomassa e de combustíveis fósseis	6

Fonte: [1]

² Comunicação da Comissão, de 9 de Fevereiro de 2005, «Ganhar a batalha contra as alterações climáticas globais» (COM 2005/35 - Jornal Oficial C 125 de 21 de Maio de 2005)



Para efeitos de normalização e comparação, as emissões destes seis gases com efeito de estufa são expressas em CO₂ equivalente (CO₂e), estimadas com base no seu Potencial de Aquecimento Global³ (GWP, de *Global Warming Potential*), considerando um período de 100 anos.

1.3.2 | Protocolo de Quioto

No contexto do plano de acção relativamente à problemática das Alterações Climáticas, quase duas centenas de Estados, entre os quais Portugal, ratificaram a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CQNUAC), outorgada em 1992 na Cimeira da Terra (realizada no Rio de Janeiro), cujo objectivo principal foi a estabilização, até ao ano 2000, das concentrações de GEE na atmosfera aos níveis de 1990.

Posteriormente, em 1997, a comunidade internacional adoptou o Protocolo de Quioto (PQ), procurando garantir um maior compromisso de redução das emissões. O PQ viria a entrar em vigor a 16 de Fevereiro de 2005, na sequência da apresentação dos instrumentos de ratificação por parte de 55 países, representando um mínimo de 55% das emissões totais de dióxido de carbono verificadas em 1990 pelas Partes incluídas no Anexo I à CQNUAC.

i) Compromissos

O Protocolo de Quioto pretende garantir o combate efectivo às alterações climáticas através do estabelecimento de compromissos quantificados de limitação ou redução das emissões dos seis principais gases com efeito de estufa, tendo em vista uma redução global que permita atingir, até 2012, níveis pelo menos 5% inferiores aos verificados em 1990.

O esforço de redução exigido a cada uma das Partes do Protocolo é variável, estabelecendo-se que os Estados Membros da Comunidade Europeia poderiam cumprir em conjunto os seus compromissos (que configuram uma meta global de redução de 8% das emissões de GEE no espaço comunitário), sendo definidas, ao abrigo de um compromisso comunitário de partilha de responsabilidades, metas diferenciadas para cada Estado Membro. Estes compromissos foram assumidos por Portugal em Março de 2002, com a ratificação do Protocolo de Quioto⁴, tendo a Comunidade Europeia, em Abril desse mesmo ano, formalizado o compromisso comunitário com a aprovação do Protocolo e do Acordo de Partilha de Responsabilidades entre os Estados Membros⁵.

³ Anexo I.

⁴ Decreto n.º 7/2002, de 25 de Março.

⁵ Decisão n.º 2002/358/CE, de 25 de Abril, do Conselho.



ii) Mecanismos

Para além do desenvolvimento de políticas e medidas nacionais, o Protocolo de Quioto prevê **mecanismos de flexibilidade** (associados a princípios de mercado) aos quais os países poderão recorrer no sentido de cumprir o objectivo global de redução de emissões:

- **Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL):** promoção de projectos de redução de emissões realizados em países em desenvolvimento;
- **Implementação Conjunta (IC):** promoção de projectos de redução em países que são alvo de metas vinculativas estabelecidas no PQ e que resultam numa transferência de licenças de emissão entre países/entidades;
- **Transacção de Emissões (TE):** mecanismo de compra e venda de licenças de emissão entre países, de modo a estimular as reduções em países nos quais a sua implementação é economicamente mais eficiente.

Relativamente ao mecanismo de Transacção de Emissões, a União Europeia adoptou a designada “Directiva CELE”⁶, relativa à criação do regime de Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), destinado a favorecer a redução das emissões de gases com efeito de estufa com base em critérios de custo/eficácia e de eficiência económica. Posteriormente foi aprovada a Directiva 2004/101/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Outubro, que pretende garantir uma melhor articulação da Directiva CELE com os restantes mecanismos do Protocolo de Quioto (Mecanismos de Desenvolvimento Limpo e Implementação Conjunta). Pretende-se que esta articulação resulte numa maior diversidade de opções de baixo custo, conducentes a uma redução dos custos globais gerados pelo cumprimento do Protocolo de Quioto, aumentando também a liquidez do mercado comunitário de licenças de emissão de gases com efeito de estufa. De facto, ao estimularem a procura de créditos de IC, prevê-se que as empresas comunitárias invistam no desenvolvimento e transferência de conhecimentos e tecnologias ambientalmente eficientes. Por outro lado, a procura de créditos de MDL será igualmente estimulada, contribuindo para o cumprimento dos objectivos de sustentabilidade nos países em desenvolvimento nos quais sejam implementados projectos de MDL.

A transposição destas directrizes comunitárias para a legislação nacional foi efectuada pelo Decreto-Lei n.º 233/2004, de 14 de Dezembro, posteriormente republicado pelo Decreto-Lei n.º 72/2006, de 24 de Março, que estabelece o regime do comércio de emissões de gases com efeito de estufa (“Diploma CELE”⁷). Este instrumento encontra-se em vigor desde 1 de Janeiro de 2005, sendo uma das primeiras ferramentas de mercado em matéria de ambiente aplicadas a nível conjunto da União Europeia.

⁶ Directiva 2003/87/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro.

⁷ Importa notar que este instrumento é aplicável às Regiões Autónomas, “sem prejuízo das especificidades decorrentes da estrutura própria da administração regional autónoma” (tal como referenciado no seu artigo 36º).



1.3.3 | Sinopse Nacional

Com o intuito de estabelecer um quadro de acção nacional relativamente à problemática das alterações climáticas e aos compromissos internacionalmente assumidos, a Comissão para as Alterações Climáticas (CAC) desenvolveu o *Programa Nacional para as Alterações Climáticas* (PNAC), que procura quantificar o esforço de minimização das emissões necessário para o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal. Neste contexto, o PNAC estabelece um conjunto de políticas, medidas e respectivos instrumentos considerados relevantes para uma intervenção integrada com o objectivo de mitigação das emissões.

A sua primeira versão (PNAC 2001) foi apresentada a discussão pública em 2002. Posteriormente, o Conselho de Ministros aprovou o PNAC 2004⁸, adoptando as medidas à época tomadas como adequadas para que Portugal viesse a atingir as metas que lhe estão fixadas no âmbito do Protocolo de Quioto e do Acordo de partilha de responsabilidades da União Europeia. A revisão deste instrumento deu origem ao PNAC 2006⁹, que pretendeu reforçar a monitorização nos diversos sectores e alargar o esforço de cumprimento do Protocolo de Quioto, avaliando o compromisso de Portugal face ao primeiro período de cumprimento do PQ e sistematizando as projecções das diversas parcelas do balanço nacional líquido de emissões para o ano de 2010 (ou seja, quando estiver decorrido metade do primeiro período de cumprimento do PQ).

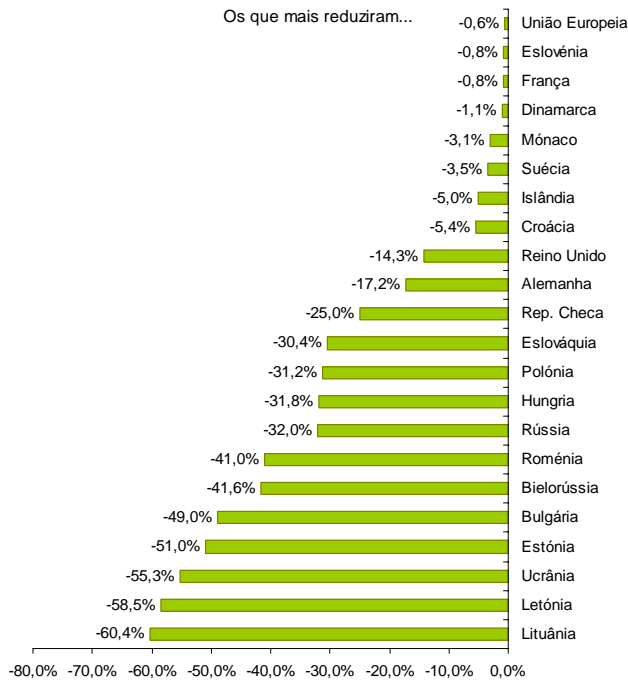
Por força do anteriormente referido acordo de partilha de responsabilidades da União Europeia, Portugal comprometeu-se a limitar até 2012 o aumento das suas emissões em 27% relativamente aos valores de 1990. Em termos quantitativos, este compromisso significa que Portugal dispõe de 385 970,45 unidades de Quantidade Atribuída (QA)¹⁰ no primeiro período de cumprimento do PQ. No entanto, a **Figura 2** permite observar que em 2004 Portugal já excedia largamente esse compromisso (+41% relativamente a 1990).

⁸ Resolução do Conselho de Ministros n.º 119/2004 (publicada no Diário da República de 31 de Julho).

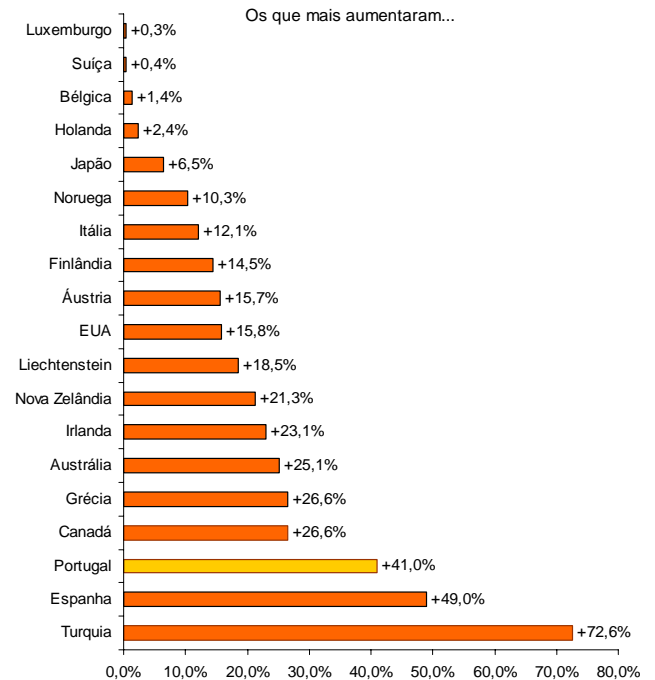
⁹ Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006 (publicada no Diário da República de 23 de Agosto).

¹⁰ Montante de emissões de GEE de origem antropogénica (expresso em unidades de CO₂e) que Portugal não deverá ultrapassar no quadro do acordo de partilha de responsabilidades da União Europeia.

Evolução das emissões entre 1990 e 2004



Evolução das emissões entre 1990 e 2004



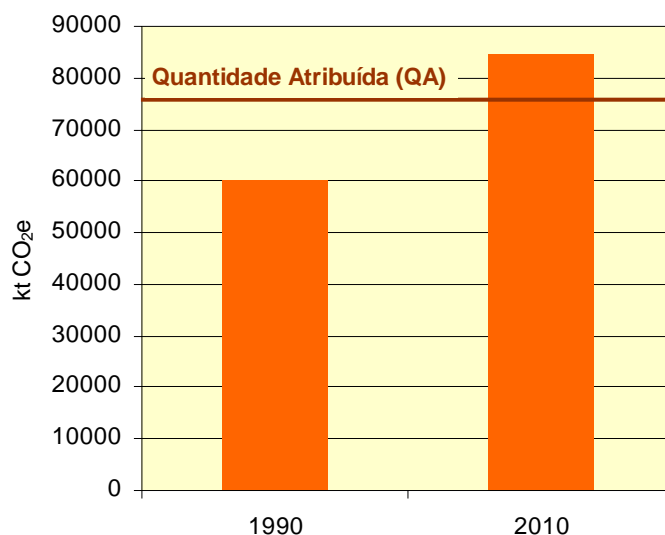
Fonte: [2]

Figura 2 Evolução das emissões de GEE em vários países signatários do Protocolo de Quioto (1990-2004)

Não obstante, e analisando as perspectivas de cumprimento dos compromissos nacionais em 2010¹¹, o PNAC apresenta uma estimativa de balanço líquido de emissões no cenário de referência¹² com valores de 84 608 kt CO₂e, ou seja, cerca de 10% superiores à Quantidade Atribuída (QA) estimada para o mesmo ano (77 194 kt CO₂e) (Figura 3).

¹¹ Considerando-se um quinto do total de unidades de Quantidade Atribuída para efeitos de avaliação, de forma a viabilizar a comparação com as estimativas para 2010 (assumido como ano médio do primeiro período de cumprimento do Protocolo de Quioto (2008-2012)).

¹² Incluindo acções de florestação, reflorestação e desflorestação (no âmbito do nº 3 do artigo 3º do Protocolo de Quioto).



Fonte: [17]

Figura 3 Balanço líquido de emissões GEE (no cenário de referência do PNAC)

No entanto, importa referir que o PNAC inclui um conjunto de políticas e medidas adicionais¹³, que pretendem configurar um acréscimo do potencial de redução de emissões de GEE avaliado em 3 687 kt CO₂e.ano⁻¹, contribuindo para uma convergência com a QA, embora mantendo-se, ainda, cerca de 5% superior ao estipulado. O PNAC preconiza que este défice possa ser suprido, em proporções a definir, por dois tipos de medidas: i) aplicação de maiores reduções às instalações abrangidas pelo CELE no próximo período (2008-2012) e ii) recurso aos mecanismos de flexibilidade do PQ.

A primeira destas medidas é gerida através do *Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão* (PNALE), que constitui a base para a atribuição das licenças de emissão às instalações abrangidas pelo CELE. O PNALE I, referente ao período 2005-2007, está a terminar e abrange 244 instalações industriais¹⁴. De acordo com as regras de funcionamento do sistema, um número determinado de licenças é distribuído gratuitamente, no início de cada ano, aos operadores CELE a quem tenha sido previamente atribuído esse direito, com base na concessão de um Título de Emissão de GEE (TE GEE). Ao fim de cada período anual, as instalações abrangidas devem entregar ao Instituto do Ambiente um volume de licenças correspondente às emissões efectuadas no ano anterior (podendo, nesse contexto, comprar ou vender licenças de emissão no mercado europeu, bem como investir em projectos no âmbito dos mecanismos de desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto que sejam susceptíveis de gerarem créditos convertíveis em licenças de emissão). A título de exemplo, note-se que tendo terminado em 30 de Abril de

¹³ Incluindo as actividades consideradas no nº 4 do artigo 3º do Protocolo de Quioto.

¹⁴ Contemplando fundamentalmente os sectores da produção de electricidade, da refinação, de cimentos e cal, do vidro, da pasta e do papel, dos metais ferrosos e da cerâmica, bem como instalações de combustão de potência superior a 20 MW térmicos (incluindo instalações dos sectores agroalimentar, agroflorestal, químico, têxtil e cogeração).

2006 o período para devolução das licenças relativas a 2005, 241 das 244 instalações nacionais procederam a esse retorno.

Não obstante os objectivos de cumprimento dos compromissos nacionais no âmbito do Protocolo de Quioto inscritos no PNAC, importa notar que as mais recentes projecções da União Europeia (apresentadas no seu relatório anual sobre os progressos para a realização do objectivo da Comunidade no âmbito do Protocolo de Quioto¹⁵) estimam que, embora possa ser possível cumprir a meta global de redução de emissões na União Europeia (-8 % relativamente a 1990), sete Estados-Membros (EU-15) dificilmente conseguirão atingir as suas metas individuais, entre os quais se inclui Portugal (**Quadro 2**) (os restantes são a Áustria, a Bélgica, a Dinamarca, a Irlanda, a Itália e a Espanha).

Quadro 2 Comparação dos compromissos nacionais no âmbito do Protocolo de Quioto com as estimativas de emissão (2008-2012)

Protocolo de Quioto	meta (% 1990)	Cenário com medidas em curso	Cenário com medidas adicionais	Cenário com medidas adicionais, mecanismos do PQ e sumidouros de carbono		
		projecções 2010 (% 1990)	projecções 2010 (% 1990)	mecanismos PQ (% 1990)	sumidouros de carbono (% 1990)	projecções 2010 (% 1990)
Portugal	+ 27,0 %	+ 46,7 %	+ 42,7 %	- 3,1 %	- 7,8 %	+ 31,9 %
EU-15	- 8,0 %	- 0,6 %	- 4,6 %	- 2,6 %	- 0,8 %	- 8,0 %
EU-10	-	- 21,4 %	- 22,4 %	0,0 %	- 0,3 %	- 22,6 %
EU-25	-	- 4,6 %	- 8,1 %	- 2,1 %	- 0,7 %	- 10,8 %

Fonte: [4]

Um programa desenvolvido em Portugal com o propósito de avaliar os impactos e medidas de adaptação multisectorial e integrada, é o Projecto *Climate Change in Portugal - Scenarios, Impacts and Adaptation Measures* – SIAM II e que veio aprofundar e expandir o âmbito das investigações iniciadas anteriormente (SIAM I). Este projecto, que decorreu nos anos 2002 e 2003, visou colmatar algumas lacunas existentes na primeira fase, abrangendo também as Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. Os sectores socioeconómicos e sistemas biofísicos sobre os quais o SIAM II assenta são os recursos hídricos, zonas costeiras, agricultura, saúde, energia, florestas e biodiversidade e pescas, tendo sido criados cenários climáticos futuros para os arquipélagos dos Açores e da Madeira. Porém, não foi efectuada uma avaliação de impactos e medidas de adaptação às alterações climáticas nessas zonas.

De acordo com dados do INE¹⁶, registou-se entre 1995 e 2004 uma tendência crescente das emissões de CO₂, a uma taxa de crescimento anual média na ordem dos 2,1%. O sector com maior responsabilidade nas emissões de

¹⁵ Relatório da Comissão “Progress Towards Achieving the Kyoto Objectives” (nos termos da Decisão n.º 280/2004/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à criação de um mecanismo de vigilância das emissões comunitárias de gases com efeito de estufa e de implementação do Protocolo de Quioto), COM (2006) 658 final de 27 de Outubro de 2006.

¹⁶ Dados de emissões atmosféricas provenientes do SNIERPA (Sistema Nacional de Inventário de Emissões Antropogénicas por Fontes e Remoção por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos) e compilados pelo IA.



CO₂ a nível nacional é a indústria transformadora apresentando, actualmente, níveis de emissão na ordem dos 26 mil kt-CO₂ (em 2004), ao passo que a indústria do ramo da produção de electricidade, gás e água, apesar das variações nas quantidades emitidas ao longo do tempo, apenas é responsável por 18 mil kt-CO₂. De referir, que o ramo das indústrias do sector da electricidade, gás e água foram as únicas onde se registou uma quebra significativa das emissões desde 2002. As variações das emissões de CO₂ devido à produção termoelétrica devem-se aos níveis de produção hídrica registados anualmente, variando na razão inversa desta.

De notar, porém, que uma análise à intensidade das emissões de CO₂ por unidade de VAB gerado em 2004, mostra que o sector da produção de electricidade, gás e água apresenta uma intensidade de aquecimento global mais elevada, dado que emite cerca de 6256 t-CO₂ por milhão de € de VAB ao passo que a indústria transformadora emite cerca de 1450 t-CO₂ por milhão de € de VAB.

Em traços gerais, comparando as emissões GEE com o crescimento do PIB para a globalidade da economia nacional e VAB para a produção industrial por sector, observa-se uma consonância na evolução destes parâmetros, com excepção do sector da produção de electricidade que tem conseguido atingir melhorias nos níveis de eficiência, principalmente após 2002, mas ainda não suficientes para os objectivos do Protocolo de Quioto.

Na sequência do projecto OIKOMATRIX II¹⁷, onde foi utilizada a metodologia MOIKO II¹⁸ para estimar as emissões nacionais e regionais referentes a 60 ramos de actividade [35], concluiu-se que os sectores mais significativos em termos de emissões de GEE são a “electricidade, gás e água,” a “indústria transformadora” e as “famílias”. Os “transportes” não figuram como significativos porque, segundo o estudo, as suas emissões encontram-se dispersas pelas actividades onde a mobilidade assume um papel essencial, como são os casos da “indústria transformadora” e das “famílias”.

¹⁷ Projecto de “Avaliação do Impacto Sócio-Económico de Instrumentos Legais de Controlo das Emissões de Gases de Efeito de Estufa”, desenvolvido pela Universidade de Aveiro.

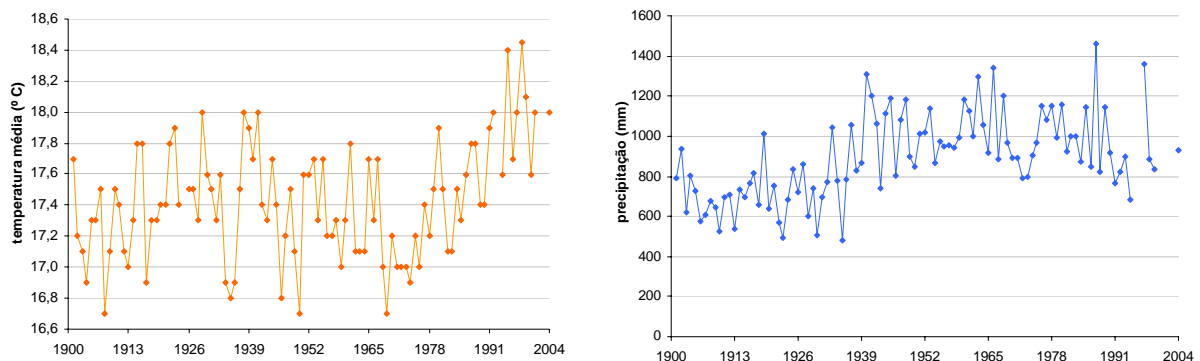
¹⁸ Metodologia que permite uma inter-relação da informação económica e ambiental de uma determinada região, medindo assim as interações entre os fluxos económicos de diversas actividades e as transferências no ambiente natural de gases de efeito de estufa.

2 | OS AÇORES E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: FACTOS E NÚMEROS

O presente capítulo pretende caracterizar, sucintamente, a situação de referência da Região Autónoma dos Açores no que diz respeito à problemática das alterações climáticas e às actividades mais relevantes no contexto da emissão de gases com efeito de estufa, de forma a enquadrar o subsquente exercício de estimativa de emissões regionais.

2.1 | Síntese de Evolução Climática

Uma análise simplificada da evolução da temperatura média anual nos Açores no período 1900 – 2000 (assumindo como referência o caso de Ponta Delgada) permite inferir uma tendência de aumento da mesma, com uma maior frequência de temperaturas médias anuais superiores a 18° C a partir de 1990 e maiores amplitudes térmicas. Por outro lado, esta tendência parece ser acompanhada por um aumento dos padrões de precipitação, com amplitudes interanuais bastante significativas (variando entre os 480 mm registados em 1935 e os 1 460 mm observados em 1987).



Fonte: [5]

Figura 4 Evolução da temperatura média anual e da precipitação média anual em Ponta Delgada (1900-2000)

Admitindo a tese de uma elevação do nível do mar no presente século¹⁹, será lícito considera-se que, caso o valor a atingir não seja muito significativo, as ilhas dos Açores não serão muito afectadas em termos estruturais [6]. No entanto, pode-se prever um aumento dos problemas de erosão costeira e, por outro lado, uma maior extensão (e frequência) de galgamentos marítimos na orla marítima de alguma fragilidade geológica, o que configura vulnerabilidades que importa acautelar, tendo em conta que grande parte da população açoriana encontra-se

¹⁹ Segundo o último relatório IPCC, datado de Janeiro de 2007, o nível do mar apresenta uma tendência crescente desde o início dos registos em 1870. A partir de 1930 a tendência parece mais nítida registando-se, desde 1990, uma subida de cerca de 50 mm no nível médio da água do mar.



estabelecida na orla costeira [5]. Por outro lado, algumas áreas especialmente sensíveis (como, por exemplo, as estruturas do tipo fajã, que apresentam valores paisagísticos e conservacionistas particularmente relevantes) podem também ser significativamente afectadas.

Outro dos possíveis impactes das alterações climáticas no contexto regional será o acentuar de escoamentos do tipo torrencial. De facto, um aumento da intensidade das precipitações na Região poderá potenciar situações de risco de cheias e inundações, tendo em conta que as bacias hidrográficas são de pequena dimensão e com tempos de concentração curtos [6].

2.2 | Caracterização Socioeconómica

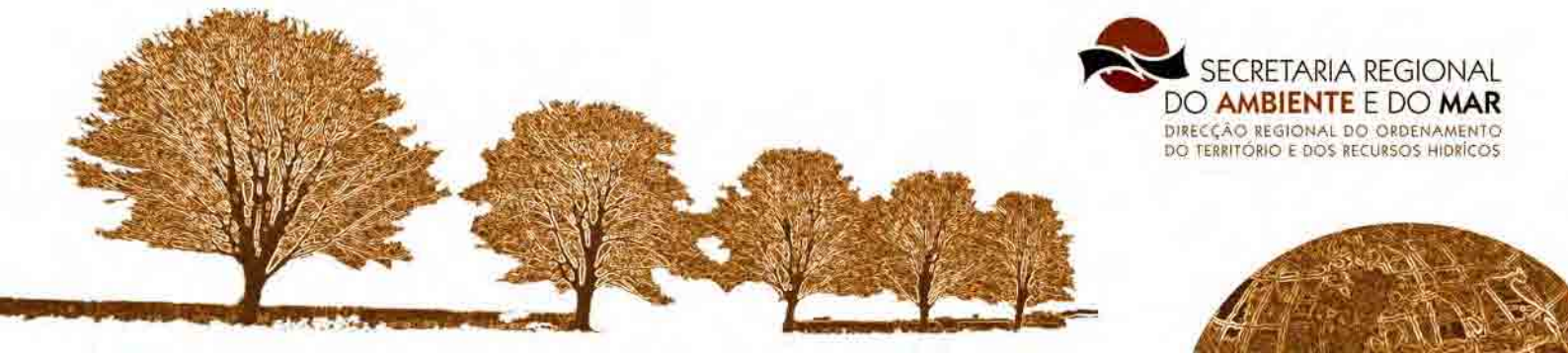
2.2.1 | Energia

O crescimento dos consumos de energia eléctrica na Região Autónoma dos Açores tem sido acompanhada por uma procura de conseguir uma alteração parcial nas fontes de produção da mesma. De facto, se em 1990 cerca de 93% da energia produzida era proveniente de centrais termoeléctricas (utilizando fuel e gasóleo), em 2001 a contribuição deste tipo de fontes baseadas cifrava-se em cerca de 79%, sendo os restantes 21% assegurados por fontes de energia renováveis (geotérmica, hídrica e eólica).

Analisando a contribuição das diferentes FER no contexto regional, verifica-se que o aumento da produção tem sido fundamentalmente conseguido com base no aproveitamento dos recursos geotérmicos da Região, passando o contributo deste tipo de energia de cerca de 20% (em 1990) para cerca de 67% (em 2004) da produção total proveniente de FER. Em termos absolutos, o recurso a energia hídrica também tem aumentado nos Açores (embora a uma taxa muito inferior à energia geotérmica), enquanto que a produção a partir de energia eólica, a 3ª tipologia de FER mais utilizada na Região, parece manter uma tendência crescente de implementação desde 2002.

No caso específico do consumo de energia nas actividades industriais e consequentes emissões de GEE, pode afirmar-se que as mais significativas são resultantes de actividades de combustão nas indústrias transformadoras e de construção (fornos, fornalhas e unidades de co-geração).

Um dos sectores tradicionalmente mais relevantes em termos de consumo de energia é o dos transportes. Nesse contexto, pode referir-se que, em termos de transporte rodoviário, a rede viária tem, aproximadamente, 1 270 km de estradas regionais, registando-se, nos últimos dez anos, um acentuado aumento do número de veículos pesados de grande porte, bem como de transporte de carga contentorizada. Por outro lado, a evolução do parque automóvel na Região tem sido muito favorável (cerca de 60% dos automóveis apresentam matrícula posterior a 1985) e na pressão exercida sobre os volumes de tráfego na rede viária. De facto, as contagens realizadas em 1985 e 1990 permitiram verificar um aumento de cerca de 30% de tráfego nas estradas regionais, essencialmente nas cidades e nos seus principais acessos.



Em relação ao transporte aéreo, as ligações com o continente (Lisboa e Porto) efectuam-se a partir de Santa Maria, São Miguel, Terceira, Pico e Faial, que se assumem, assim, como os principais pontos de comunicação com o exterior. No que diz respeito a voos internacionais regulares, apenas são efectuados a partir de São Miguel e Terceira. Refira-se, ainda, que cerca de 50% dos passageiros transportados por via aérea dizem respeito a voos inter-ilhas, cerca de 40% a voos territoriais (para o continente e para a Região Autónoma da Madeira) e os restantes 10% a voos internacionais.

No que diz respeito à via marítima, a rede mais significativa de transporte regular de passageiros situa-se no grupo central, com especial incidência na travessia do canal entre as ilhas do Pico e do Faial. O transporte de mercadorias com o exterior é efectuado essencialmente através dos portos de Lisboa e Leixões (e, ocasionalmente, do Funchal), identificando-se alguns serviços com países do norte da Europa e com os EUA, embora pouco frequentes. No que diz respeito ao transporte de mercadorias inter-ilhas, este é assegurado por serviços regulares entre os três grupos, organizados tanto de forma específica, como através dos navios provenientes do continente, que efectuam um circuito através do arquipélago.

Em termos de consumo de energia eléctrica *per capita* nos Açores, verifica-se para 2004 um valor na ordem dos 2,6 MWh.hab⁻¹.ano⁻¹, valor inferior ao verificado em Portugal Continental (4,4 MWh.hab⁻¹.ano⁻¹), apesar de ter ocorrido na Região um claro crescimento dos consumos na última década do século XX (com uma evolução muito superior aos 34% de aumento verificados em Portugal Continental entre 1990 e 1998). Por último, importa referir que o peso relativo dos diferentes sectores de actividade no consumo de energia eléctrica difere de ilha para ilha mas, em média, os consumos domésticos, com uma percentagem do consumo total de 35%, são os mais significativos, seguidos dos comerciais com 31% e dos industriais com 19%. [15]

2.2.2 | Processos Industriais

A produção industrial dos Açores representou uma facturação de 550 milhões de euros em 2001 (cerca de 1% da produção industrial nacional), sendo que cerca 67% dessa produção foi direccionada para o mercado regional, 30% para o restante mercado nacional, 2% para países da União Europeia e 1% para outros países. O sector industrial açoriano evidencia uma estrutura marcada por uma forte concentração sectorial, com as indústrias alimentares, de bebidas e do tabaco a representarem cerca de 70% do volume de vendas a nível regional em 2001, envolvendo o processamento de produtos relacionados com o sector primário (leite, beterraba, chá e produtos de origem animal). No entanto, os poucos dados disponíveis parecem reflectir uma procura de diversificação (indústria da madeira e metalomecânica, por exemplo).

No que mais directamente diz respeito às emissões de GEE neste sector, estima-se que estas se encontrem associadas ao consumo de compostos halogenados e de hexafluoreto de enxofre, principalmente em actividades que envolvem a produção ou utilização de unidades de refrigeração (doméstica e comercial), equipamentos de transporte refrigerados, equipamentos de ar condicionado, espumas (utilizadas em isolamentos, embalamentos e enchimentos) e equipamentos eléctricos.



2.2.3 | Agricultura

A produção de bovinos, ovinos e caprinos constitui uma actividade com um peso significativo na economia açoriana pelo envolvimento de actividades associadas, tanto a montante como a jusante da actividade produtiva. Cerca de metade das explorações agro-pecuárias dedicam-se à criação de bovinos, quando a parcela homóloga no contexto nacional é de um terço. A bovinicultura tem apresentado uma evolução crescente na Região, contabilizando-se com 257 mil cabeças de gado em 2003, das quais 41% correspondiam a vacas leiteiras. A produção deste subsector reparte-se pelo gado vivo (com exportações anuais ultrapassando as 53 mil cabeças, num total próximo das 14 mil toneladas), pela produção de carne (cerca de 32 mil abates anuais) e pela produção de leite cuja quantidade recebida nas fábricas ultrapassa os 490 milhões de litros/ano, destinados à pasteurização ou à transformação em queijo, manteiga e leite em pó. Estas actividades agro-pecuárias contribuem para a emissão de gases com efeito de estufa principalmente através da fermentação entérica (resultante da produção de metano durante o processo digestivo realizado por microrganismos presentes no sistema digestivo dos animais, principalmente no caso dos ruminantes) e da produção de estrume/efluentes líquidos.

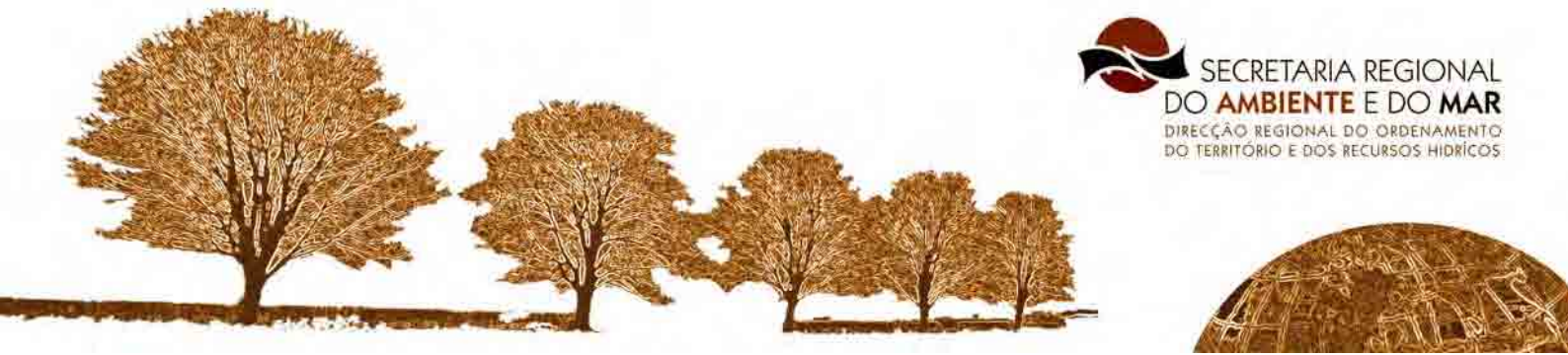
2.2.4 | Floresta

No que diz respeito à capacidade de uso do solo, 59% dos solos açorianos são classificados como solos não aráveis, com capacidade predominante para pastagem e/ou floresta. Dos restantes, apenas 28% são classificados com potencialidade para uso arável (permanente ou ocasional) e 13% para reserva natural. Quanto à ocupação do solo, verifica-se que os usos pertencentes às categorias agrícolas e matos constituem as principais utilizações (85%), seguindo-se a ocupação florestal (9%) [5].

A floresta de produção representa cerca de 33% do total da área florestal, corresponde à floresta plantada e é formada essencialmente (98%) por povoamentos de criptoméria (*Cryptomeria japonica*)²⁰. Embora em fracções residuais, também se identificam espécies como a acácia (*Acacia melanoxylon*), o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*). A floresta de protecção ocupa os restantes 67% da área florestal (8% de floresta natural e 59% de floresta de regeneração natural), sendo constituída por espécies naturais endémicas com habitats prioritários abrangidos pela Directiva Habitats e pela Convenção de Berna. Este tipo de ocupação configura as Reservas Florestais Naturais (integrais ou parciais), com presença de espécies como as faias, as laurifólias, o azevinho (*Ilex azorica*), os zimbros e as urzes (*Erica azorica*). Refira-se, ainda, que têm sido desenvolvidos alguns programas de arborização no contexto regional²¹, com o objectivo de fomentar a recuperação de áreas degradadas

²⁰ Esta espécie é utilizada para diversos fins em vários sectores económicos na Região (construção civil, carpintarias e marcenarias, entre outros), sendo também exportada (principalmente para o Continente e para o arquipélago da Madeira).

²¹ Ao abrigo de instrumentos como a Portaria n.º 4/82/A, o Regulamento (CEE) n.º 2080/92, o Programa Específico de Desenvolvimento da RAA (PEDRAA), o Programa Operacional para o Desenvolvimento Económico e Social dos Açores (PRODESA) e o Plano de Desenvolvimento Rural da RAA (PDRu).



com espécies adequadas. Este tipo de iniciativas contribuiu para a arborização de cerca de 3 500 ha na última década (1,5% da área total dos Açores) [5].

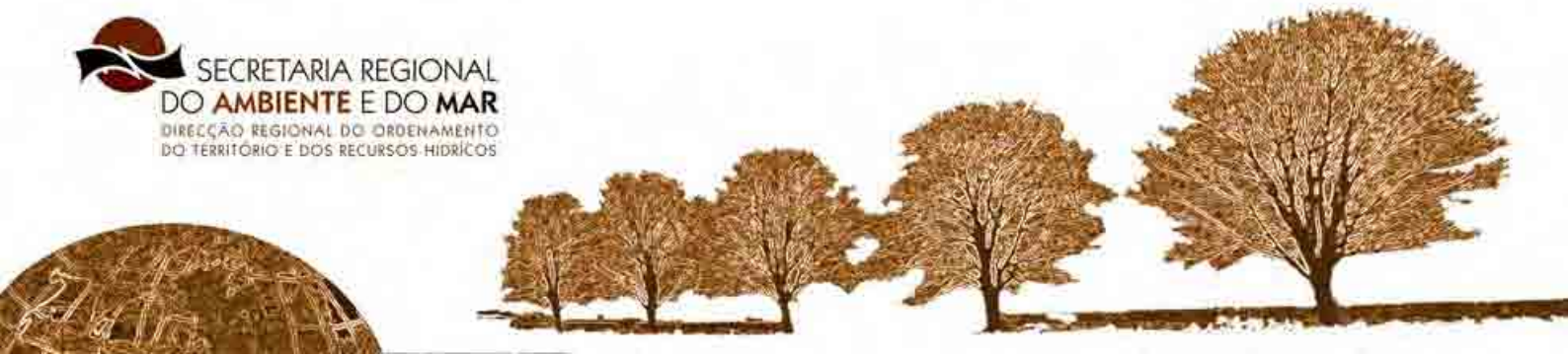
2.2.5 | Resíduos e Águas Residuais

Os dados disponíveis permitem inferir uma produção anual de **resíduos sólidos urbanos** (RSU) que ronda as 130 mil toneladas, das quais cerca de 50% são produzidas na ilha de São Miguel e cerca de 25% na ilha Terceira. Verifica-se também um aumento na capitação diária, atingindo os 1,5 por habitante e por dia (valor ligeiramente superior ao verificado em Portugal Continental, que se cifra em cerca de 1,3 kg por habitante e por dia). No que diz respeito ao destino final destes resíduos, estima-se que cerca de 80% possuem como destino final o confinamento (vazadouros e aterros sanitários), parte destes insuficientemente preparados e/ou no limiar da sua capacidade, identificando-se também lixeiras, depósitos e vazadouros ilegais [7].

No que concerne aos **resíduos industriais**, embora a informação sobre o estado actual de produção seja relativamente escassa, as estimativas apontam para valores de cerca de 148 mil toneladas anuais, das quais 98% corresponderão a resíduos industriais não perigosos (proporção semelhante à estimada para Portugal Continental no Estudo da Inventariação de Resíduos Industriais promovido pelo Instituto dos Resíduos). Um valor superior a 60% da produção estimada de resíduos industriais nos Açores concentra-se nas ilhas de São Miguel e Terceira e o destino final de grande parte destes resíduos é a deposição em aterro ou em vazadouros, desconhecendo-se os quantitativos encaminhados para outros destinos [8]. Em termos de **resíduos especiais**, destacam-se os óleos usados (produção anual estimada em 1 900 toneladas, com 60% provenientes da actividade industrial e o restante de outras actividades, com realce para a reparação de veículos), pilhas (61 toneladas, principalmente com origem em utilizações domésticas), acumuladores (1 200 toneladas), veículos em fim de vida (3 200 toneladas), pneus usados (1 000 toneladas, das quais cerca de 30% estão a ser recaminhados para recauchutagem; identificam-se como outros destinos o encaminhamento para aterro e a utilização como estruturas de protecção em portos marítimos), resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos (4 700 toneladas), resíduos de construção e demolição (81 300 toneladas), resíduos de solventes (7 toneladas) e de tintas e vernizes (600 toneladas) [8].

Os dados disponíveis a nível regional permitem estimar produções anuais de **resíduos hospitalares** na ordem das 1 700 toneladas (1 300 toneladas dos Grupos I e II, 300 toneladas do Grupo III e 100 toneladas do Grupo IV). Estes resíduos são produzidos maioritariamente nas ilhas de São Miguel e Terceira (representando cerca de 95% da produção regional de resíduos hospitalares). Relativamente ao destino final, os resíduos dos Grupos I e II são principalmente remetidos para aterros ou vazadouros. Os resíduos do Grupo III são eliminados por incineração, no território continental, ou por tratamento químico com posterior deposição em aterros ou vazadouros. Os resíduos do Grupo IV são enviados, na sua totalidade, para incineração no Continente [9].

No que diz respeito ao saneamento de **águas residuais**, o modelo de dispersão populacional e o atraso estrutural que ainda se verifica na Região, muitas vezes devido à dificuldade em promover economias de escala), resulta em níveis de atendimento da rede de drenagem e tratamento de cerca de 37% em 2005, o que se reflecte na prevalência do recurso a fossas sépticas individuais. Em termos de volume de águas residuais drenadas, aponta-se



para valores anuais na ordem dos $4 \times 10^6 \text{ m}^3$, 70% dos quais associados a origens domésticas, enquanto que os usos industriais e comerciais/serviços contribuem com uma fracção de cerca de 14% cada. [10]

No que diz respeito ao tratamento de águas residuais, pode afirmar-se que 25% da população encontra-se servida e identificam-se, actualmente, doze Estações de Tratamento de Águas Residuais e 148 fossas sépticas colectivas na Região. Em termos de indústria, identificam-se treze Estações de Tratamento de Águas Residuais Industriais, pautando-se as restantes unidades industriais pela ausência de tratamento dos seus efluentes líquidos e pela deposição dos mesmos em fossas sépticas, descarga nos colectores municipais, no mar ou directamente nas linhas de água. No que concerne ao destino final, verifica-se que três sistemas descarregam para a rede pública de saneamento, seis para linhas de água superficiais, um para o solo e três directamente para o mar [10].

2.2.6 | Outros Aspectos

A *evolução demográfica* da última década caracterizou-se pelo ligeiro crescimento da população residente nos Açores, passando de 237 795 habitantes em 1991 para 241 206 habitantes em 2004 (aumento de cerca de 1%). Este ligeiro acréscimo de população não se distribui equitativamente pelas diferentes ilhas, identificando-se variações negativas nas ilhas Graciosa, Santa Maria e Flores, em contraste com a tendência de aumento da população nas ilhas onde se localizam as principais funções administrativas e económicas. Uma vez que o saldo natural tem vindo a decrescer, pode inferir-se que a estabilidade demográfica nos últimos anos poderá ser justificada, em grande medida, pelos fluxos migratórios que têm registado valores positivos, por via do decréscimo, acentuado, da emigração e do aumento da imigração. Os cenários prospectivos que têm sido desenvolvidos para a Região parecem apontar para uma estabilização ou um decréscimo populacional mínimo, associados a uma tendência de envelhecimento das estruturas demográficas, resultante da diminuição das taxas de fecundidade/natalidade e do aumento da esperança de vida [11].

Em termos de *desenvolvimento económico*, pode referir-se que, durante a década de 90, o PIB açoriano cresceu de forma significativa a uma taxa média anual de, aproximadamente, 7,5%, acompanhando o crescimento económico a nível mundial (com valores anuais entre 5,6% e os 7,6%). A Região Autónoma dos Açores é responsável pela produção de 1,7% do PIB nacional, posicionando-se como uma das regiões mais desfavorecidas do contexto nacional e pertencendo ao grupo das Regiões Ultraperiféricas da União Europeia (com um PIB *per capita* na ordem de metade da média comunitária). Conforme é sabido, a economia dos Açores é baseada no sector primário e nas indústrias agro-alimentares, nomeadamente associadas a produtos lácteos, conservas, bebidas e tabaco. No entanto, o sector terciário tem assumido uma importância crescente nos últimos anos, com as actividades turísticas a desenvolver-se de maneira significativa e a desempenhar um papel cada vez mais importante na economia regional. De facto, a capacidade de alojamento nos Açores tem aumentado significativamente nos últimos quinze anos, tendo duplicado entre 1991 e 2004, devido ao aumento de camas na hotelaria tradicional, que conheceu um crescimento de 65% a partir de 2000 e representa, hoje, cerca de 97% da capacidade de alojamento da Região.

Relativamente ao comércio externo, os Açores apresentam uma balança comercial negativa (cerca de 105 milhões de euros em importações e 24 milhões de euros relativos a exportações, em 2002).



3 | ESTIMATIVA DE EMISSÕES REGIONAIS DE GEE

3.1 | Abordagem Metodológica

O presente capítulo concretiza um exercício de estimativa de emissões de gases com efeito de estufa na Região Autónoma dos Açores adoptando, como base de referência, a metodologia utilizada no *National Inventory Report* (NIR), elaborado anualmente pelo Instituto do Ambiente (IA) em cumprimento dos compromissos nacionais no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC²²) e da Comissão Europeia. Este inventário recorre aos referenciais²³ do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC²⁴). Neste contexto, as estimativas de emissões consideram os seis gases contemplados no Protocolo de Quioto, nomeadamente:

- dióxido de carbono (CO₂);
- metano (CH₄);
- óxido nitroso (N₂O);
- perfluorocarbonatos (PFC);
- hidrofluorocarbonatos (HFC);
- hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Os gases com efeito de estufa indirectos, tais como o monóxido de carbono (CO), o óxido de azoto (NO_x) e os compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM) não foram incluídos no âmbito deste trabalho por não se relacionarem directamente com as metodologias do Protocolo de Quioto.

A coerência com os procedimentos de estimativa de emissões a nível nacional foi assegurada através da metodologia apresentada na **Figura 5**.

²² United Nations Framework Convention on Climate Change.

²³ Nomeadamente as *Revised (1996) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* [12] e a *The Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* [13].

²⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change.

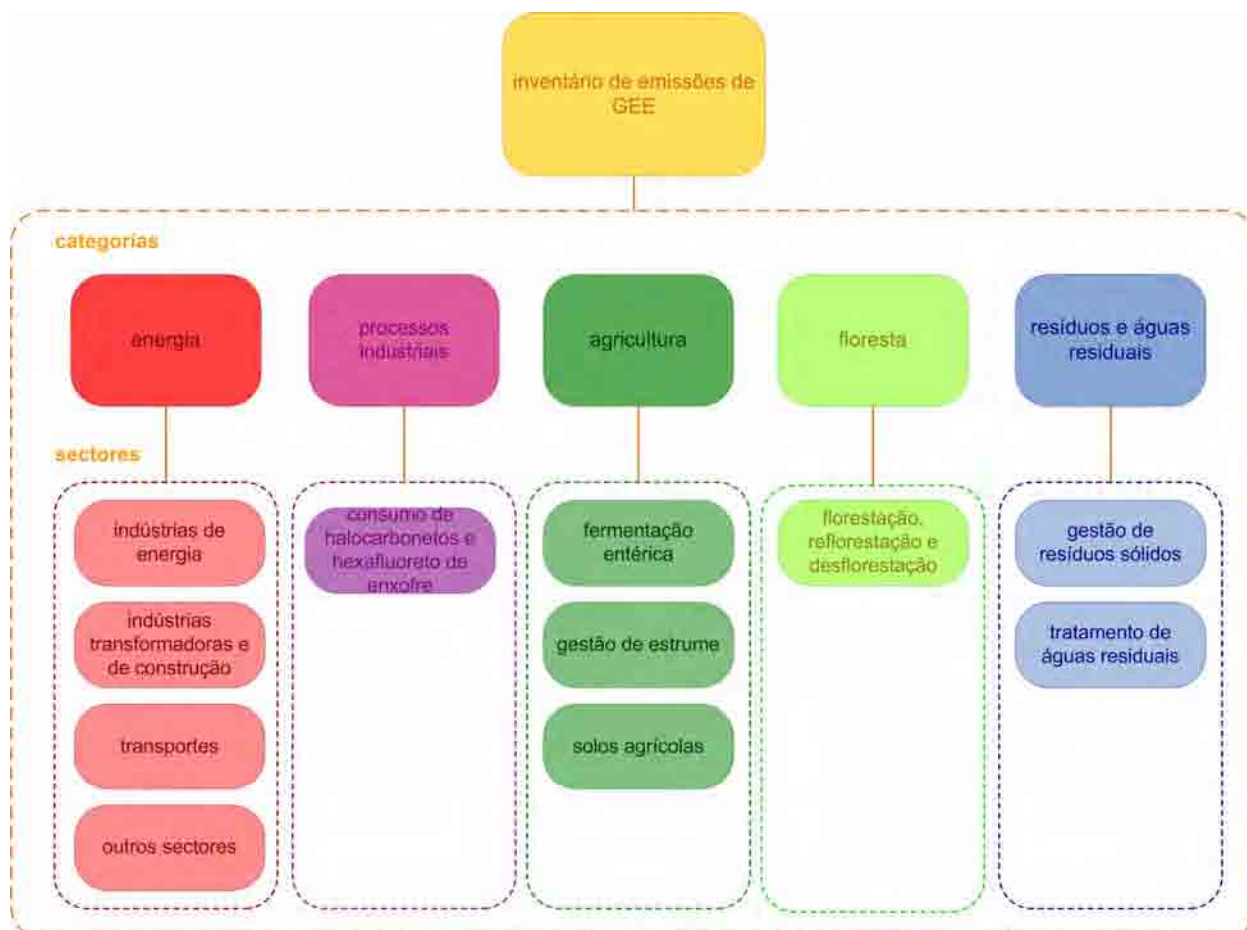


Figura 5 Abordagem metodológica adoptada para a estimativa de emissões de GEE

Note-se que as designações das **categorias** e **sectores** foram alvo de uma simplificação relativamente à notação considerada no NIR, de forma a tornar mais intuitiva a identificação e interpretação do seu significado²⁵. Por outro lado, importa referir que foram excluídas do âmbito do presente trabalho algumas componentes consideradas no NIR, nomeadamente:

²⁵ A correspondência de designação entre o NIR e o presente relatório é a seguinte:

Categorias: **energia:** *energy*; **processos industriais:** *industrial processes*; **agricultura:** *agriculture*; **floresta:** *land-use change and forestry*; **resíduos e águas residuais:** *waste*.

Sectores: **indústrias de energia:** *energy industries*; **indústrias transformadoras e de construção:** *manufacturing industries and construction*; **transportes:** *transport*; **outros sectores:** *other sectors*; **consumo de halocarbonetos e hexafluoreto de enxofre:** *consumption of halocarbons and sulphur hexafluoride*; **fermentação entérica:** *CH₄ emissions from enteric fermentation in domestic livestock*; **gestão de estrume:** *CH₄ emissions from manure management and N₂O emissions from manure management*; **solos agrícolas:** *direct N₂O emissions from agricultural soil*; **gestão de resíduos sólidos:** *solid waste disposal on land*; **tratamento de águas residuais:** *wastewater handling*.

- a categoria referente ao **uso de solventes** (*solvent and other product use*), porque esta refere-se apenas à emissão de COVNM e, portanto, não tem influência directa no contexto do Protocolo de Quioto;
- os sectores **refinação do petróleo** (*petroleum refining*), **cultivo de arroz** (*rice cultivation*) e **queima de resíduos agrícolas**²⁶ (*field burning of agriculture residues*), pelo facto de serem actividades com pouca ou nenhuma representatividade nos Açores.
- os sectores de actividade e processos industriais que não se encontram associados a operações de combustão (relativos à indústria mineira, química, metalúrgica, entre outras), uma vez que não incidem directamente sobre os gases contemplados no Protocolo de Quioto.

Refira-se ainda que, em termos de reservatórios e “sumidouros” de carbono, apenas foi considerada no âmbito do presente trabalho a componente analisada pelo NIR (actividades florestais).

Relativamente ao método de cálculo (**Figura 6**), entendeu-se seguir a abordagem recomendada no NIR para cada categoria e sector.



Figura 6 Método de cálculo adoptado para a estimativa de emissões de GEE

²⁶ A queima de resíduos agrícolas ainda constitui uma prática corrente em Portugal, contribuindo para a emissão de GEE comuns a outros processos de combustão, mas as estimativas efectuadas permitiram considerar que este sector apresenta valores de emissão de GEE insignificantes na Região Autónoma dos Açores.



Em geral, os dados de base utilizados para o cálculo das emissões de GEE nos Açores foram obtidos através das principais fontes estatísticas²⁷ nacionais e regionais, bem como de instrumentos de política, planeamento e gestão em vigor na Região Autónoma dos Açores. Estes dados específicos relativamente a cada actividade, bem como os métodos de cálculo e os respectivos factores de emissão encontram-se compilados para referência no **Anexo IV**.

A estimativa de emissões foi efectuada para cada uma das categorias e sectores mencionados anteriormente, considerando uma série temporal de 1990 a 2004, de forma a permitir a análise da evolução das emissões de GEE e a determinação do contributo da Região para o cumprimento dos compromissos nacionais no âmbito do Protocolo de Quioto.

3.2 | Análise Sectorial

3.2.1 | Energia

Esta categoria incide sobre as actividades de combustão relacionadas com a produção e consumo de energia, no que diz respeito a:

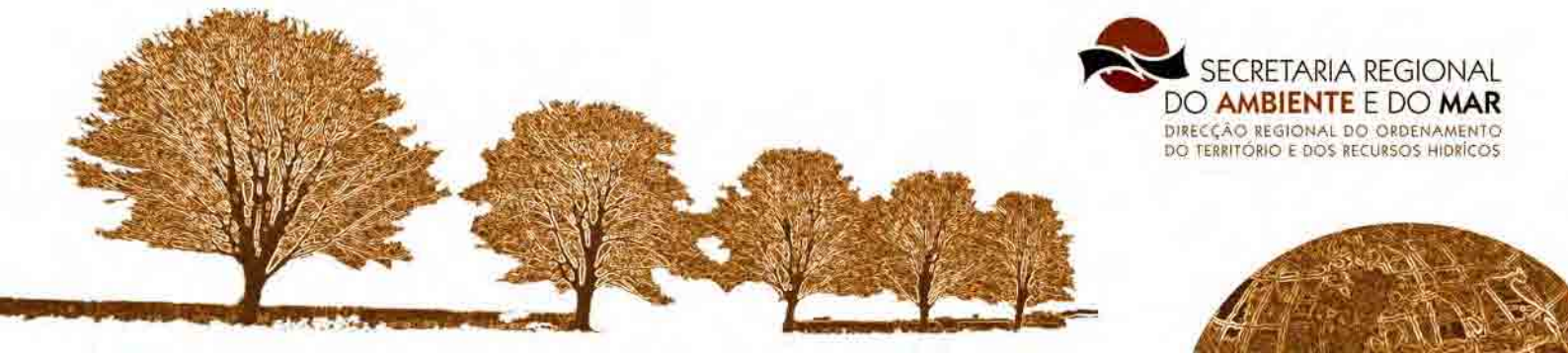
- i) Indústrias de Energia;
- ii) Indústrias Transformadoras e de Construção;
- iii) Transportes;
- iv) Outros Sectores (doméstico, serviços e agricultura e pescas).

Existe outro tipo de componentes que, embora também possa ser relacionado com este contexto (emissões fugitivas de combustíveis, associadas a produtos de petróleo, combustíveis sólidos e gás natural), não foi incluído no âmbito do presente trabalho (uma vez que é associado apenas a emissões de COVNM que, como já foi referido, não são contempladas na metodologia adoptada).

3.2.1.1 | Indústrias de Energia

A análise deste sector considera as actividades de produção de energia eléctrica, sendo possível constatar (**Figura 7**) que a produção termoeléctrica é, claramente, uma das principais responsáveis pelas emissões de gases com efeito de estufa na Região, atingindo valores anuais entre as 209 e 398 kt CO₂e ao longo da série temporal, representando cerca de 17% do total das emissões regionais e 24% das emissões GEE respeitantes à categoria

²⁷ Todas as fontes estatísticas poderão ser consultadas no Anexo II.



“Energia”. Por outro lado, a produção de energia através de recursos geotérmicos apresenta um contributo pouco significativo em termos de emissões (cerca de 12% dos GEE emitidos neste sector em 2004), embora com uma tendência crescente dos níveis de emissão a partir de 1994, justificada pelo início do funcionamento da Central Geotérmica da Ribeira Grande, e posterior reforço da sua capacidade instalada. Admite-se que este tipo de produção possa vir a representar um papel progressivamente mais significativo no contexto das emissões de GEE, tendo em conta os investimentos previstos para aumentar a capacidade das duas centrais actualmente em exploração na ilha de São Miguel, bem como a concretização do projecto geotérmico da ilha Terceira. Contudo, a sua emissão específica será sempre inferior à da termoelétrica já que apresenta um factor de emissão²⁸ por unidade de energia eléctrica produzida inferior.

Refira-se, ainda, que as estimativas efectuadas para este sector dizem respeito quase exclusivamente a emissões de CO₂, representando o conjunto das emissões de CH₄ e N₂O uma fracção inferior a 0,1% do total.

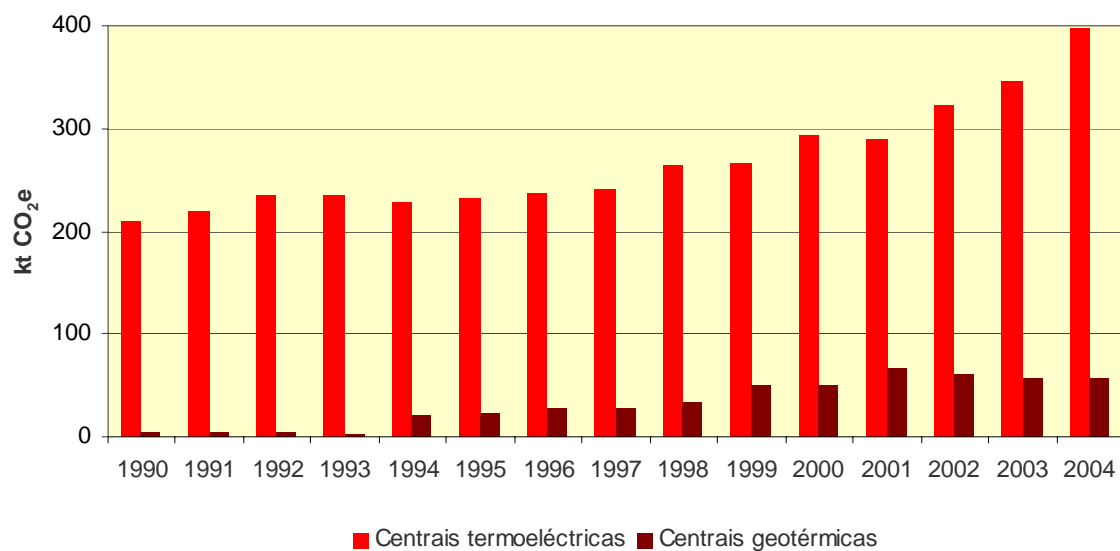


Figura 7 Emissões de GEE associadas às indústrias de energia (1990-2004)

As fontes de combustíveis utilizadas na produção de energia eléctrica são um outro factor que pode condicionar as quantidades emitidas de gases de efeito de estufa, justificando a diferença entre os resultados na Região e no Continente. Assim, nos Açores apenas é usado o fuelóleo e o gasóleo como fontes de energia, ao passo que no Continente são usadas outras matérias-primas, entre os quais o gás natural, combustível com menor potencial gerador de GEE e que representa cerca de 30% da produção de energia termoelétrica do Continente.

²⁸ Factores de emissão médios estimados: termoelétrica: 689 t CO₂e.GWh⁻¹; geotérmica: 630 t CO₂e.GWh⁻¹.



Relativamente ao uso de fontes de energia renováveis, verifica-se que nos Açores cerca de 18% da energia eléctrica produzida tem origem em fontes renováveis, ao passo que no Continente esta taxa sobe para os 25% devido principalmente à “grande hídrica”, recurso explorado apenas por “mini-hídricas” devido às condições geomorfológicas difíceis.

De modo conclusivo, verifica-se que as emissões GEE dos Açores estão a aumentar a um ritmo inferior à evolução do PIB (**Figura 8**). Para o ano de 2004 e relativamente ao ano de base (1990), a Região praticamente triplicou o valor base do PIB, ao passo que as emissões GEE, aumentaram pouco mais do dobro estimado para 1990. Esta constatação deve-se, principalmente, ao aumento de produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis, nomeadamente, eólica e geotérmica.

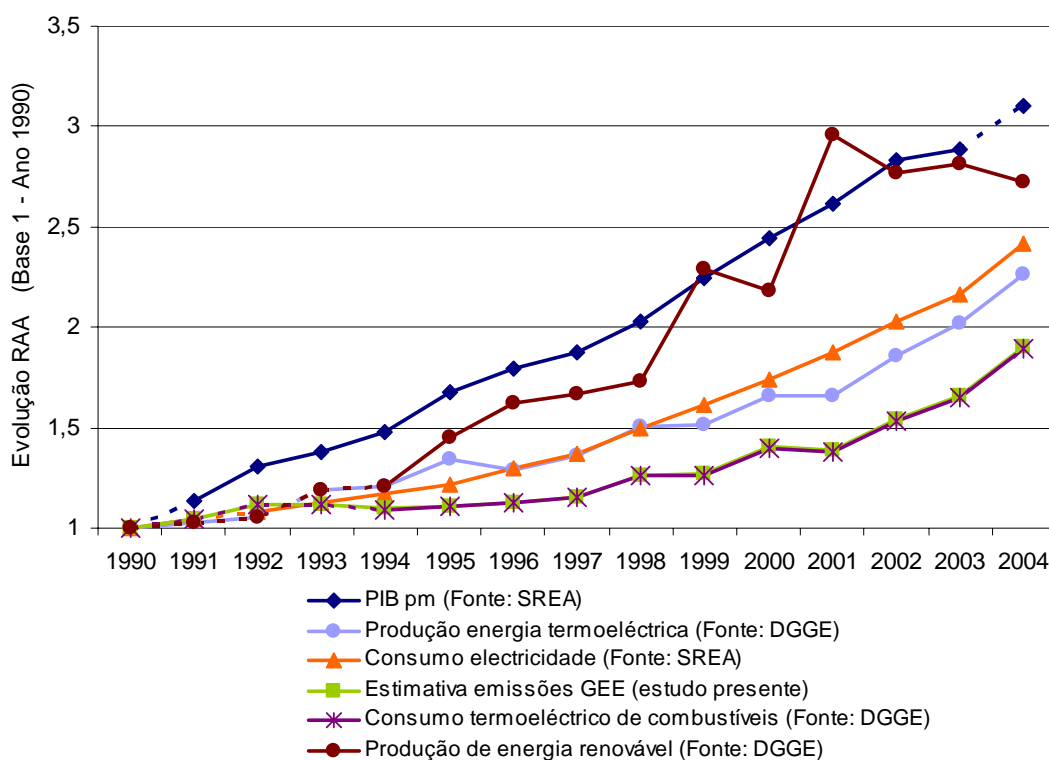
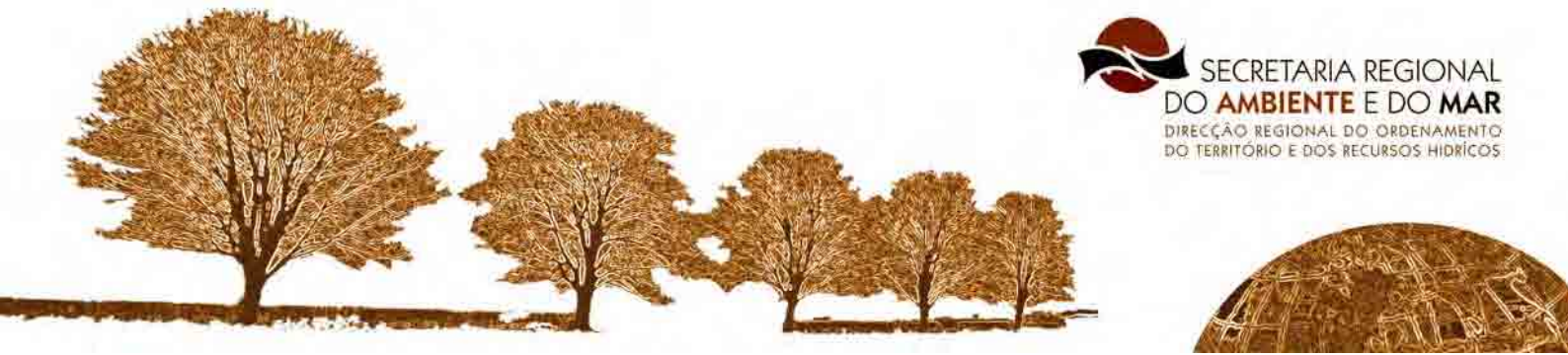


Figura 8 Evolução anual do PIB, emissões de GEE e indicadores correlacionados com as indústrias de energia (1990-2004)

3.2.1.2 | Indústrias Transformadoras e de Construção

Este sector contempla as emissões resultantes das actividades de combustão - fornos, fornalhas e unidades de co-geração - nas indústrias transformadoras e de construção, nomeadamente, indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco (CAE 15 e 16), fabricação de produtos metálicos (CAE 28), fabricação de máquinas e equipamento metálicos (CAE 28 e 29), fabricação de outros produtos minerais não metálicos (CAE 26), indústrias da madeira (CAE 20),



indústria extractiva (CAE 13 e 14), fabricação de borracha e matérias plásticas (CAE 25), indústria têxtil e de vestuário (CAE 17 e 18), fabricação de cimento e construção (CAE 45).²⁹

Os consumos energéticos regionais destas actividades industriais foram aferidos com base nos consumos nacionais apresentados pelo NIR, tendo sido sujeitos a um factor de correcção com base nos volumes de negócio de cada actividade económica. Tendo em conta esta abordagem, os resultados obtidos permitem inferir que o GEE mais significativo associado ao sector das indústrias transformadoras e de construção é o dióxido de carbono, representando cerca de 98% do total de emissões (**Figura 9**).

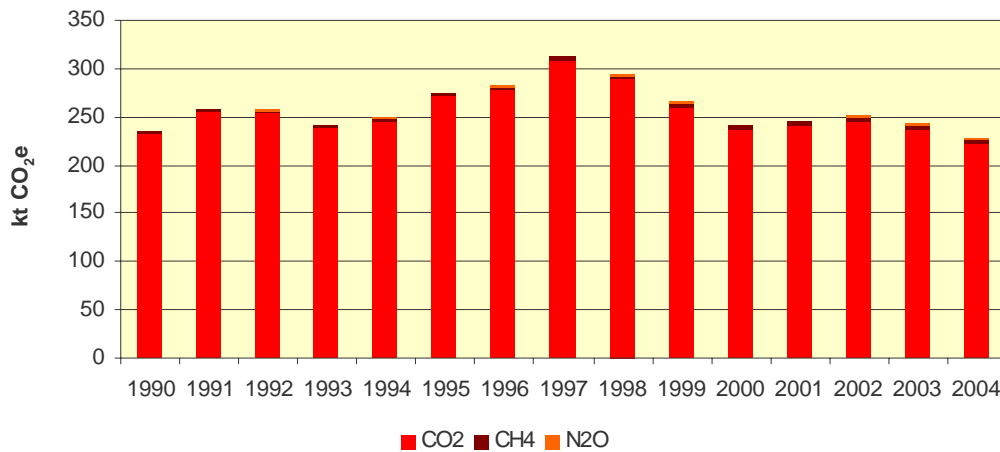


Figura 9 Emissões de GEE associadas às indústrias transformadoras, de construção e de extração (1990-2004)

Por outro lado, uma análise ao contributo dos diferentes consumos energéticos dos sectores industriais para as emissões de GEE³⁰ permite concluir que as *indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco* são as mais significativas a nível regional (**Figura 10**). Associado ao crescimento gradual do peso das emissões provenientes do consumo energético na *construção civil*, observa-se a uma queda acentuada da emissão de GEE a partir do consumo registado pela *fabricação de produtos não metálicos*.

²⁹ Embora as categorias consideradas no NIR não apresentem sempre uma relação inequívoca com a Classificação Portuguesa das Actividades Económicas (CAE), procuraram enquadrar-se as mesmas neste sistema de classificação, de forma a permitir uma mais eficiente estruturação e articulação com as fontes de informação estatística nacionais e regionais.

³⁰ Para tornar mais perceptível a análise comparativa, optou-se por agrupar as actividades industriais com estimativas de emissão inferiores a 10 kt CO₂e (fabricação de produtos metálicos, fabricação de borracha e matérias plásticas, indústrias da madeira, fabricação de máquinas e equipamentos metálicos) numa categoria designada por “outros sectores industriais”.

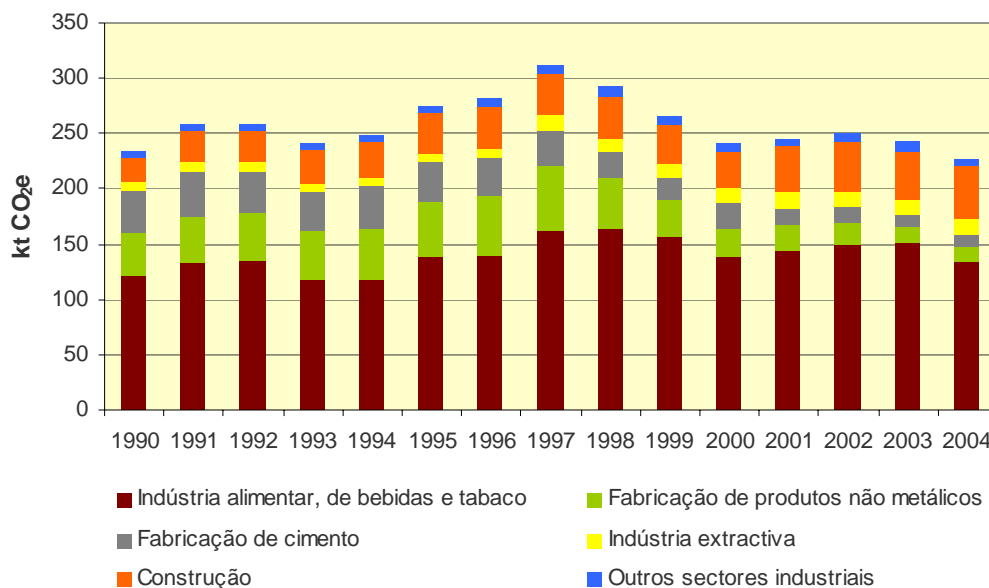


Figura 10 Análise sectorial das emissões de GEE associadas às indústrias transformadoras e de construção (1990-2004)

3.2.1.3 | Transportes

A análise deste sector incide sobre os processos de combustão associados aos meios de transporte, considerando³¹:

- Transporte rodoviário;
- Transporte marítimo;
- Transporte aéreo.

Os resultados obtidos permitem inferir que as emissões com origem no sector dos transportes têm apresentado uma tendência de aumento muito significativa no período em análise, tendo praticamente duplicado entre 1990 e 2004, verificando-se um especial domínio do dióxido de carbono (Figura 11).

³¹ Refira-se que o NIR considera ainda o transporte ferroviário, que não tem expressão na Região Autónoma dos Açores. Por outro lado, o NIR considera um sub-sector dedicado ao cálculo de emissões provenientes de fontes móveis (como tractores agrícolas), que não foi especificado no presente trabalho, uma vez que o grau de desagregação dos dados de âmbito regional levaram à sua inclusão no sub-sector relativo ao transporte rodoviário.

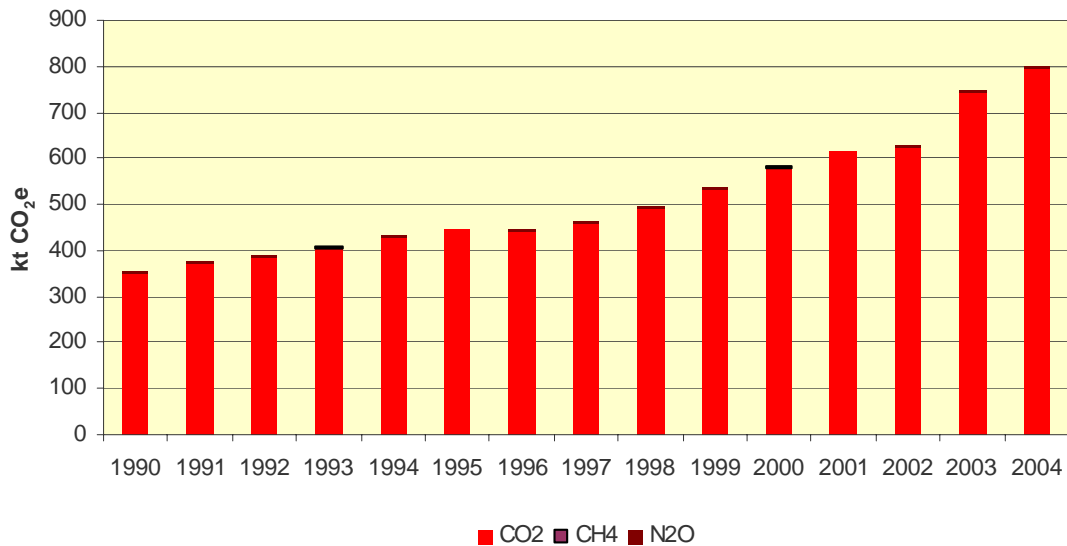


Figura 11 Emissões de GEE associadas ao sector dos transportes (1990-2004)

Efectuando uma análise comparativa aos diferentes tipos de transporte, conclui-se que os meios rodoviários representam uma fracção significativa das emissões associadas a este sector (Figura 12). De facto, o transporte rodoviário representa, actualmente, aproximadamente 74% do total de emissões estimadas para o sector. As emissões associadas ao transporte aéreo (cerca de 19% do total) também têm vindo a aumentar, enquanto que o transporte marítimo apresenta menos relevância neste contexto (7% do total de emissões, com uma tendência de aumento de quantitativos a uma taxa reduzida).

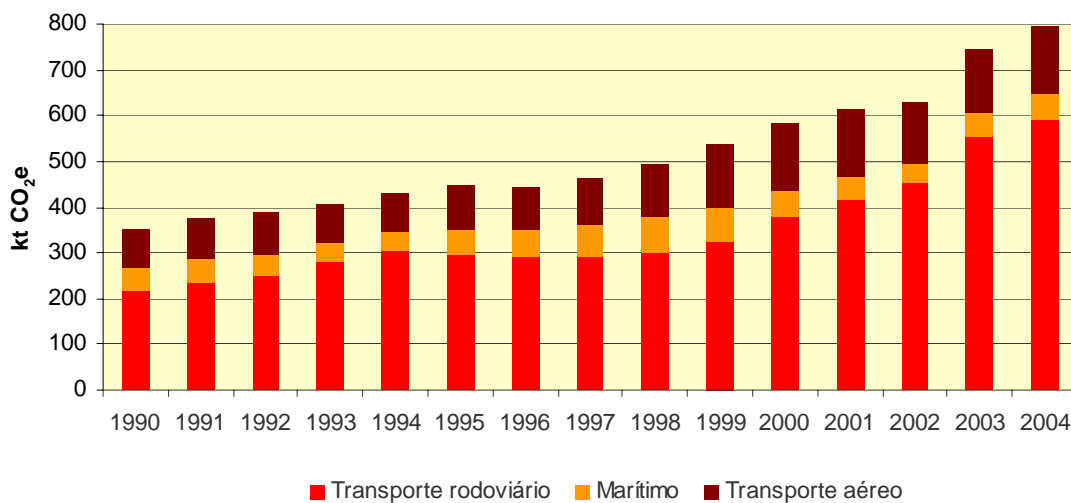


Figura 12 Análise sectorial das emissões de GEE associadas aos transportes (1990-2004)



O sector dos transportes constitui, actualmente, a principal fonte de GEE na Região Autónoma dos Açores. Este facto, é particularmente relevante se verificarmos que existem um conjunto de características que poderão dificultar o processo de redução das emissões neste sector. Entre elas, encontra-se a localização geográfica da Região, insular e ultraperiférica, que obriga a uma dependência dos meios de comunicação e em particular de todos os meios de transporte. Por outro lado, a Região depara-se, actualmente, com um processo de desenvolvimento económico e turístico que não facilitará a redução das emissões nos transportes, devido à fraca implementação na Região de soluções alternativas de combustível com menor potencial emissor de gases de efeito de estufa (p.e. biocombustíveis, GPL).

3.2.1.4 | Outros Sectores

Neste âmbito incluem-se as actividades que recorrem à utilização de combustíveis fósseis nos sectores

- doméstico;
- serviços;
- agricultura e pescas.

Os resultados obtidos permitem verificar que o GEE mais relevante neste quadro é o dióxido de carbono (**Figura 13**), com um aumento muito significativo de emissões durante o período analisado. As emissões de óxido nitroso e de metano associadas a estas actividades apresentam uma ordem de grandeza desprezável face à estimada para o dióxido de carbono.

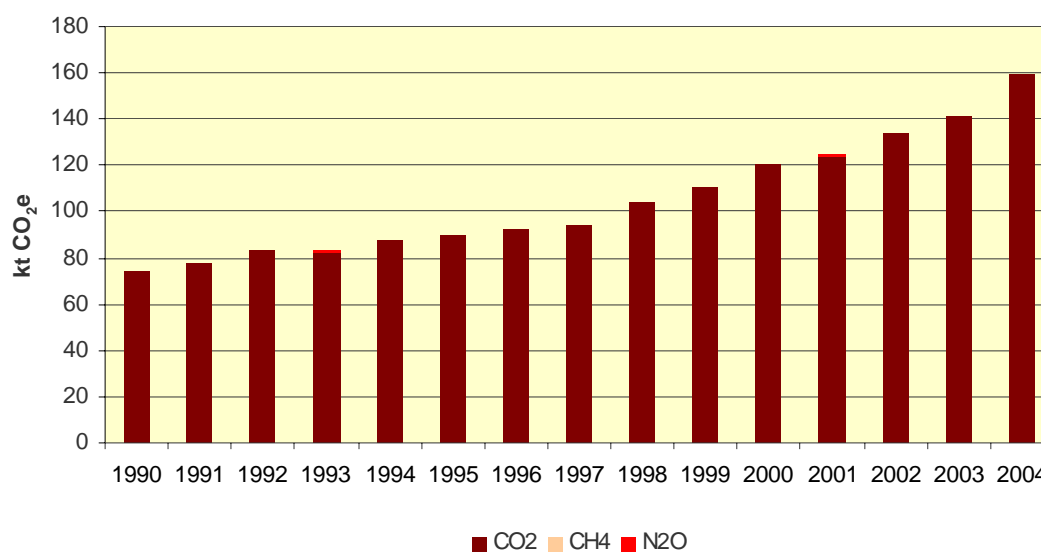
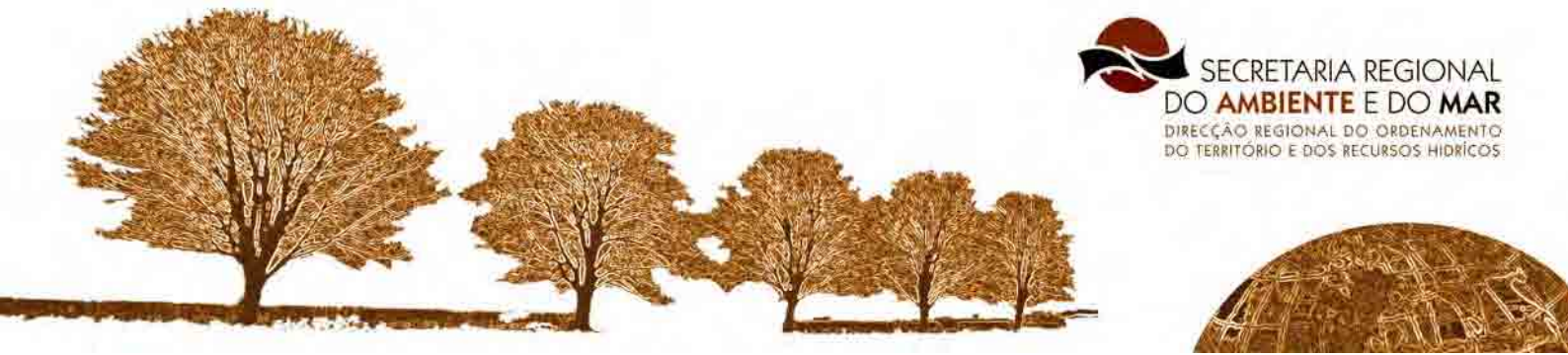


Figura 13 Emissões de GEE associadas a outros sectores (1990-2004)



Por outro lado, analisando a **Figura 14**, é possível aferir um aumento significativo da importância dos sectores doméstico e dos serviços em termos de emissões de GEE representando, em conjunto, cerca de 85% do total.

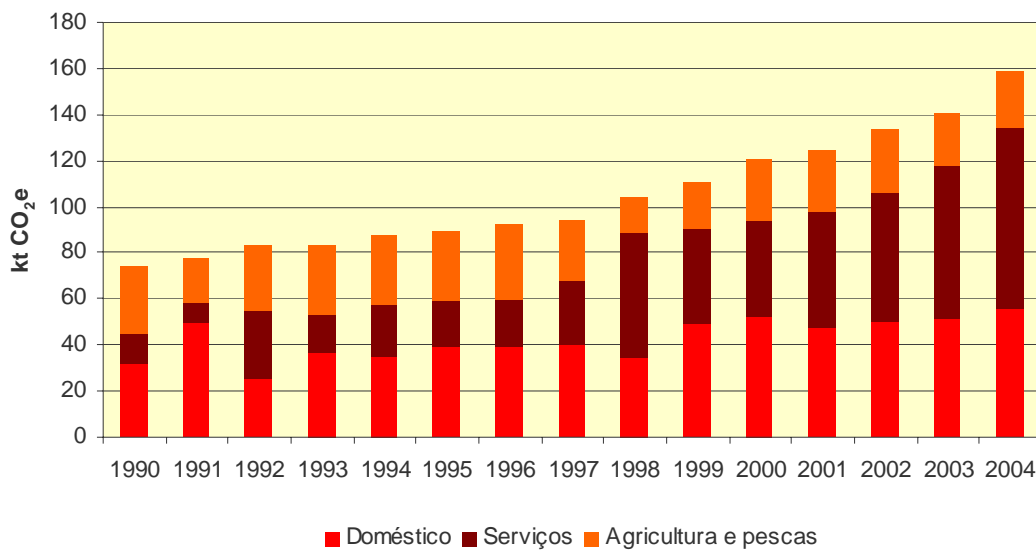


Figura 14 Análise sectorial das emissões de GEE associadas a outros sectores (1990-2004)

3.2.1.5 | Análise Síntese

A análise global da categoria relacionada com a produção e consumo de **energia** na Região Autónoma dos Açores permite inferir que o GEE mais relevante em termos de emissões é, claramente, o CO₂, representando cerca de 99% do total de emissões, tal como pode ser observado na **Figura 15**. As estimativas efectuadas apontam para uma duplicação do total de emissões nesta categoria entre 1990 e 2004.

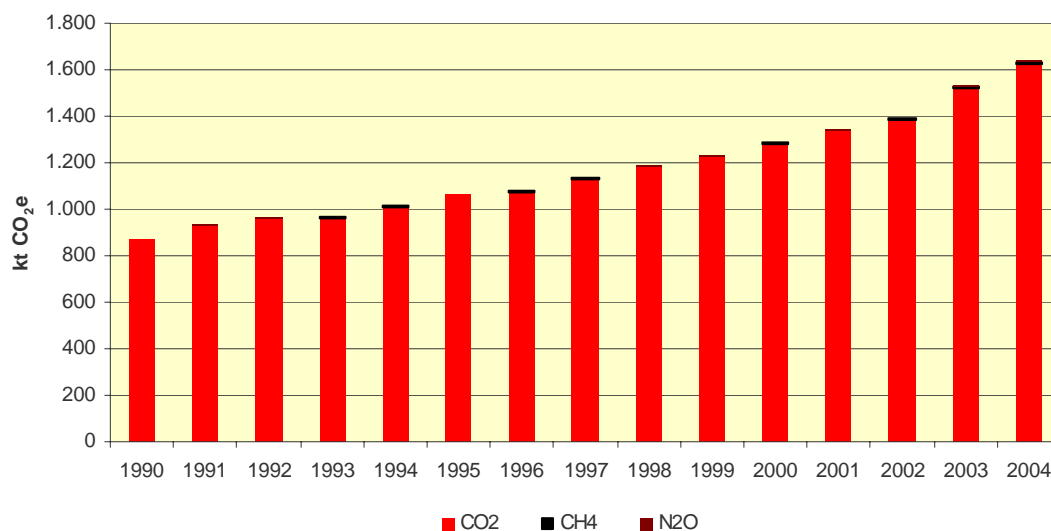


Figura 15 Emissões de GEE associadas à categoria de produção e consumo de energia (1990-2004)

Efectuando uma análise sectorial (Figura 16), é possível constatar que as actividades relacionadas com os transportes e com as indústrias de produção de energia são as mais representativas em termos de emissões de GEE (com cerca de 47% e 39% do total de emissões da categoria respectivamente).

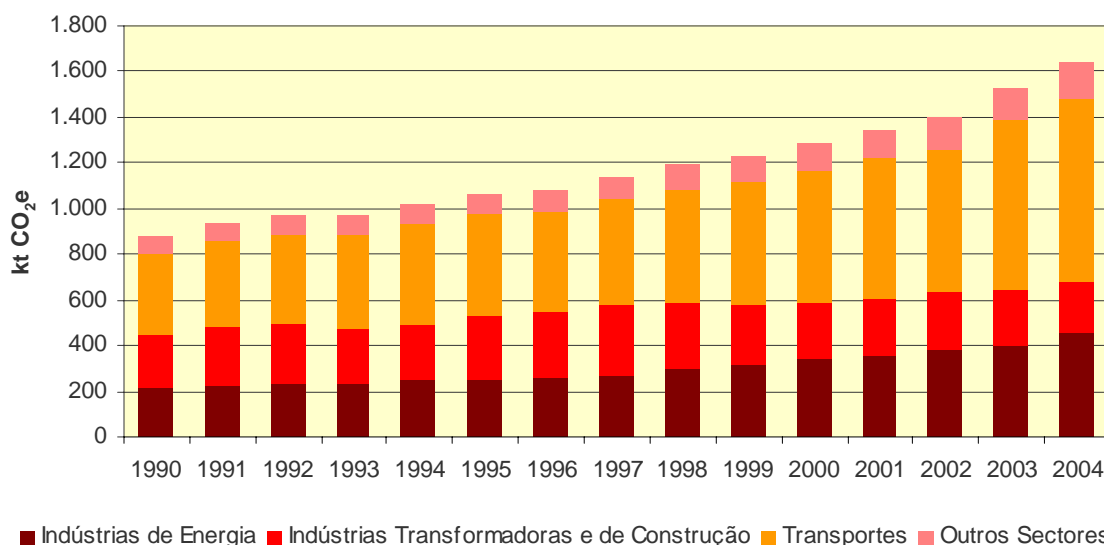
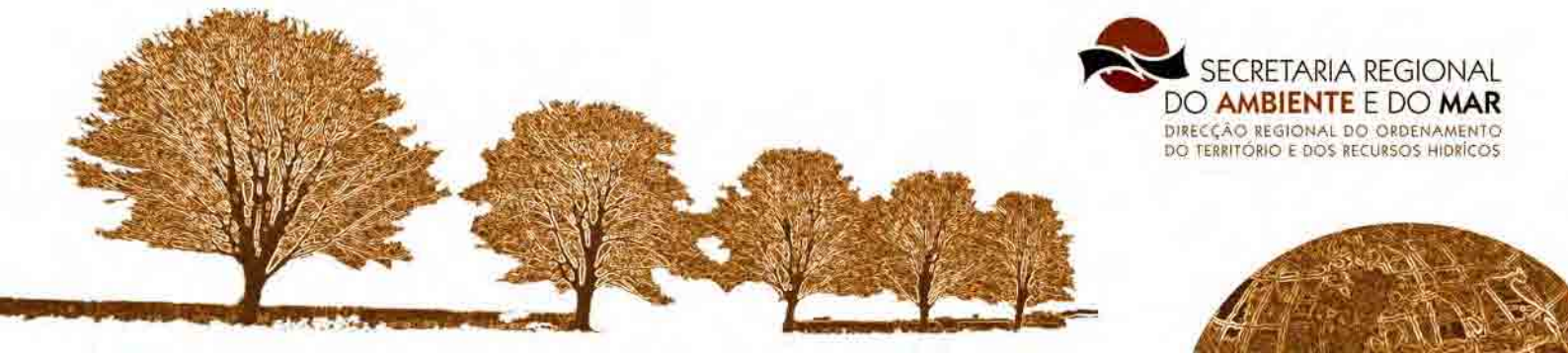


Figura 16 Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria de produção e consumo de energia (1990-2004)



A desagregação territorial dos resultados obtidos permite verificar que as emissões de GEE associadas à produção e consumo de energia são mais significativas nas ilhas de São Miguel (56%) e Terceira (23%) (**Figura 17**).

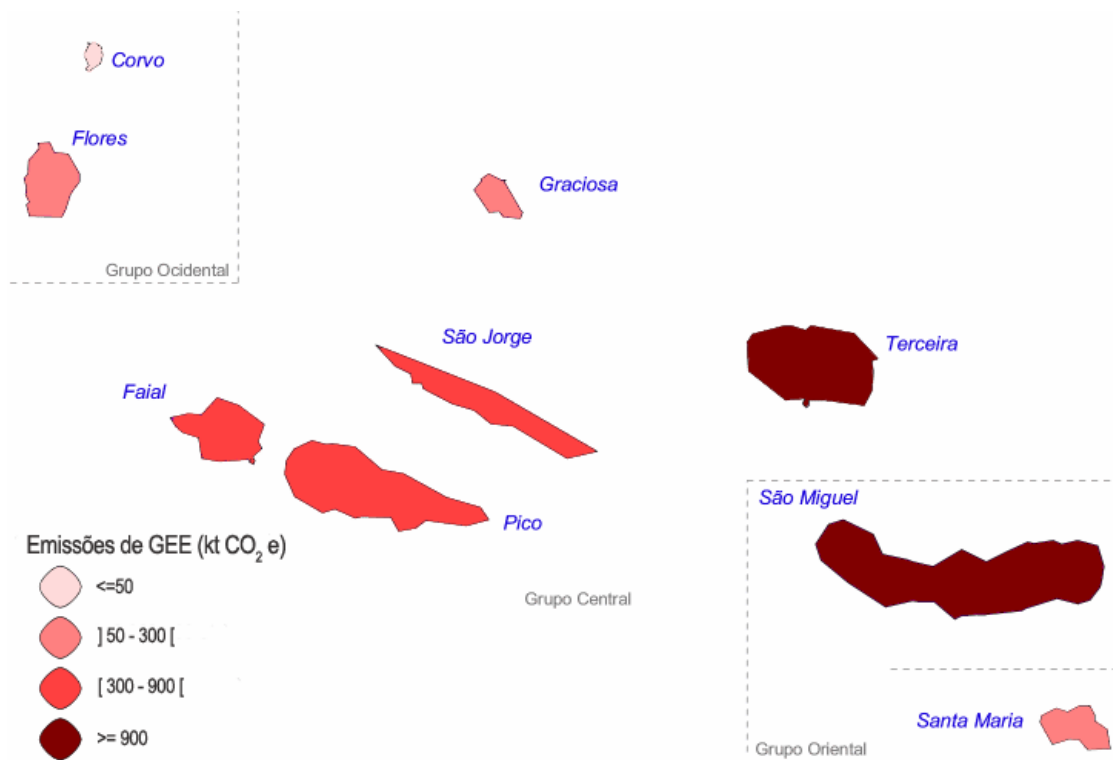


Figura 17 Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria de produção e consumo de energia (2004)



3.2.2 | Processos Industriais

A análise desta categoria incide sobre as emissões resultantes de transformações físicas e químicas de matérias-primas nos processos industriais, com excepção das actividades associadas à combustão para produção de energia. Incluem-se, neste contexto, as emissões que resultam da utilização em diversas aplicações industriais, domésticas e comerciais de compostos halogenados, caracterizados por tempos de residência longos e elevado potencial para o aquecimento potencial.

Nesse sentido, não obstante esta categoria poder ser tradicionalmente associada a actividades como as da indústria mineral (produção de cal e carbonato de sódio), da indústria química (produção de fertilizantes e ácido nítrico), da indústria metalúrgica (produção de aço, metal e ligas de ferro) e de outras produções (contraplacado, papel, entre outras), no âmbito do presente trabalho consideraram-se, apenas, as actividades que resultam no **consumo de halocarbonetos (CFC, HFC, HCFC) e hexafluoreto de enxofre (SF₆)**, uma vez que as restantes não incidem directamente sobre os seis GEE contemplados no Protocolo de Quioto, que constituem o objecto desta análise.

3.2.2.1 | Consumo de Halocarbonetos e Hexafluoreto de Enxofre

O sector relacionado com o consumo de halocarbonetos e hexafluoreto de enxofre contempla os seguintes sub-sectores:

- Refrigeração doméstica (frigoríficos e arcas congeladoras em domicílios);
- Refrigeração comercial (frigoríficos e arcas congeladoras em estabelecimentos comerciais);
- Equipamentos de transporte refrigerados;
- Equipamentos de ar condicionado fixos;
- Equipamentos de ar condicionado móveis (ou seja, em veículos automóveis);
- Produção de espumas;
- Equipamentos eléctricos (sub-estações eléctricas).

Os resultados obtidos permitem deduzir que as emissões dos diferentes compostos considerados neste sector (e, conseqüentemente, nesta categoria) têm variado, significativamente, no período em análise. De facto, enquanto que as emissões de HFC ocorrem a partir de 1996 e foram aumentando gradualmente, os CFC deixaram de ser utilizados a partir do mesmo ano. Por outro lado, as emissões de HCFC e de SF₆ mantiveram-se aproximadamente constantes ao longo da série temporal, embora com uma tendência de aumento relativo das emissões de SF₆ nos últimos anos e das emissões de HCFC entre 1994 e 1999 (**Figura 18**). Refira-se, ainda, que as emissões totais estimadas para este sector (3 kt CO₂e) apresentam um aumento de cerca de 15% entre 1990 e 2004.

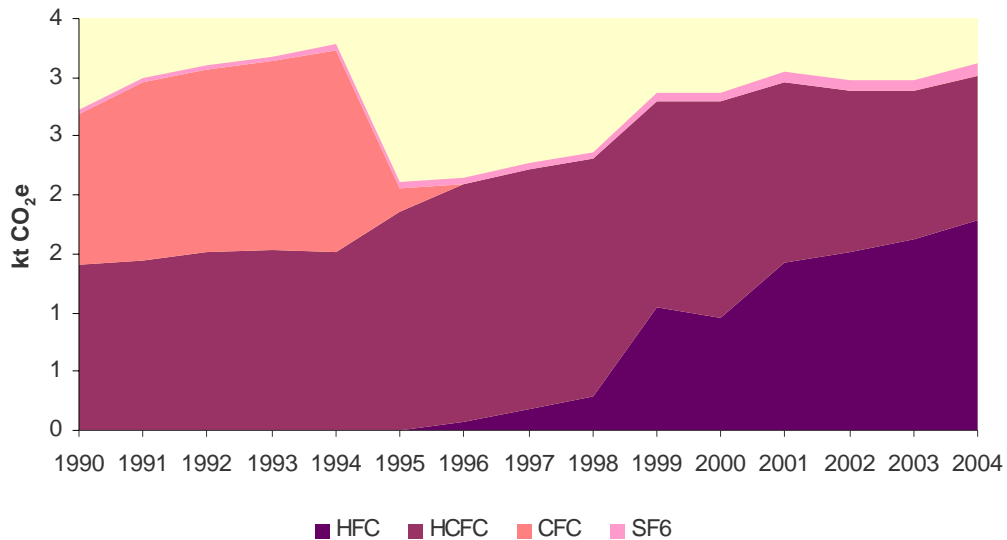


Figura 18 Emissões de GEE associadas à categoria de processos industriais (1990-2004)

Analisando a contribuição dos sub-sectores considerados, (**Figura 19**), constata-se que as actividades relacionadas com a refrigeração comercial são as mais relevantes, com cerca de 37% em 2004, seguindo-se a produção de espumas³² (cerca de 23%) e os equipamentos de ar condicionado fixos (18%). Observa-se, em 1994-1995, a quebra das emissões da refrigeração comercial devida à eliminação dos CFC's e consequente introdução de HFC's como composto de refrigeração.

³² Para produção, por exemplo, de materiais de insuflação ou extinção.

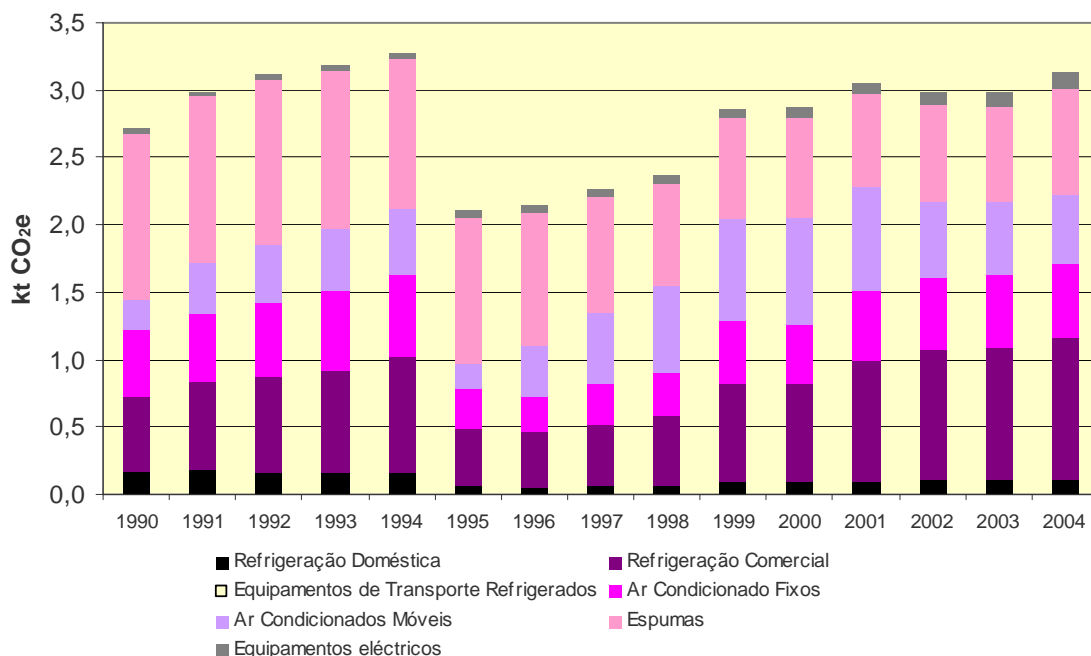


Figura 19 Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria de processos industriais (1990-2004)

A análise territorial das estimativas de emissão de GEE (**Figura 20**) permite inferir que, como seria de esperar, a ilha de São Miguel é a responsável pela maior quantidade de GEE emitidos por processos industriais (56% do total da categoria em 2004), enquanto que as ilhas do Corvo, Graciosa, Flores, São Jorge e Santa Maria são as que apresentam contribuições menos significativas, inferiores a 2% do total.

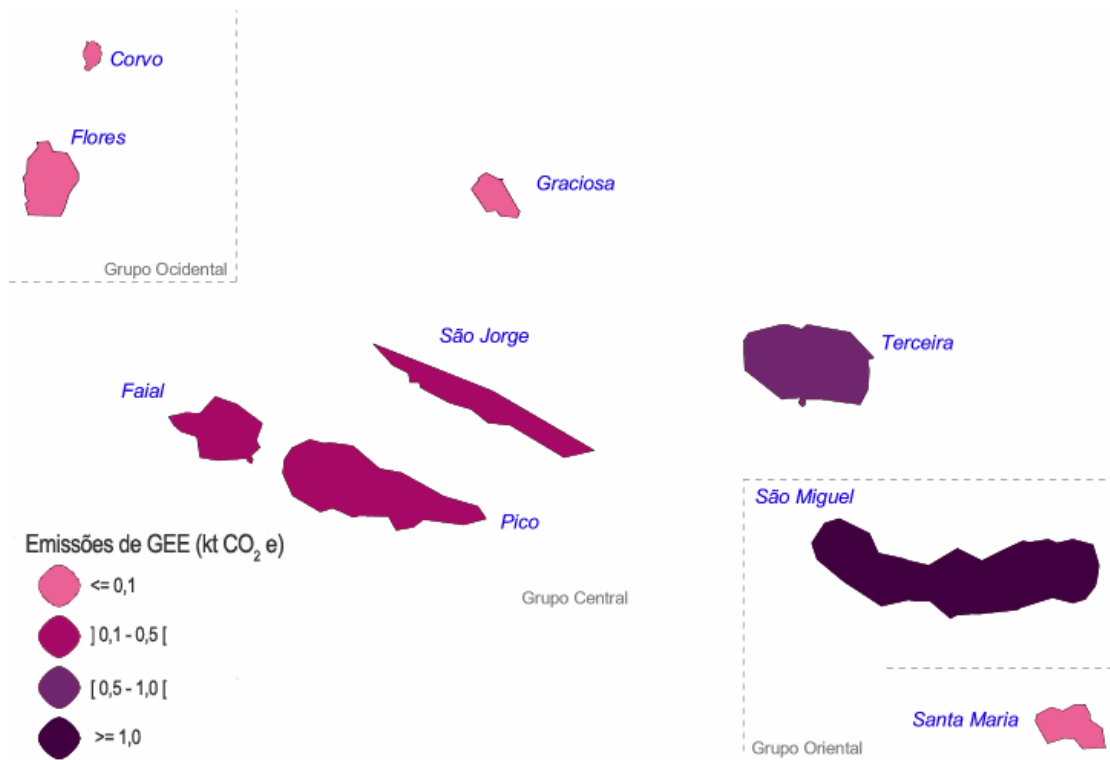


Figura 20 Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria de processos industriais (2004)



3.2.3 | Agricultura

A categoria relacionada com as actividades agrícolas é responsável pela emissão de GEE fundamentalmente através dos seguintes sectores:

- i) Fermentação Entérica;
- ii) Gestão de Estrume dos animais;
- iii) Solos Agrícolas (emissões directas e indirectas);

3.2.3.1 | Fermentação Entérica

A fermentação entérica resulta na produção de metano durante o processo digestivo dos animais. Este tipo de metabolismo verifica-se principalmente nos ruminantes, mas, também, em pequenas quantidades nos animais monogástricos como suínos, equídeos, aves e coelhos.

A **Figura 21** permite observar uma tendência de crescimento, ligeira mas gradual, das emissões de metano associadas a este sector, traduzindo-se num aumento de cerca de 18% durante o período de análise. Desde o último Recenseamento Geral da Agricultura (1999) e segundo o SREA, até 2004 o número de efectivos bovinos de produção leiteira aumentou 2%, ao passo que os restantes efectivos bovinos (produção de carne) diminuiram 11%. Os efectivos suínos aumentaram 3% e os restantes efectivos efectivos, ovinos e caprinos, diminuiram 39% e 12%, respectivamente. Foi seguindo estes elementos que se efectuou o cálculo de emissão de metano através da fermentação entérica e se estimou uma emissão na ordem dos 341 kt CO₂e para este sector.

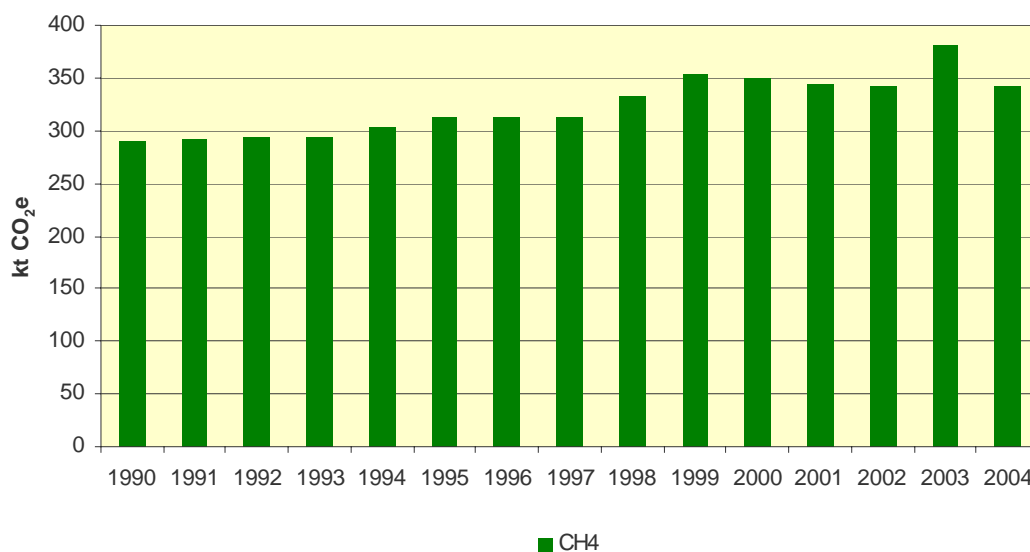
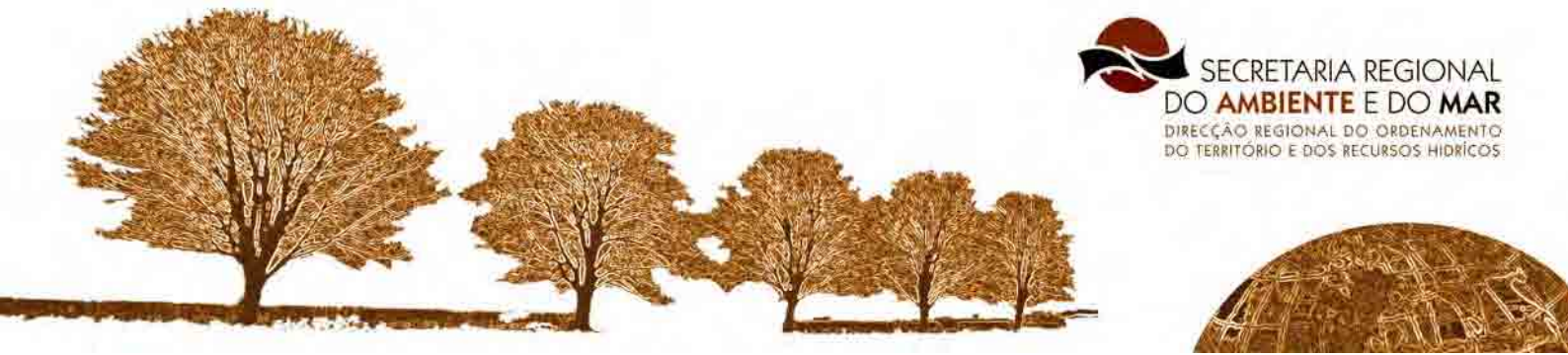


Figura 21 Emissões de GEE associadas ao sector da fermentação entérica (1990-2004)



3.2.3.2 | Gestão de Estrume

As emissões associadas à gestão de estrume decorrem da decomposição da matéria orgânica (em fase sólida ou líquida) durante o seu armazenamento ou tratamento, por acção de microrganismos em condições anóxicas (desnitrificação) ou anaeróbias (metanização). As estimativas obtidas permitem inferir que o GEE mais relevante neste âmbito é o óxido nitroso o que representa, aproximadamente, 75% do total de emissões, tendo-se registado um aumento moderado no contexto regional durante o período 1990-2004 (**Figura 22**). Este ligeiro aumento das emissões provenientes do estrume deve-se, principalmente, ao ligeiro aumento do número total de efectivos pecuários na Região ainda que, desde o último Recenseamento (1999), a variação no efectivo pecuário tenha sido menor.

O óxido nitroso é o gás mais relevante, designadamente porque possui um *Potencial de Aquecimento Global*³³ superior ao metano porquanto, em termos meramente quantitativos, a produção de metano supera largamente a produção de óxido nitroso.

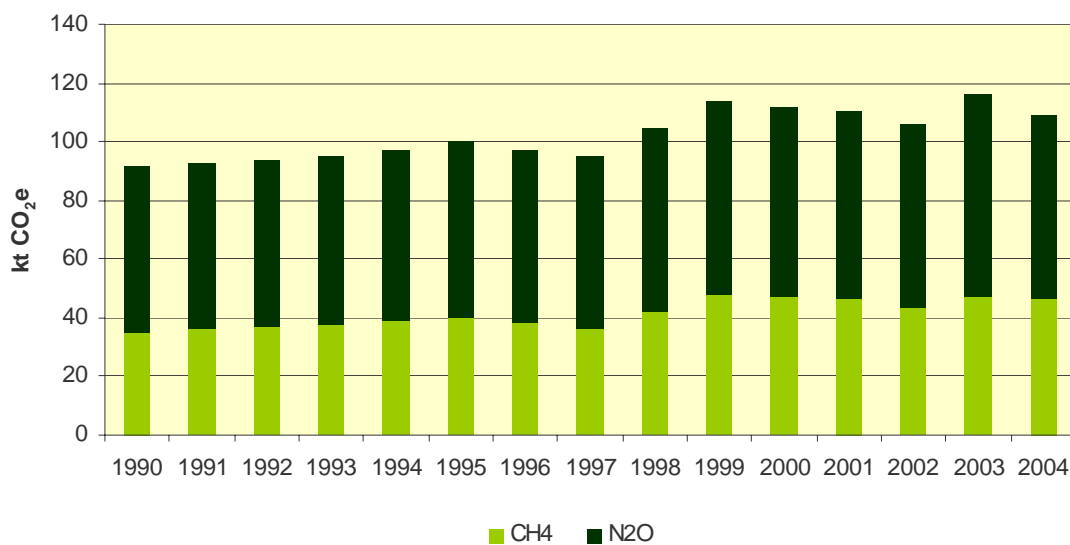
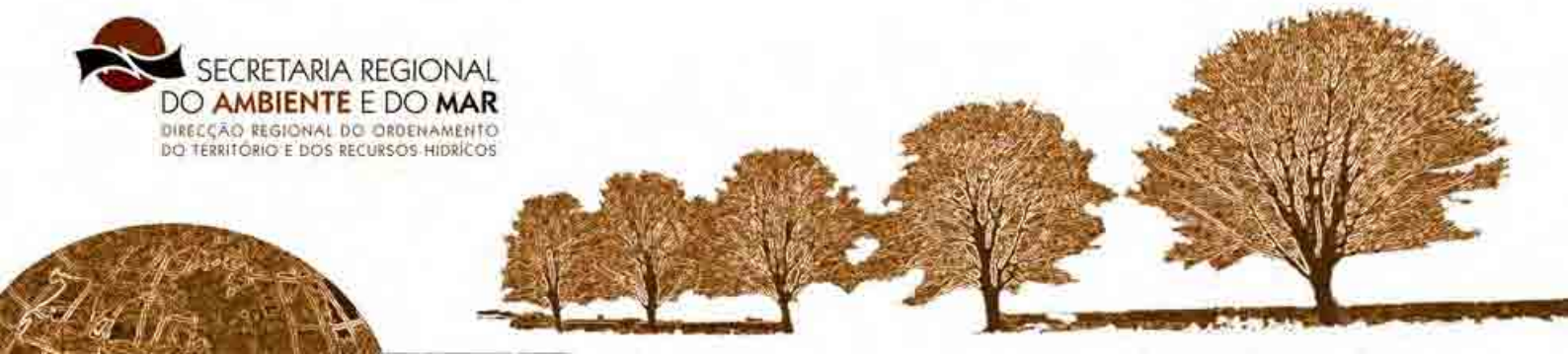


Figura 22 Emissões de GEE associadas ao sector da gestão de estrume (1990-2004)

³³ Potenciais de Aquecimento Global (PAG) ou Global Warming Potentials (GWP): 21 t-CO₂e.t-CH₄, N₂O e 310 t-CO₂e.t-N₂O



3.2.3.3 | Solos Agrícolas

As emissões de GEE (nomeadamente N₂O) provenientes dos solos agrícolas podem ocorrer por via directa e indirecta. Assim, as emissões directas resultam das seguintes actividades:

- Aplicação de fertilizantes sintéticos;
- Aplicação de estrume;
- Excreção animal durante as actividades de pastoreio;
- Fixação de azoto por culturas (plantas leguminosas);
- Incorporação de azoto nos solos através de resíduos das culturas.

As emissões associadas aos solos agrícolas são consideradas indirectas quando não ocorrem estritamente em consequência da aplicação de compostos azotados no solo, mas sim através da volatilização de amoníaco ou NO_x (provenientes da deposição de fertilizantes sintéticos no solo, da aplicação de estrume no solo, da gestão do estrume armazenado e da excreção de dejectos pelos animais directamente no solo). Os resultados obtidos indicam que a componente de emissões directas de N₂O dos solos agrícolas é superior às determinadas para a componente indirecta. As emissões directas atingem valores anuais aproximadamente entre as 100 e as 120 kt CO₂e enquanto que as emissões indirectas mantêm-se entre as 30 e as 40 kt CO₂e (**Figura 23**).

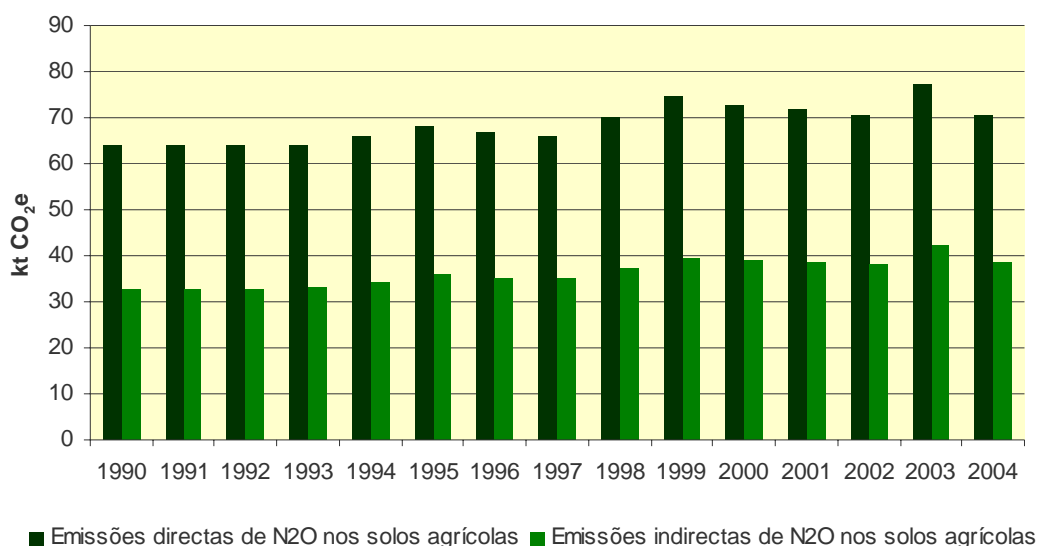
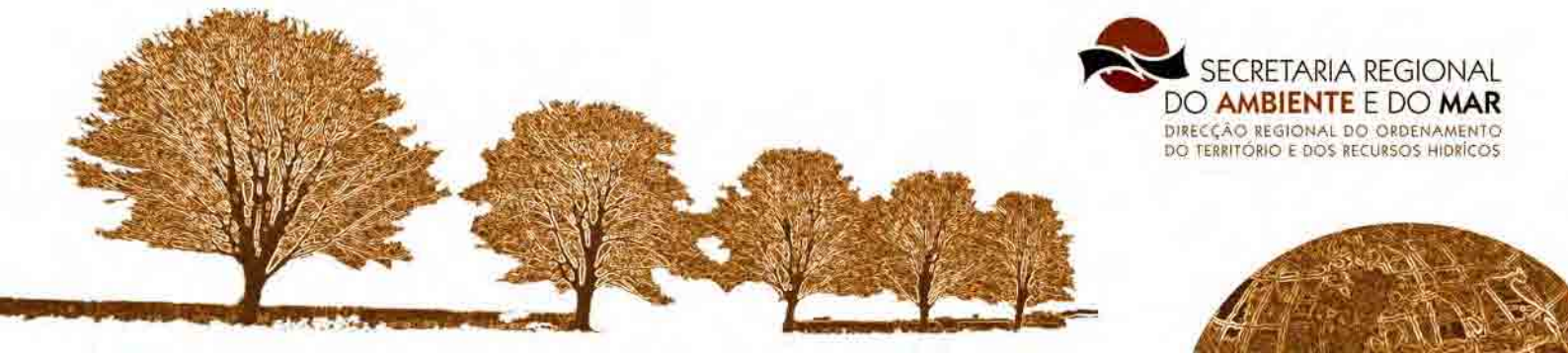


Figura 23 Emissões de GEE associadas ao sector dos solos agrícolas (1990-2004)



Em relação às emissões directas, é possível observar que a aplicação de estrume é o maior responsável pela libertação de azoto nos solos agrícolas (**Figura 24**), assumindo-se a adição de estrume ao solo durante os processos de pastoreio como a segunda actividade mais relevante neste contexto.

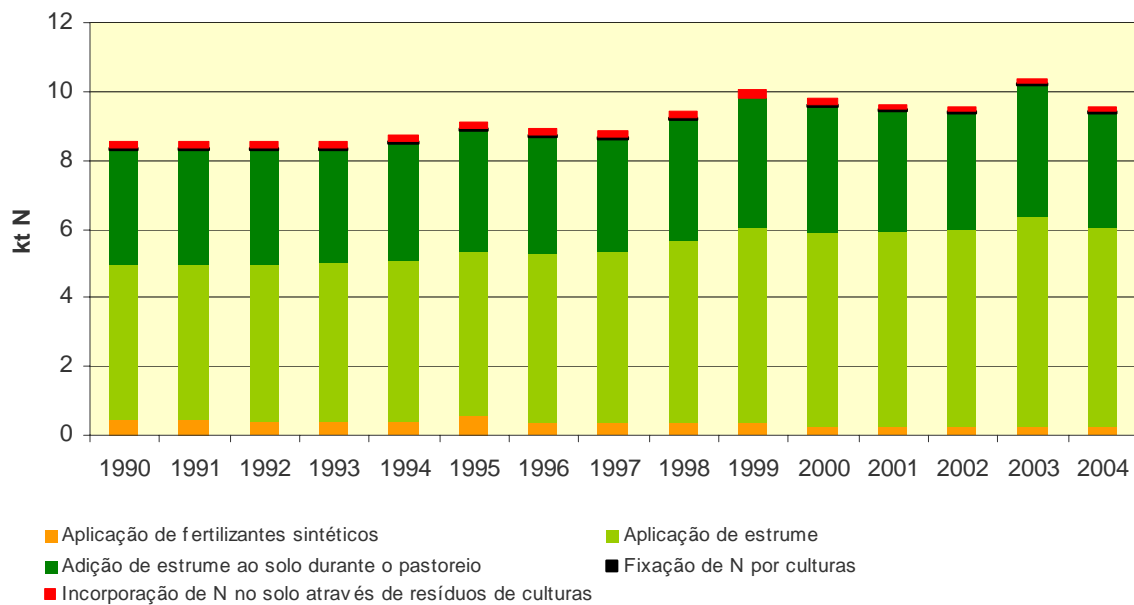


Figura 24 Análise sectorial das emissões de GEE associadas aos solos agrícolas (via directa) (1990-2004)

3.2.3.5 | Análise Síntese

A análise global da categoria relacionada com a **agricultura** permite afirmar que o metano é o GEE mais significativo, representando cerca de 70% do total de emissões, sendo a fermentação entérica a maior responsável pela emissão de CH₄ (88%). Nota-se uma tendência de aumento moderado dos quantitativos ao longo da série considerada, configurando um aumento global de cerca de 17% desde 1990 (**Figura 25**).

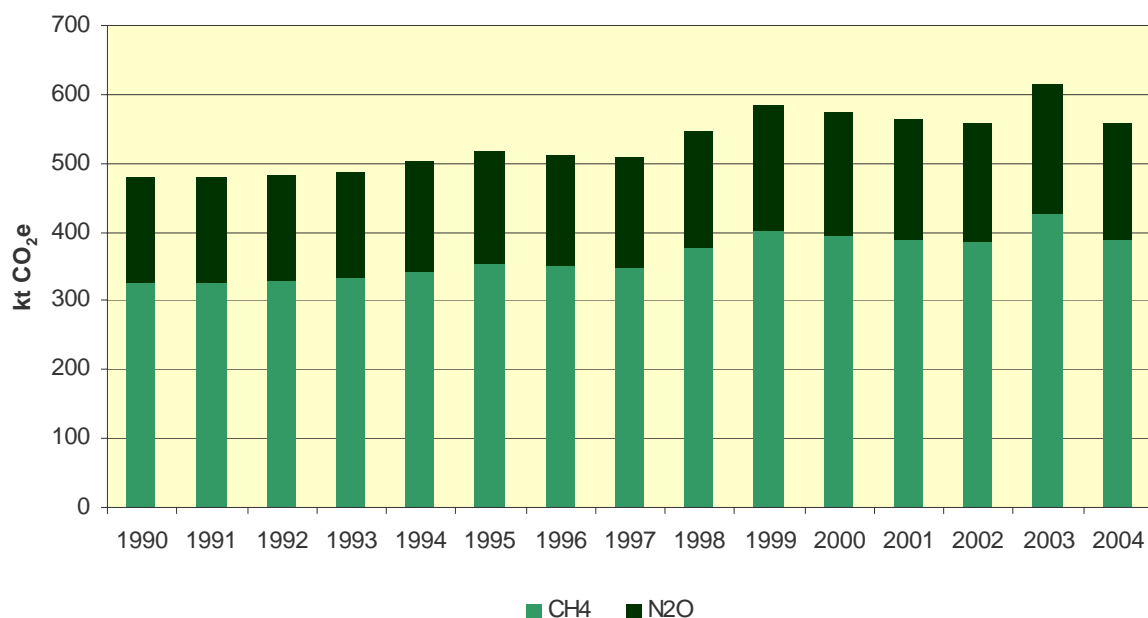


Figura 25 Emissões de GEE associadas à categoria da agricultura (1990-2004)

A fermentação entérica é o sector mais relevante desta categoria, correspondendo a mais de metade do total das emissões (60%). A gestão de estrume e a emissão directa de N₂O a partir dos solos são as segundas actividades que mais contribuem para as emissões (cerca de 20%) no âmbito das actividades agrícolas regionais (Figura 26).

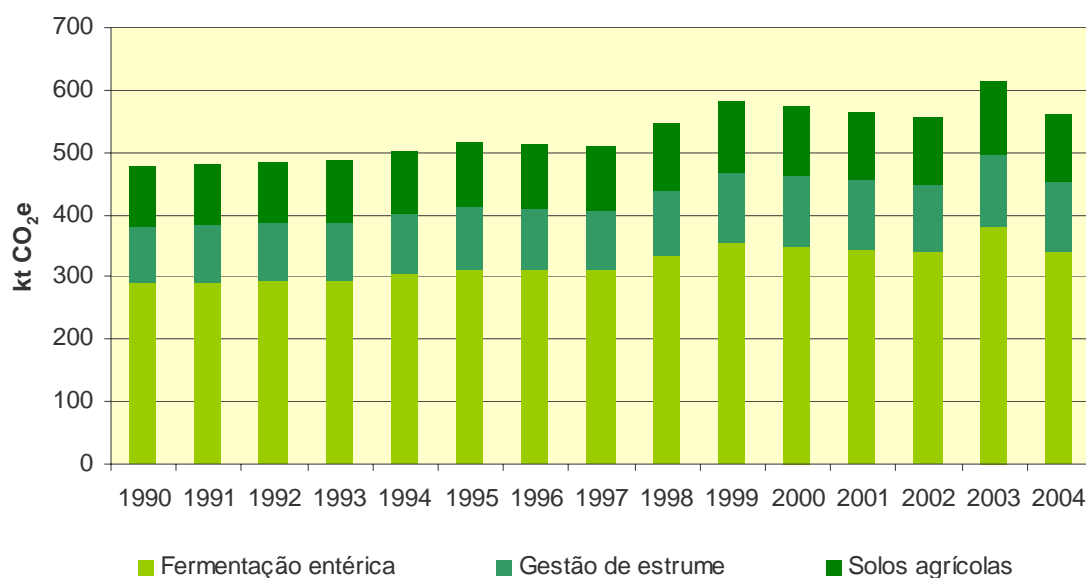
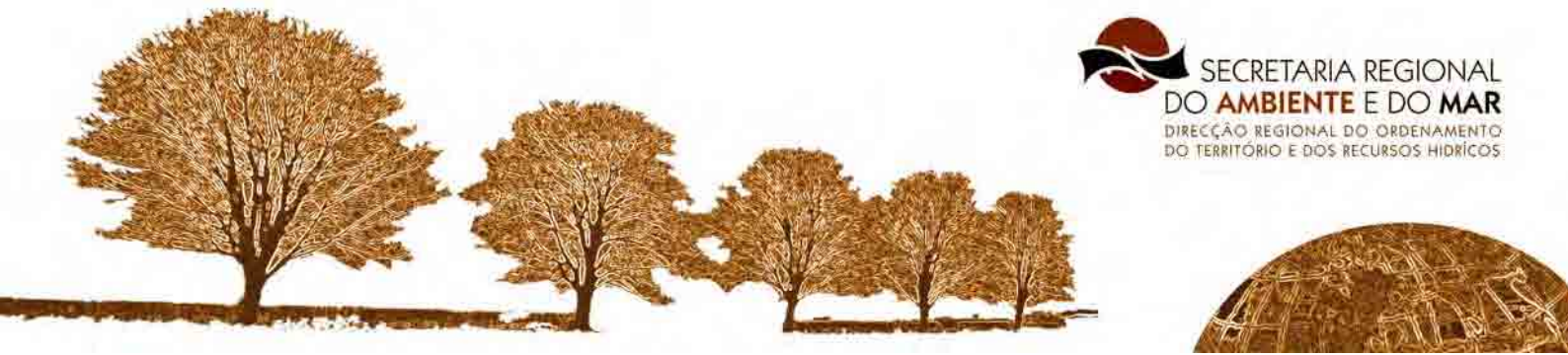


Figura 26 Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria da agricultura (1990-2004)



A desagregação territorial das emissões associadas às actividades agrícolas (**Figura 27**) permite concluir que esta categoria tem maior incidência nas ilhas de São Miguel, Terceira e Pico.

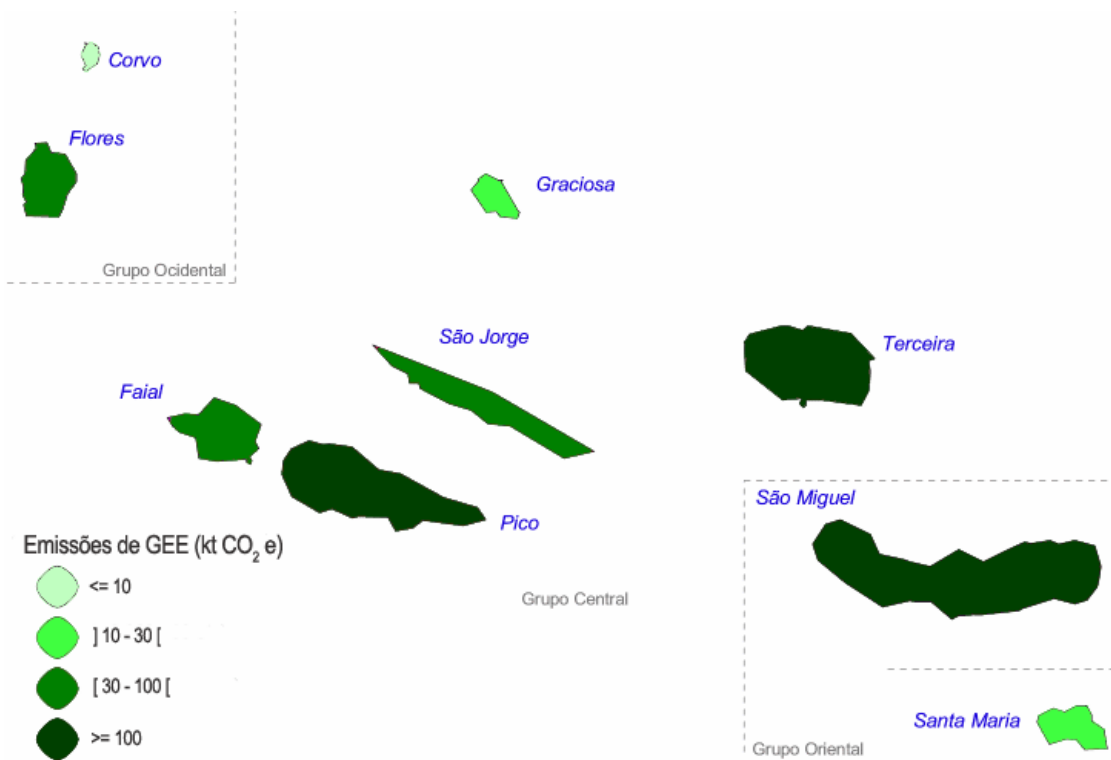


Figura 27 Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria da agricultura (2004)



3.2.4 | Floresta

Esta categoria contempla a análise das emissões e absorções de dióxido de carbono que decorrem de alterações nos usos florestais, influenciando os fluxos de gases entre a atmosfera e os ecossistemas terrestres. Para a determinação deste balanço de CO₂ é necessário considerar dois factores:

- o incremento de biomassa (calculado através da quantificação da capacidade de retenção de CO₂ das espécies arbóreas existentes na Região, tanto associadas a novas plantações como a plantações mais antigas);
- a perda de biomassa (determinada pela quantidade de árvores sujeitas a corte, traduzindo-se numa perda/libertação de CO₂).

O sector dos incêndios florestais (considerado no NIR) não apresenta expressão na Região, pelo que foi excluído do âmbito do presente trabalho. Neste contexto, a estimativa de emissão/remoção de CO₂ associada a esta categoria incide sobre as actividades de gestão florestal (**florestação, reflorestação e desflorestação**).

3.2.3.4 | Florestação, Reflorestação e Desflorestação

Os resultados obtidos permitem inferir que o incremento anual de biomassa é bastante superior à sua perda a nível regional (**Figura 28**), apresentando uma tendência crescente ao longo da série temporal considerada. De facto, nos anos mais recentes, os valores de perda anual de biomassa representam apenas cerca de 22% dos quantitativos estimados para o respectivo incremento.³⁴

³⁴ O cálculo da área florestal e respectivo incremento ou perda de biomassa foi efectuado a partir de artigos bibliográficos disponíveis no *Agroportal* e no *AzoresDigital*, uma vez que o Inventário Florestal ainda não se encontra concluído. Assim, é referido que o arquipélago é constituído por 83 mil hectares de floresta, dos quais 23 mil hectares são de criptoméria destinada à produção de madeira, localizando-se maioritariamente em São Miguel (cerca de 70%). Também é referido que, desde 1998, a área florestal tem crescido cerca de 500 hectares por ano. Dada a inexistência de incêndios de grande dimensão nos Açores, a perda de biomassa resulta essencialmente do corte de madeira para consumo humano. O corte de madeira foi estimado com base na razão entre os volumes de negócios da actividade económica respectiva (CAE 20) de Portugal e Região Autónoma dos Açores.

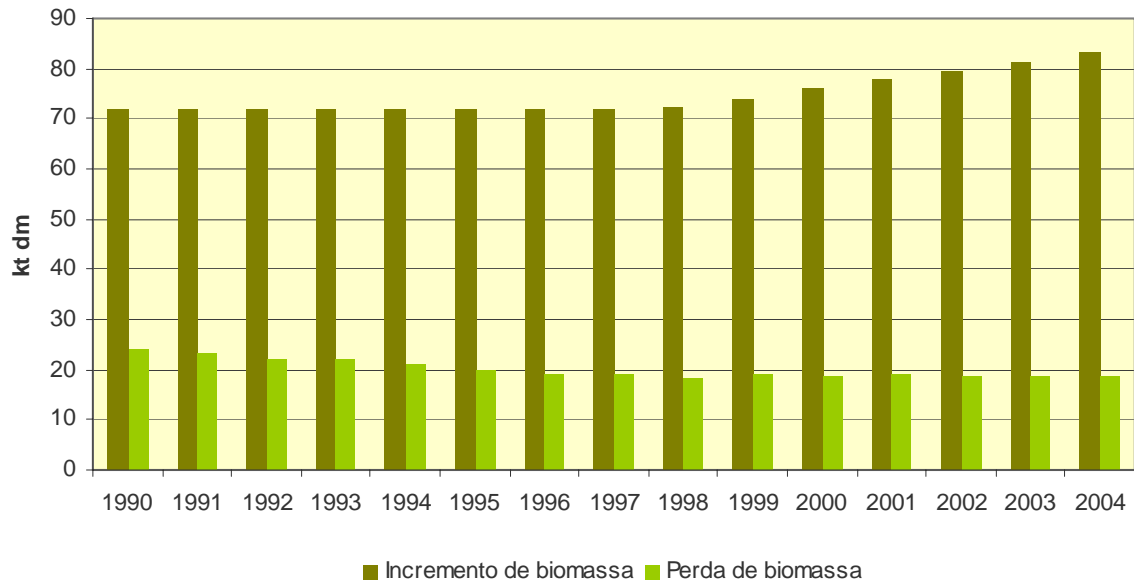
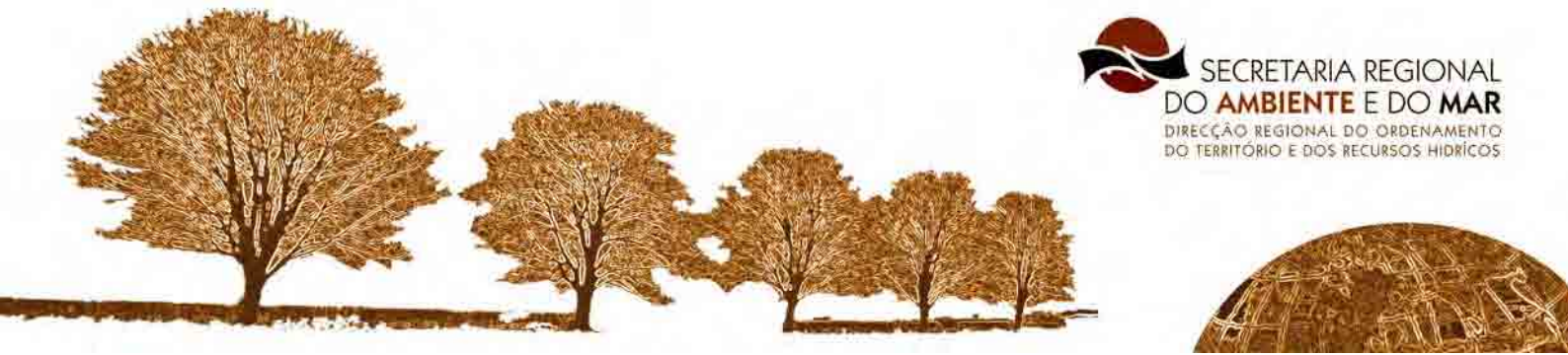


Figura 28 Evolução do incremento e da perda de biomassa florestal (1990-2004)

Traduzindo estas estimativas em termos de balanço de CO₂ (**Figura 29**), verifica-se um aumento gradual da capacidade de absorção atingindo-se, no último ano da série analisada, valores de cerca de 200 kt CO₂ absorvido. Assim, é possível depreender que o sector florestal actua como sumidouro de carbono nos Açores, uma vez que a capacidade de retenção de carbono pelas espécies arbóreas existentes na Região é superior às emissões decorrentes das actividades que resultam na perda de biomassa florestal derivada da exploração de madeira.

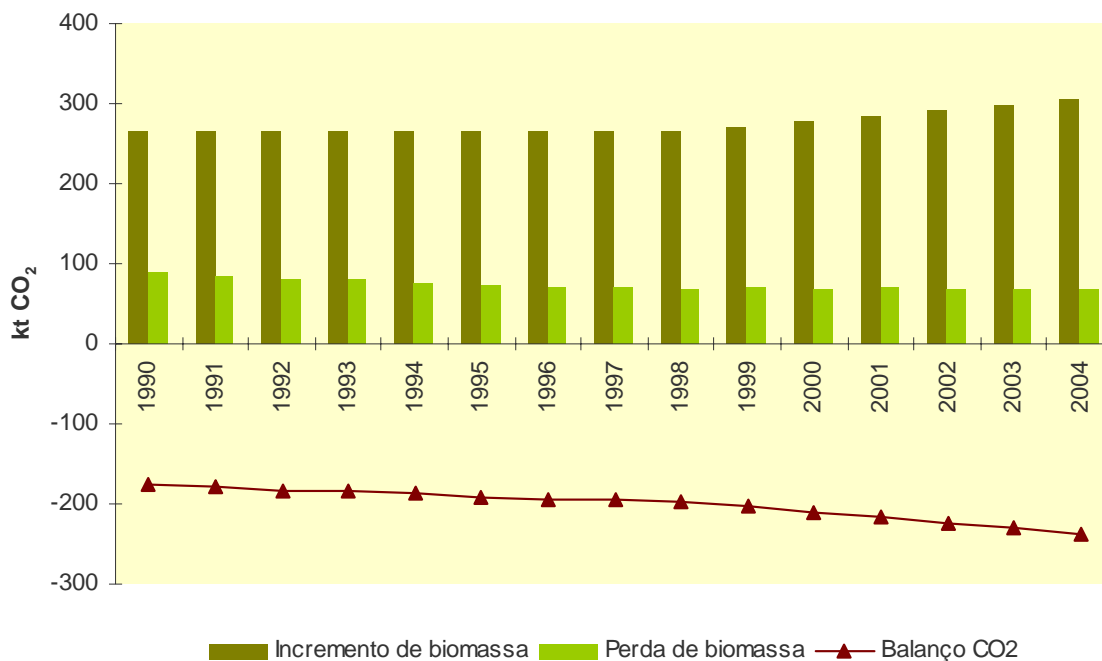


Figura 29 Evolução do balanço de CO₂ associado à biomassa florestal (1990-2004)

Em termos de análise territorial (**Figura 30**), verifica-se que o balanço de CO₂ é positivo em todas as ilhas, embora com maior expressão em São Miguel em resultado da sua maior dimensão florestal.

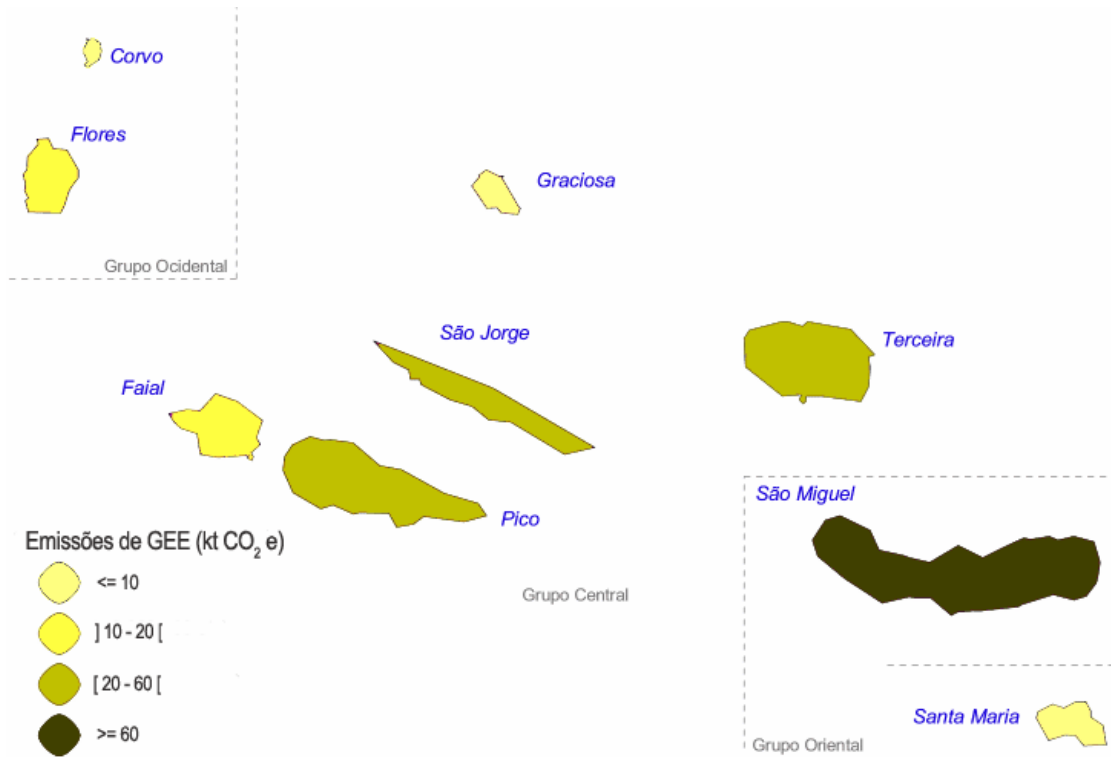
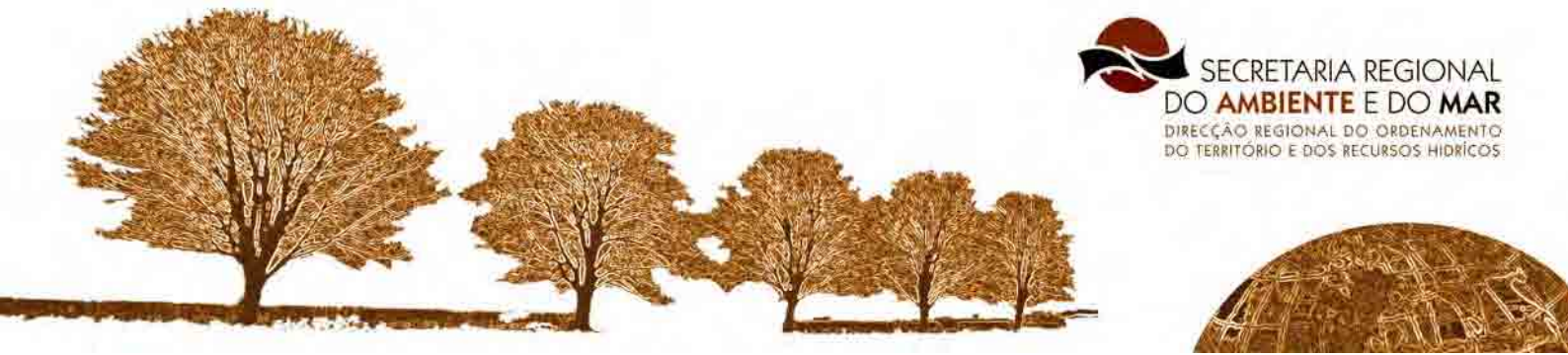


Figura 30 Análise territorial das emissões de GEE (balanço de CO₂) associadas à categoria de floresta (2004)



3.2.5 | Resíduos e Águas Residuais

A categoria *gestão e tratamento de resíduos sólidos e de águas residuais* contribui para as emissões de GEE devido à acção biológica anaeróbia - que promove a metanização e libertação de CO₂ - e à desnitrificação efectuada em condições anóxicas³⁵.

3.2.5.1 | Gestão de Resíduos Sólidos

A **Figura 31** permite inferir que as emissões provenientes dos resíduos industriais são aproximadamente 25% das emissões resultantes dos resíduos sólidos urbanos, ambas as fracções apresentando uma tendência crescente ao longo da série temporal analisada, com especial pendor para os resíduos municipais em resultado do aumento da capitação. Considerou-se, para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, uma fracção de putrescíveis, papel e têxteis na ordem dos 64% do total de RSU produzidos³⁶ e 16% do total de resíduos industriais.

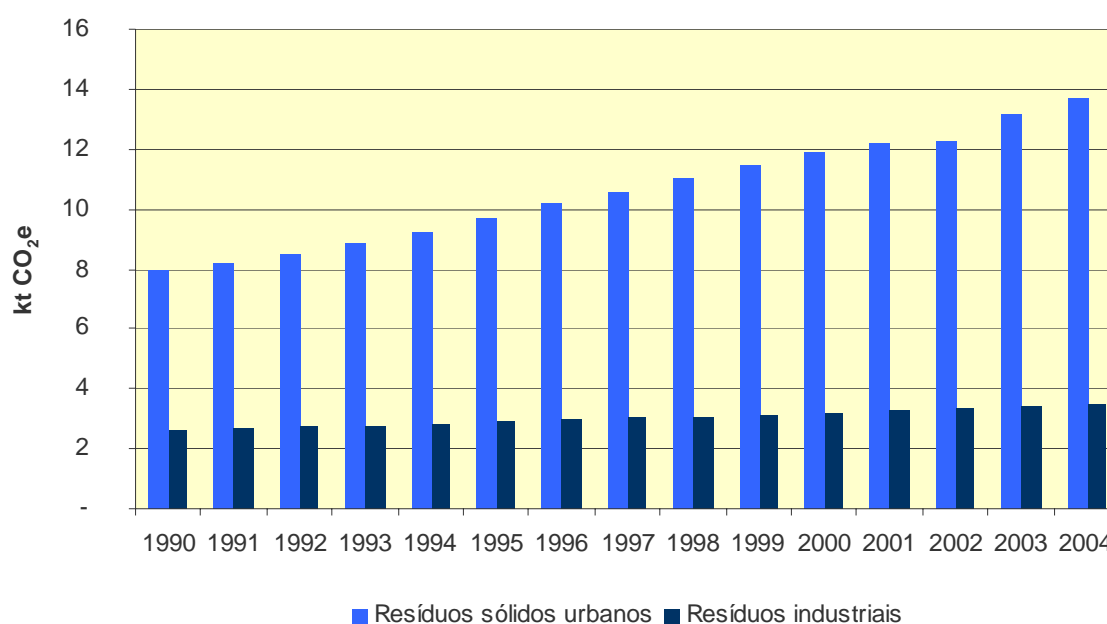
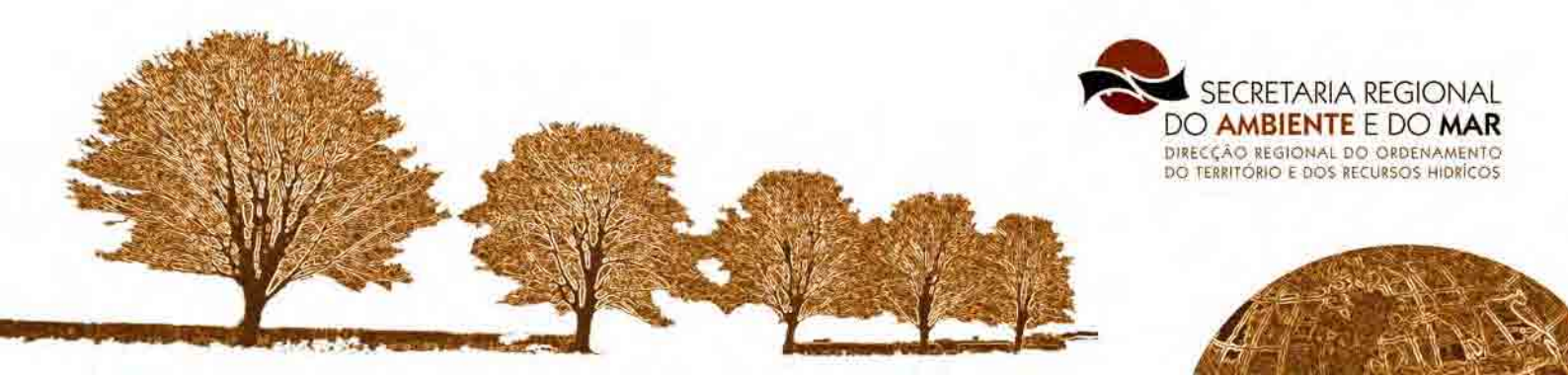


Figura 31 Análise sectorial das emissões de GEE associadas ao sector de gestão de resíduos sólidos (1990-2004)

³⁵O NIR inclui ainda nas suas estimativas um sector relacionado com a incineração de resíduos, que não foi considerado no presente trabalho por não existir a nível regional.

³⁶ Os materiais fermentáveis não-alimentares e madeira não foram contemplados nesta estimativa, devido à ausência de dados.



3.2.5.2 | Tratamento de Águas Residuais

A análise da estimativa de emissões para o sector relacionado com o tratamento de águas residuais permite constatar que os quantitativos de GEE apresentam uma redução ao longo da série temporal (**Figura 32**).

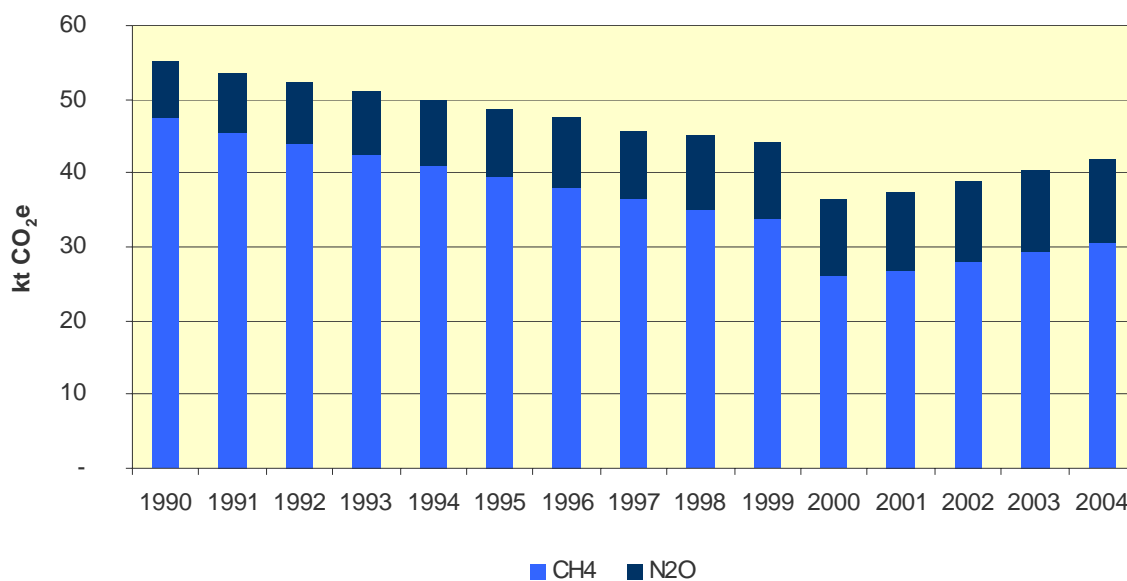


Figura 32 Emissões de GEE associadas ao sector de tratamento de águas residuais (1990-2004)

É dado a observar que a componente de águas residuais urbanas é responsável pela maior parte das emissões de GEE em 2004, atingindo valores na ordem das 18 kt CO₂e (**Figura 33**). As emissões apresentam uma tendência decrescente no período em análise, facto que pode ser justificado pelo aumento dos níveis de atendimento mas importa notar que se admite que os respectivos sistemas de tratamento aeróbios originam emissões de GEE inferiores às tradicionais soluções baseadas em fossas sépticas (processos anaeróbios). Este tipo de sistema de tratamento de águas residuais apresenta, por norma, um factor de emissão de metano muito superior ao verificado nqas estações de tratamento aeróbias convencionais (sendo que não se contemplou os eventuais GEE libertados por processos de digestão anaeróbia de lamas purgadas dos sistemas aeróbios, caso não tenham sistemas para a capatção de biogás).

Em contrapartida, o óxido de azoto regista um leve acréscimo das suas emissões, isto porque foi considerado um aumento do conteúdo proteico (p.e. ureia) das águas residuais produzidas. Dado não existirem, no arquipélago, sistemas de tratamento que contemplem a remoção de nutrientes (azoto e fósforo) através da sua retenção na biomassa de lamas, estes acabam por ser emitidos, por meio directo ou indirecto, para a atmosfera.

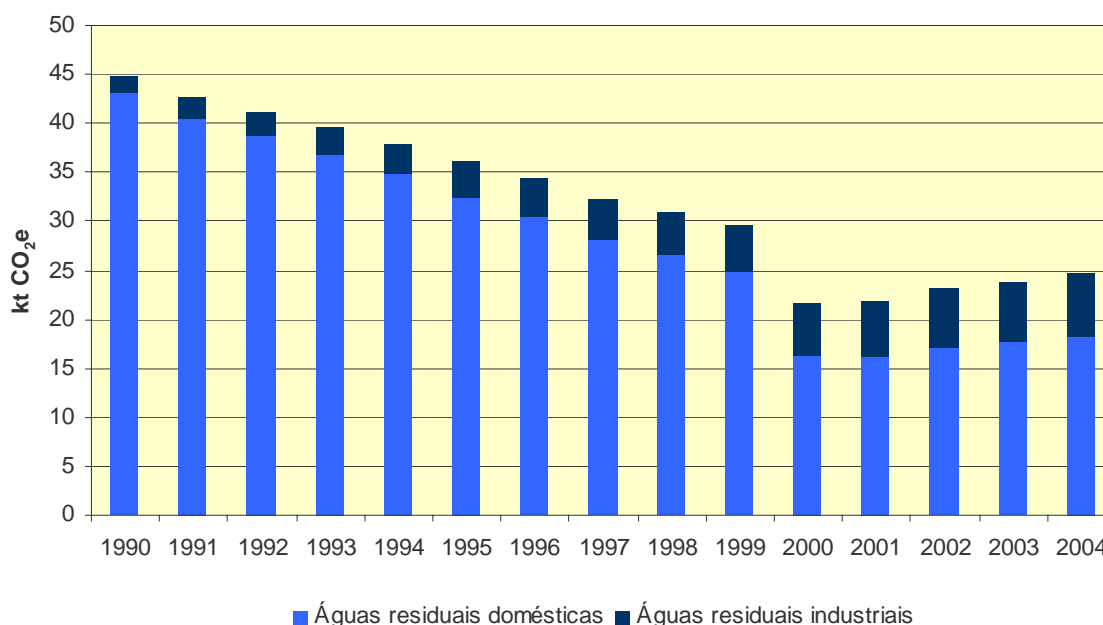


Figura 33 Análise sectorial das emissões de GEE associadas ao sector de tratamento de águas residuais (1990-2004)

O desenvolvimento industrial que a Região tem vindo a verificar, pelo menos, desde 1990, tem-se reflectido na quantidade de águas residuais industriais e, conseqüentemente, nas emissões de gases de efeito de estufa. Desde 1990, estima-se que a carga orgânica industrial produzida aumentou cerca de três vezes a sua quantidade, registando-se a emissão em 2004 de 6,6 kt CO₂e proveniente deste tipo de águas residuais.

3.2.5.3 | Análise Síntese

A análise global da categoria relacionada com a gestão de **resíduos e águas residuais** permite concluir que as emissões de metano representam cerca de 75% do total, facto para o qual contribui o peso do sector de gestão de resíduos sólidos e das águas residuais domésticas (**Figura 34**). As emissões de metano, ao contrário das emissões de óxido nítrico, apresentaram uma tendência de diminuição, configurando uma regressão na ordem dos (-)21% entre 1990 e 2004, ao passo que o óxido nítrico cresceu 47%. Estes resultados advêm da construção de sistemas aeróbios de tratamento de águas residuais e da eficiência na remoção de carga orgânica, principalmente, ao nível das águas residuais domésticas.

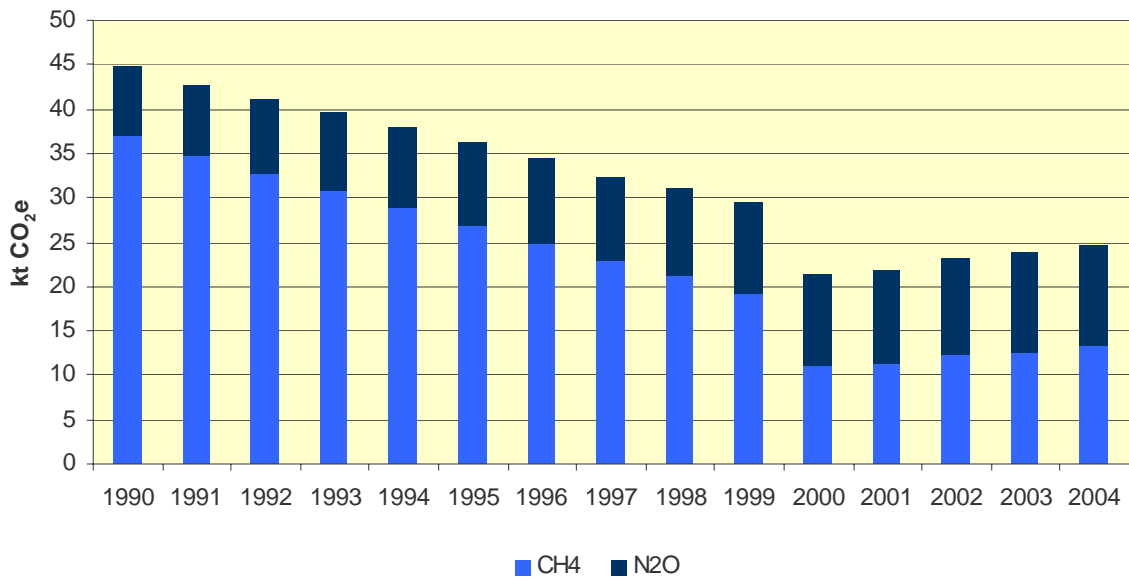


Figura 34 Emissões de GEE associadas à categoria de gestão de resíduos e águas residuais (1990-2004)

Realizando uma análise sectorial a partir da **Figura 35**, verifica-se que a componente doméstica é a responsável pela maior fatia de emissão de GEE emitidos a partir dos resíduos e águas residuais produzidos, apesar da redução conseguida pela implementação de estações de tratamento de águas residuais domésticas. Verifica-se também um crescimento das emissões GEE a partir dos resíduos sólidos urbanos, consequência do aumento da capitação.

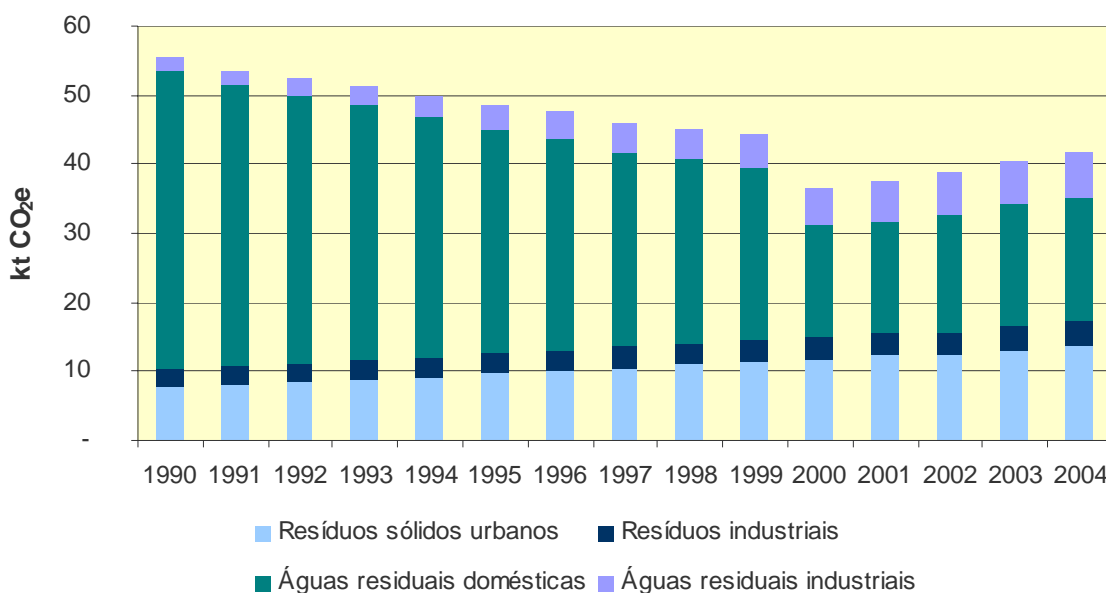


Figura 35 Análise sectorial das emissões de GEE associadas à categoria de gestão de resíduos e águas residuais (1990-2004)

Por fim, a desagregação territorial das emissões estimadas para esta categoria a nível regional (**Figura 36**) permite, mais uma vez, identificar as ilhas de São Miguel e da Terceira como as mais significativas no contexto das emissões de GEE associadas à gestão de resíduos sólidos e de águas residuais.

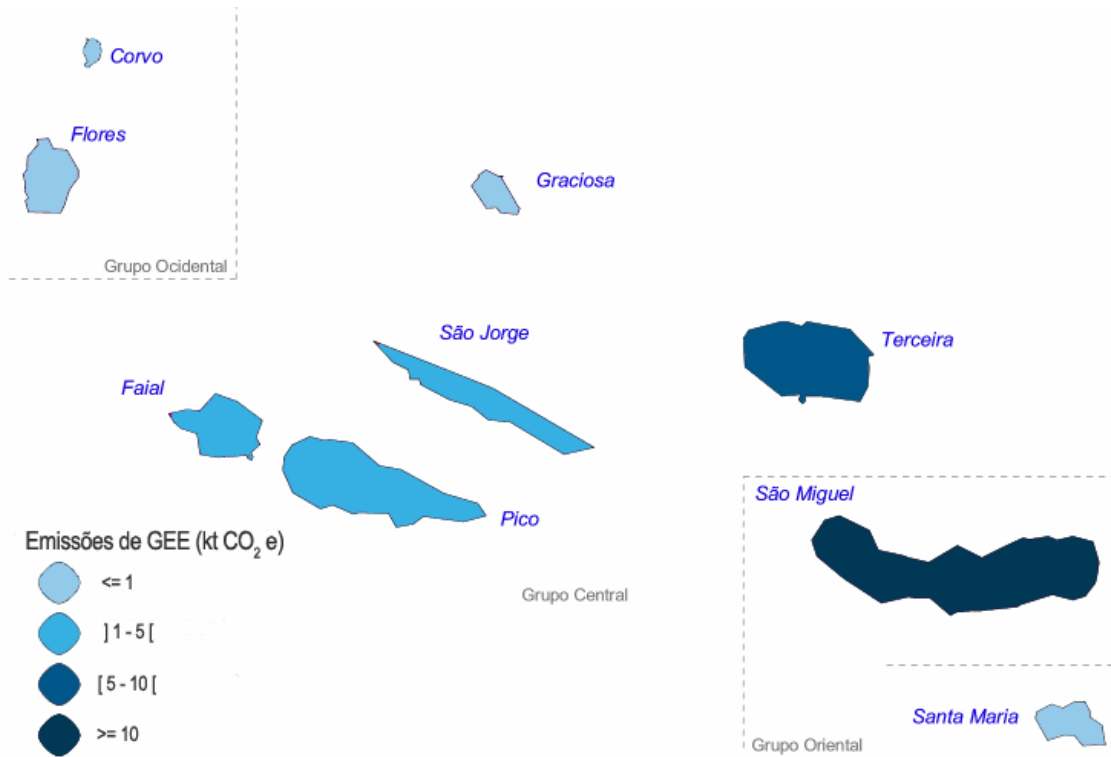


Figura 36 Análise territorial das emissões de GEE associadas à categoria de gestão de resíduos e águas residuais (2004)



3.3 | Análise Regional

Neste capítulo apresenta-se uma análise global dos resultados obtidos, estabelecendo um quadro de referência relativamente às emissões de gases com efeito de estufa na Região Autónoma dos Açores e identificando os sectores mais significativos nesse contexto.

3.3.1 | Balanço Regional de Emissões de GEE

O **Quadro 3** apresenta o balanço de emissões de GEE estimadas para a Região Autónoma dos Açores e, complementarmente, a **Figura 37** traduz a contribuição relativa de cada categoria e sector analisado para as emissões regionais.

Quadro 3 Balanço regional de emissões (1990 e 2004)

Actividades	1990 (kt CO ₂ e)	2004 (kt CO ₂ e)	Balanço 2004/1990 (%)
Energia	873	1 637	
i) Indústrias de energia	212	454	
ii) Indústrias transformadoras e de construção	235	227	
iii) Transportes	352	797	
iv) Outros sectores	74	159	
Processos Industriais	3	3	
i) Consumo de halocarbonetos e hexafluoreto de enxofre	3	3	
Agricultura	479	560	
i) Fermentação entérica	290	342	
ii) Gestão de estrume	92	109	
iii) Solos agrícolas	97	109	
Resíduos e Águas Residuais	55	42	
i) Gestão de resíduos sólidos	10	17	
ii) Tratamento de águas residuais	45	25	
BALANÇO DE EMISSÕES REGIONAIS	1 410	2 242	+ 59%
Floresta	- 176	- 237	
i) Florestação, reflorestação e desflorestação ³⁷	-176	-237	
BALANÇO LÍQUIDO DE EMISSÕES REGIONAIS	1 234	2 005	
BALANÇO DE EMISSÕES NACIONAIS	59 954	84 500	+ 41 %

³⁷ Desflorestação: 88 kt CO₂e (1990) e 68 kt CO₂e (2004); Florestação/Reflorestação: -264 kt CO₂e (1990) e -305 kt CO₂e (2004).

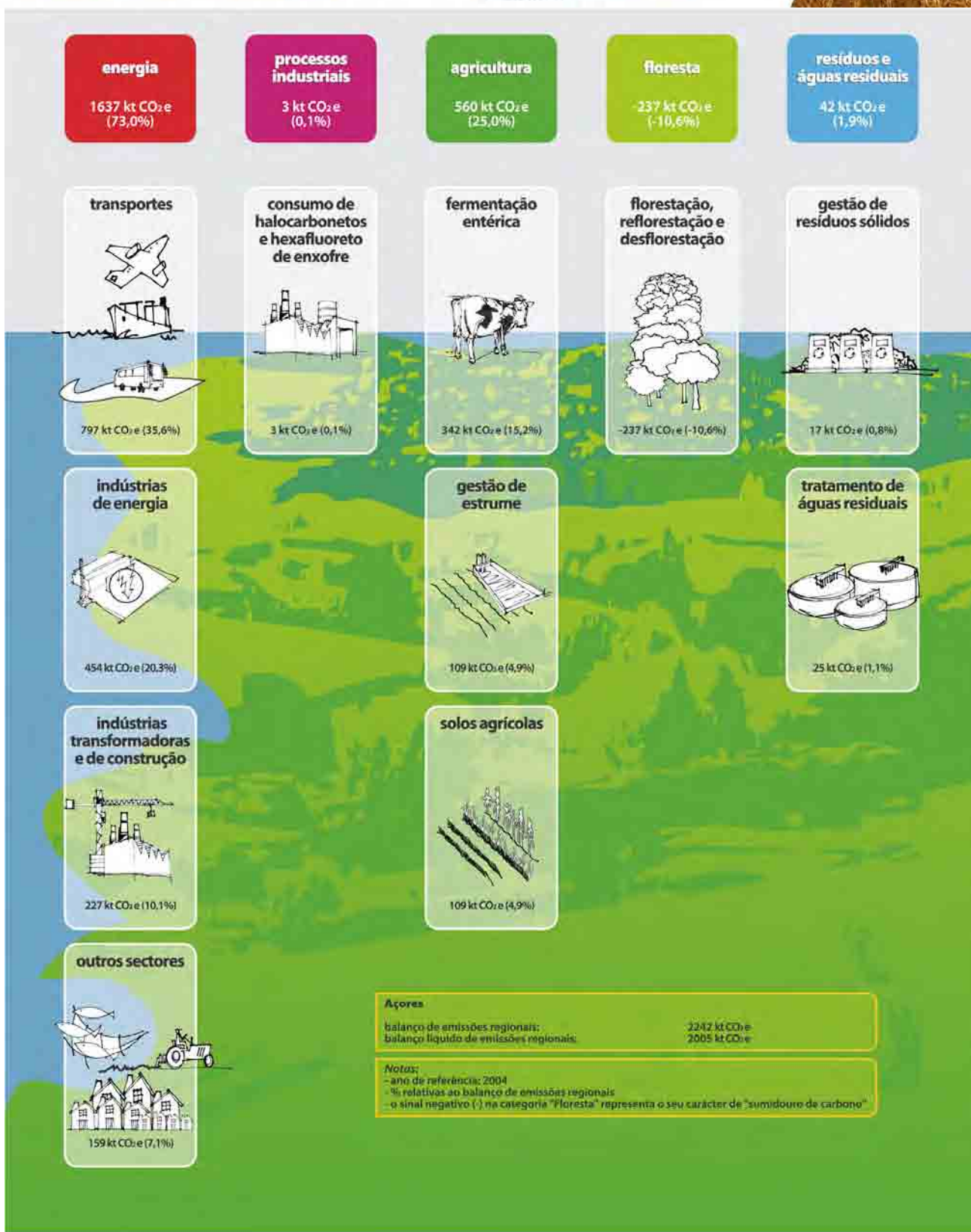


Figura 37 Balanço regional de emissões (2004)



Pode verificar-se que as estimativas de emissão de gases com efeito de estufa na Região Autónoma dos Açores representam cerca de **3% do total nacional**. De forma a efectuar uma análise de sensibilidade à ordem de grandeza destes resultados³⁸, o **Quadro 4** apresenta alguns indicadores sobre aspectos e actividades associadas às emissões de GEE. Verifica-se que os indicadores apresentados sugerem uma proporcionalidade de ordem de grandeza semelhante à obtida em termos de estimativas de emissão, pese embora esse facto não permitir, por si só, validar os resultados obtidos, pelas razões já enunciadas em termos de fiabilidade e desagregação dos dados de base.

Quadro 4 Análise de sensibilidade relativamente ao balanço de emissões de GEE

Âmbito	Indicador	Portugal	Açores	% Açores*	Fonte
Emissões de GEE	Balanço de emissões (kt CO₂e)	84 500	2 242	3 %	NIR, presente estudo (2004)
Demografia	População (habitantes)	10 529 255	241 206	2 %	INE (2004)
Macroeconomia	PIB <i>pm</i> (10 ⁶ euros)	130 511	2 469	2 %	SREA (2003)
Indústrias de Energia	Consumo de combustíveis (TJ/ano)	242 852	4 714	2 %	DGGE (2004)
	Produção de energia termoeléctrica (Gwh/ano)	34 055	576	2 %	DGGE, SREA (2004)
Transportes	VAB do sector (10 ⁶ euros)	7 924	224	3 %	INE (2003)
Agricultura	SAU (10 ³ ha)	3 725	142	4 %	SREA (2003)
	VAB do sector (10 ⁶ euros)	4 276	204	5 %	SREA (2003)

* representatividade regional relativamente ao total nacional.

Por outro lado, a análise de evolução entre 1990 e 2004 permite inferir um aumento de cerca de 59 % das emissões regionais (em relação ao ano de base), com a estimativa para 2004 a representar uma excedência de 20 % relativamente ao valor que se assumiria como meta segundo o Protocolo de Quioto (**Figura 38**), configurando uma taxa superior à estimada para o contexto nacional (e para a maior parte dos países signatários).

³⁸ Embora encarando-a como meramente exploratória, uma vez que não é suportada por estudos de correlações causa-efeito nem impactes eventualmente induzidos pela ultraperifricidade da Região.

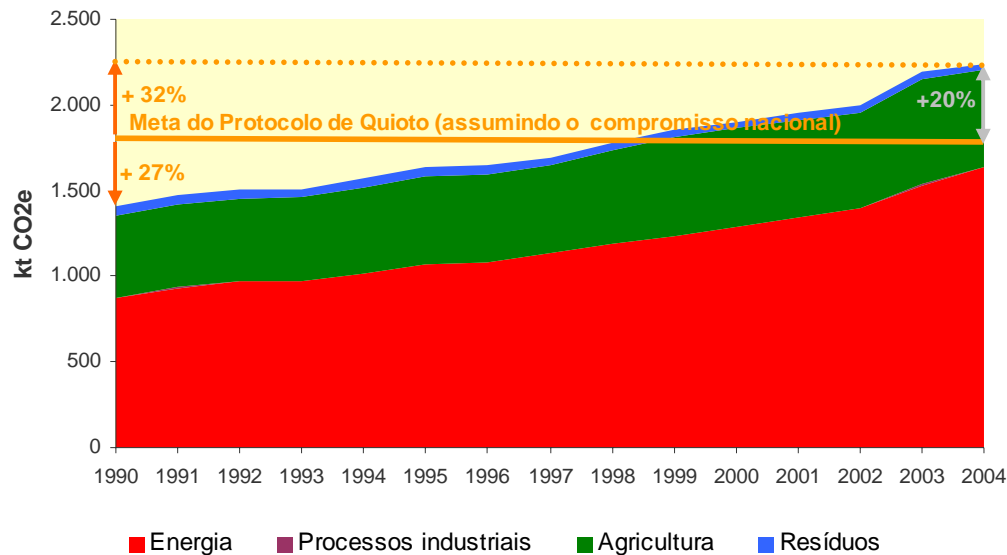


Figura 38 Emissões de GEE e comparação com a meta do Protocolo de Quioto (assumindo a nível regional o compromisso nacional) (1990-2004)

A interpretação deste facto não deve, no entanto, ser dissociada do desenvolvimento socioeconómico durante o período analisado, tendo em conta o seu significado em termos de contribuição para as emissões regionais de GEE (**Quadro 5**). Assim, pode verificar-se que o aumento das emissões estimadas na Região Autónoma dos Açores entre 1990 e 2004 parece enquadrar-se numa significativa evolução dos indicadores relacionados com actividades relevantes em termos de emissões (conforme indicado no **Quadro 5**), ainda que este tipo de ilações requiera um processo de validação e de melhoria ao nível do grau de confiança dos dados de base utilizados para a estimativa de emissões regionais.

Quadro 5 Análise de sensibilidade relativamente à evolução das emissões de GEE

Âmbito	Indicador	Evolução (%)	Período	Fonte
Emissões de GEE	Evolução de emissões	+ 59 %	1990-2004	presente estudo
Macroeconomia	PIB <i>pm</i>	+ 72 %	1995-2003	SREA
Indústrias de Energia	Produção de energia (termoeléctrica + geotérmica)	+ 109 %	1992-2004	SREA
Transportes	VAB do sector	+ 51 %	1995-2003	SREA
	Parque automóvel	+ 67%	1994-2003	Instituto de Seguros de Portugal
Agricultura	VAB do sector	+ 73 %	1995-2003	SREA



3.3.2 | Análise por Tipo de GEE

Os resultados obtidos permitem inferir que o gás com efeito de estufa mais significativo nas emissões da Região consiste no dióxido de carbono, o qual representa, actualmente, cerca de 69% dos quantitativos totais, tendo duplicado o seu valor relativamente ao ano de 1990. O metano, o segundo gás mais significativo em termos de quantidades de emissão, representa cerca de 21% do total e o óxido nítrico corresponde a cerca de 10%. Refira-se que os compostos halogenados (halocarbonetos e SF₆) apresentam emissões residuais no contexto regional (**Figura 39**). O metano e o óxido nítrico não registam taxas de crescimento significativas dentro da escala temporal de análise.

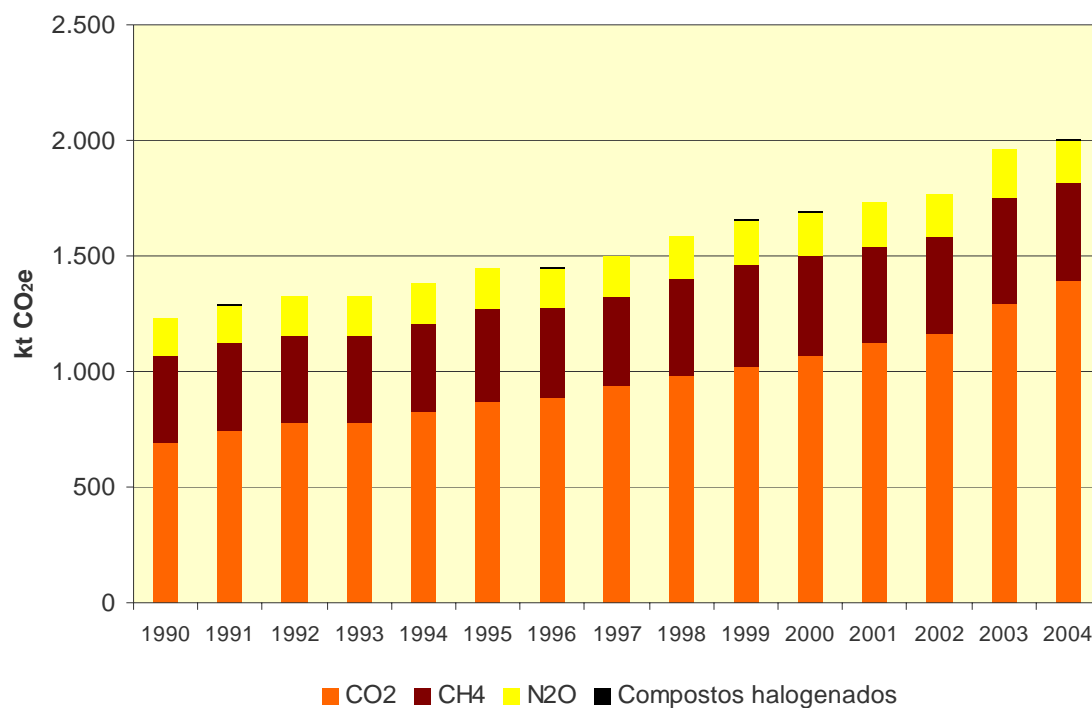


Figura 39 Emissões por tipo de GEE (1990-2004)



3.3.3 | Categorias e Sectores Mais Relevantes no Contexto das Emissões de GEE

Pela análise da **Figura 40** é possível aferir que a categoria relacionada com a produção e consumo de energia é, claramente, a mais significativa em termos de emissões de GEE, devido aos sectores dos *transportes* e *indústrias de produção de energia*, representando pouco mais de 70% do total de emissões regionais e crescendo 87% relativamente aos quantitativos estimados para 1990. A categoria associada às actividades agrícolas é a segunda mais significativa (com cerca de 27% do total), contribuindo com emissões significativas de metano e óxido nítrico. Por sua vez, as categorias associadas aos processos industriais e à gestão de resíduos e águas residuais parecem ser menos significativas no contexto das emissões regionais, constituindo-se a categoria das actividades florestais como o elemento marcante para o sequestro de CO₂.

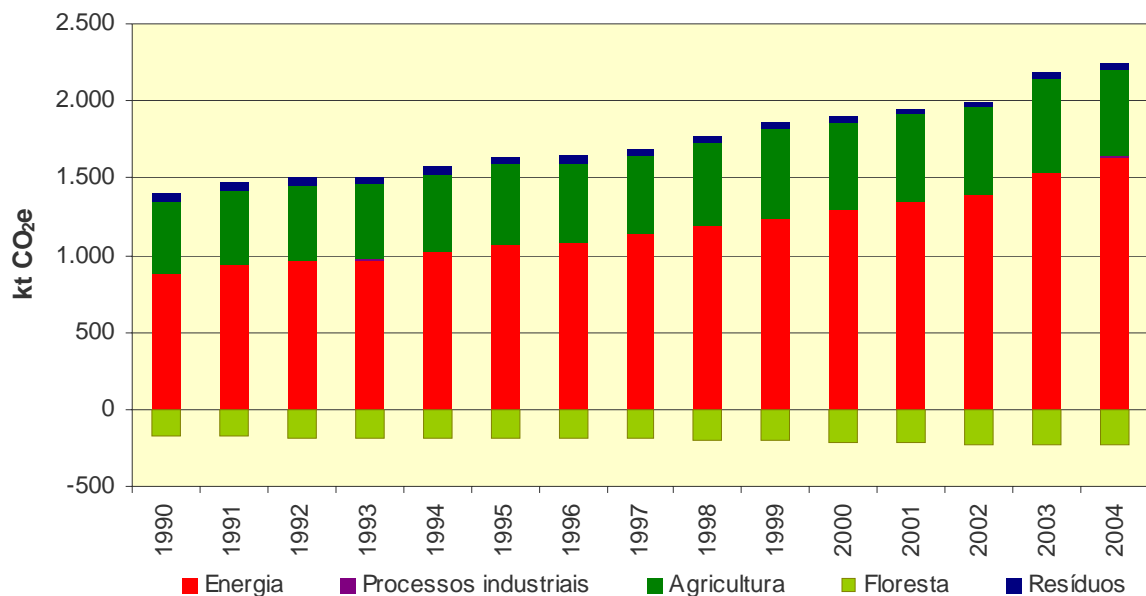


Figura 40 Emissões de GEE associadas a cada categoria (1990-2004)

Uma análise por actividade dos resultados obtidos para 2004, independentemente da categoria em que se enquadram, permite identificar a actividade de *transporte rodoviário* como a mais significativa em termos de emissões de GEE na Região (26% das emissões totais), seguida pela *indústria de produção de energia termoeléctrica* com 18% e a *fermentação entérica* com 15%. A *indústria transformadora* é responsável por cerca de 10% do total de emissões regionais, como pode ser observado na **Figura 41**. Note-se, ainda, que o conjunto destas quatro actividades representam cerca de 70% do total de emissões brutas estimadas para a Região.

Em 1990, seriam também estas as actividades mais significativas em termos de emissões de GEE. Contudo, à data, a *fermentação entérica* (21%) superava em termos de GEE emitidos a *indústria transformadora* (17%), a *actividade de transporte rodoviário* (15%) e a *indústria de produção de energia termoeléctrica* (15%), respectivamente. Em 2000, observou-se um desenvolvimento das emissões GEE no *transporte rodoviário* bem como no sector de



produção de energia termoelétrica, relegando as emissões por parte da fermentação entérica, que se tem mantido praticamente constante, para um lugar de menor destaque. De entre os sectores mais significativos, o da indústria transformadora foi o único que sofreu uma redução das quantidade emitidas de gases de efeito de estufa (Figura 41).

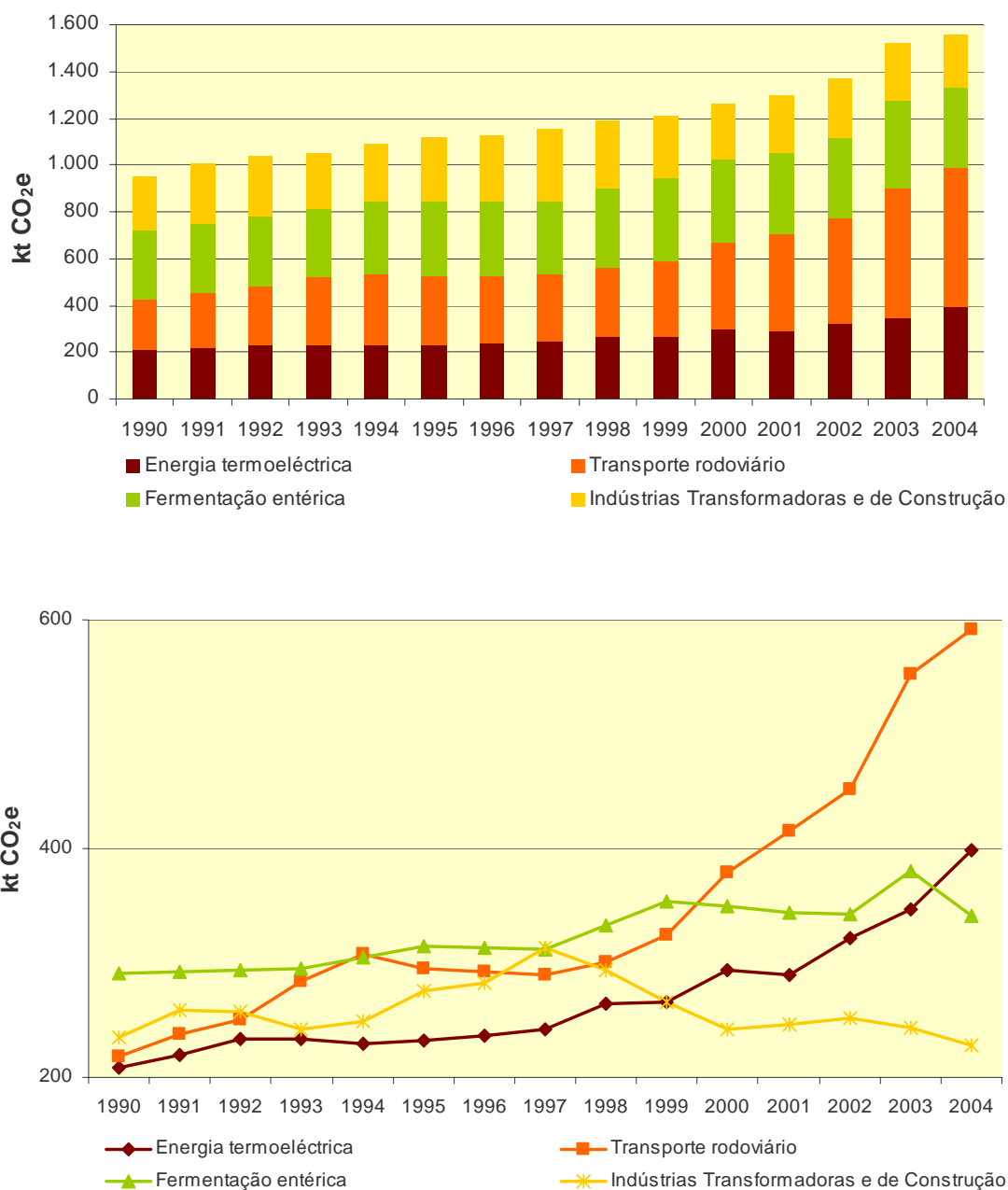
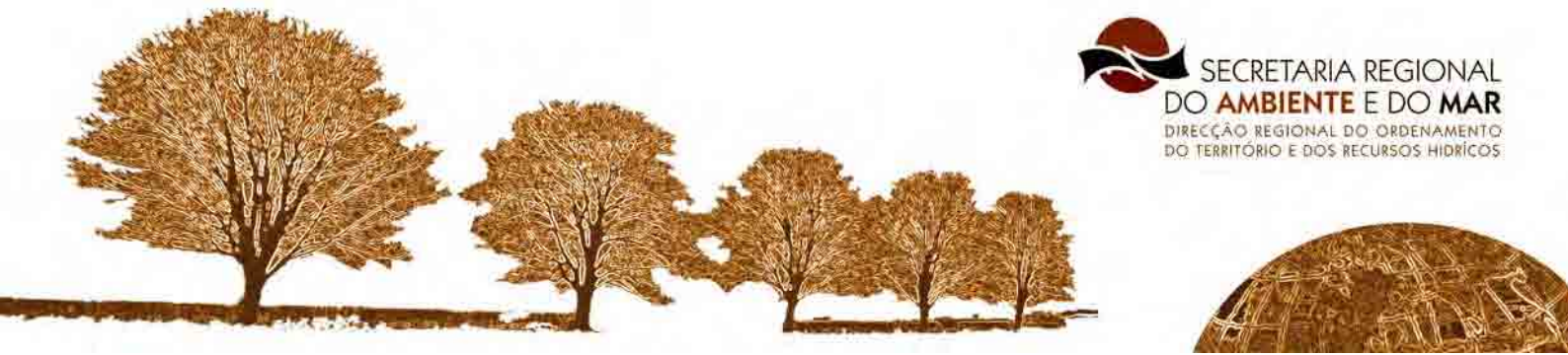


Figura 41 Actividades mais relevantes em termos de emissões de GEE (1990-2004)



Em termos evolutivos e dentro do espaço temporal analisado das quatro maiores actividades emissoras de GEE referidas anteriormente, verifica-se que o *transporte rodoviário* e a *indústria de produção de energia termoelétrica* foram as que registaram um maior crescimento relativamente ao ano de base (1990), principalmente a partir de 1997. Ao invés, a *indústria transformadora e de construção*, que já foi a actividade dominante em termos de emissões de GEE até 1999, apresenta um comportamento decrescente das suas emissões anuais desde o pico máximo obtido em 1997 sendo, actualmente, a última das principais actividades emissoras. Na indústria de exploração da agropecuária, representada na Error! Reference source not found. como *fermentação entérica*, observa-se um ligeiro crescimento de emissões de GEE.

3.3.4 | Análise Comparativa entre Ilhas e Outras Regiões/Países

A **Figura 42** e a **Figura 43** apresentam as emissões de GEE estimadas para cada ilha da Região, evidenciando o peso relativo de São Miguel neste contexto (cerca de 50% do total) e da Terceira (representando cerca de 20%).

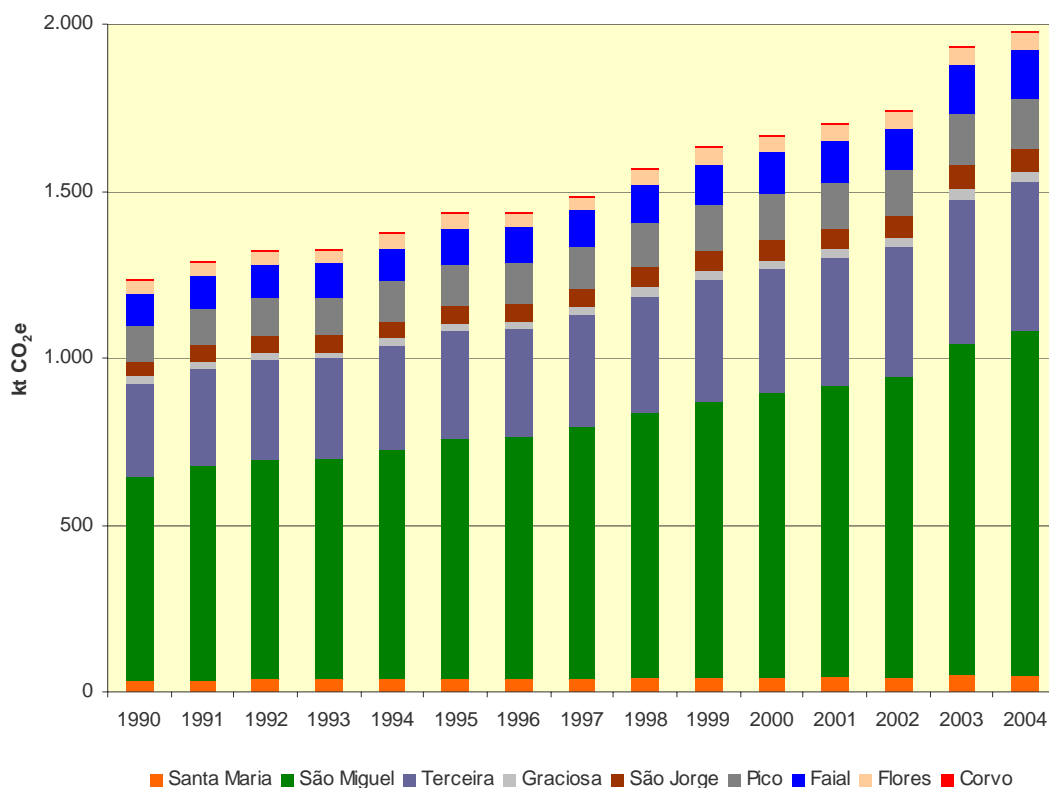


Figura 42 Emissões de GEE estimadas para cada ilha (1990-2004)

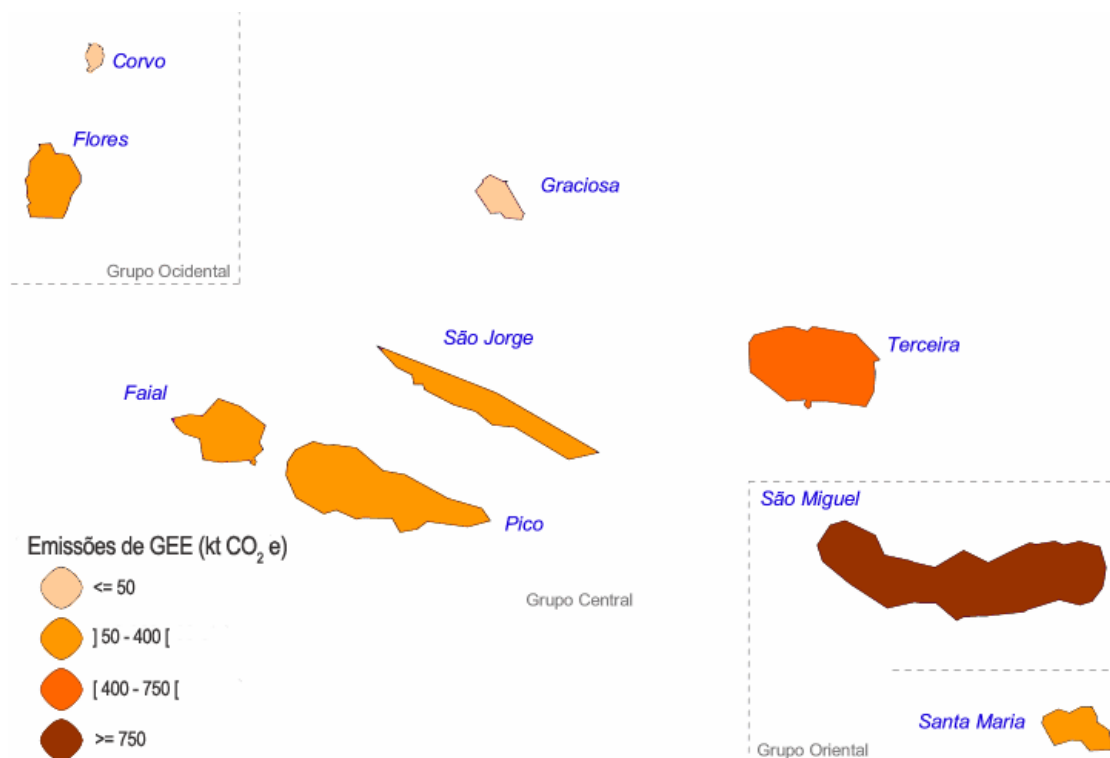
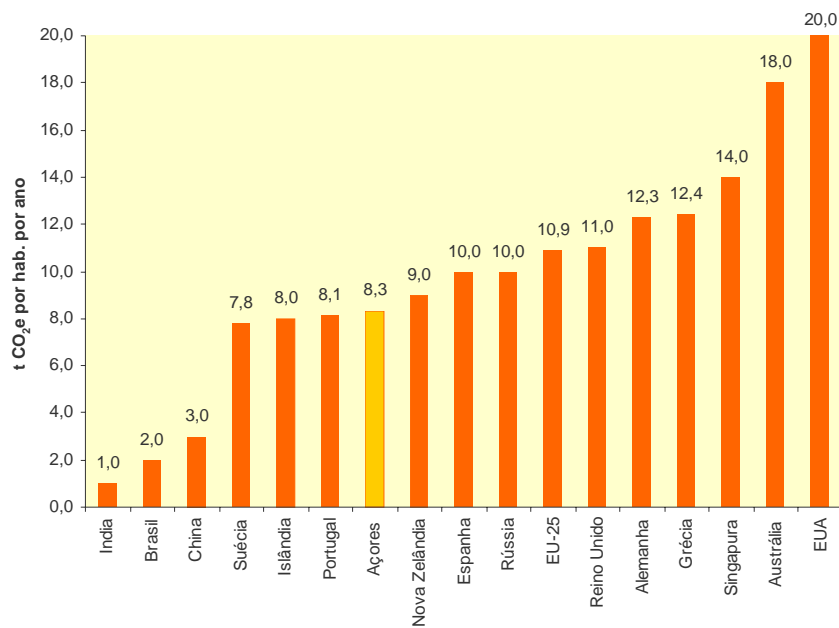
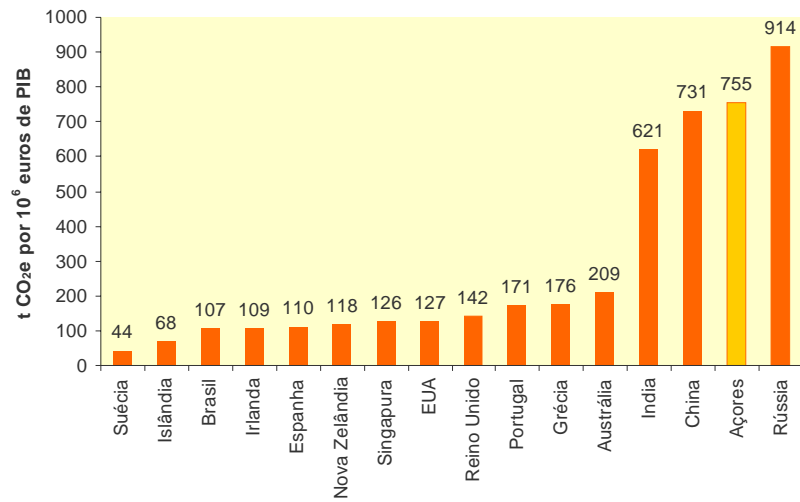


Figura 43 Análise territorial das emissões totais de GEE (2004)

A análise de *benchmarking* (Figura 44) permite inferir que este indicador apresentava, nos Açores, valores superiores de emissões de GEE por unidade de PIB (2004) e *per capita*, comparativamente ao verificado no contexto nacional. Este facto pode estar relacionado com a dificuldade em dissociar o desenvolvimento económico do consumo energético, incluindo a dependência do sector dos transportes associada à condição ultraperiférica dos Açores e o peso da agropecuária. Neste contexto, importa reforçar a eficiência energética e racionalização do consumo e maximizar o aproveitamento do metano para fins energéticos, bem a como implementação sistemática de produção de energia através de outras fontes³⁹.

³⁹ Fontes de energia que não apresentem factores de emissão de gases de efeito de estufa ou os apresentem de forma mais reduzida relativamente às convencionais fontes fósseis líquidas ou sólidas, tais como, energia eólica, hídrica, solar fotovoltaica ou térmica e gás natural.



Fonte: [32]

[33]

[34]

Figura 44 Emissão de GEE em diversos países



3.3.5 | Situação Regional no Contexto do Comércio Europeu de Licenças de Emissão

Importa também analisar a situação da Região Autónoma dos Açores relativamente ao Comércio Europeu de Licenças de Emissão.

Neste contexto, identificam-se cinco instalações a nível regional com características enquadráveis no âmbito do Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), todas elas associadas a processos de combustão com uma potência térmica nominal superior a 20 MW), às quais foram atribuídas licenças de emissão em 2005. Uma vez concluído o período estabelecido para a devolução das licenças por parte dos operadores, é possível efectuar o balanço de resultados que se apresenta no **Quadro 6**.

Quadro 6 Balanço de resultados do comércio europeu de licenças de emissão no contexto regional (referente a 2005)

Operador	Sector de Actividade	Instalação	Licença (t CO ₂)	Emissão (t CO ₂)	Balanço (t CO ₂)
Electricidade dos Açores, S.A.	Indústrias de Energia (centrais termoeléctricas)	Central Térmica de Santa Bárbara (Horta, Faial)	34 582	32 853	1 729
Electricidade dos Açores, S.A.	Indústrias de Energia (centrais termoeléctricas)	Central Térmica do Belo Jardim (Praia da Vitória, Terceira)	129 061	124 249	4 812
Electricidade dos Açores, S.A.	Indústrias de Energia (centrais termoeléctricas)	Central Termoeléctrica do Caldeirão (Ribeira Grande, São Miguel)	185 152	194 986	- 9 834
Electricidade dos Açores, S.A.	Indústrias de Energia (centrais termoeléctricas)	Central Termoeléctrica do Pico (São Roque, Pico)	30 013	24 893	5 150
Pronicol – Produtos Lácteos, S.A.,	Indústrias Transformadoras (sector agroalimentar)	Instalação Industrial da Quinta de S. Luís (Angra do Heroísmo, Terceira)	15 830	11 045	4 785
TOTAL			394 638	388 026	6 612

Os dados disponíveis permitem concluir que os operadores regionais enquadrados no CELE cumpriram globalmente as quantidades atribuídas de emissões em 2005, embora num dos casos se tenha verificado uma excedência de emissões na ordem dos 5% da quantidade atribuída. Não obstante, o balanço global configura uma quantidade de licenças potencialmente transaccionáveis no mercado correspondente a cerca de 6,6 kt CO₂.



4 | PERSPECTIVAS PARA PARTICIPAÇÃO NO MERCADO DO CARBONO

O Protocolo de Quioto estabeleceu um conjunto de mecanismos de mercado que pretendem contribuir para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa a nível global. Esses mecanismos têm promovido o crescimento de um mercado centrado em acções e tecnologias alternativas, com especial enfoque no contexto dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, para o qual existem diversos projectos aprovados a nível mundial com o objectivo de gerar activos (créditos) de carbono.

O mercado mundial de créditos de carbono, funcionando como uma instituição de mercado livre, é regido pelos princípios da oferta e da procura e, desde que os meios e as ferramentas a adoptar garantam o cumprimento dos critérios estabelecidos, existem oportunidades para a Região Autónoma dos Açores participar neste nicho de mercado. Não obstante, essa participação deve ser enquadrada e dinamizada por um plano de acção com objectivos regionais, meios e prazos bem definidos.

A Administração Pública Regional tem um importante papel a desempenhar neste contexto, sendo de salientar que as directrizes emanadas pelo conceito dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo e pelo Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE) apontem para que as iniciativas de investimento privado sejam tão relevantes e necessárias. Por esse motivo, o aproveitamento das oportunidades que se podem configurar para os Açores no contexto do mercado do carbono requerem uma convergência de esforços entre o Governo Regional, o sector empresarial, as organizações da sociedade civil e a comunidade científica regional.

Tendo em conta os resultados reportados no presente relatório, bem como a análise das principais características socioeconómicas da Região Autónoma dos Açores, é possível identificar algumas actividades através das quais podem ser potenciadas oportunidades de participação regional no mercado do carbono:

- Gestão de resíduos e águas residuais;
- Gestão florestal;
- Produção de energia eólica;
- Produção de energia geotérmica;
- Aproveitamento de metano resultante da bioconversão anaeróbia da biomassa (designadamente com origem agro-pecuária ou aterros de dimensão suficiente).

Apesar de existirem projectos relacionados com estas actividades aprovados no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas para participação nos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, a avaliação do potencial técnico e económico destas actividades a nível regional requer a realização de estudos de fundamentação para definir as melhores opções para redução de emissões no território regional e para a participação nos mecanismos de flexibilidade previstos no Protocolo de Quioto, os quais podem permitir a obtenção de créditos de emissão.



Identificam-se também algumas iniciativas através das quais a Administração Regional poderia promover o posicionamento estratégico da Região Autónoma dos Açores no contexto do mercado do carbono, bem como dinamizar o envolvimento dos agentes socioeconómicos regionais nesse processo, tais como:

- Dinamização de programas e projectos que visem a **redução** de emissão de gases com efeito de estufa e, no caso do metano, favorecendo o seu **aproveitamento** energético;
- Estabelecimento de um **Fundo Regional de Carbono**, que se assumisse como instrumento operacional de financiamento de medidas que permitissem minimizar as emissões de gases com efeito de estufa, articulando as suas actividades com o Fundo Português de Carbono⁴⁰.
- Integração no sistema estatístico regional de procedimentos para **produção sistemática de dados de base** necessários para efectuar estimativas de emissão de gases com efeito de estufa, promovendo a sua edição ou integração nos anuários estatísticos;
- Implementação de uma “**taxa de carbono**” como instrumento de aplicação do princípio do utilizador-pagador no contexto da gestão das emissões a nível regional, bem como de promoção da melhoria da eficiência energética das actividades económicas suportada por uma análise de custo/eficácia;
- Elaboração de um **Plano Regional para as Alterações Climáticas**, que acautelasse a adaptação e implementação a nível regional dos objectivos e medidas estabelecidos no PNAC;
- Integração de critérios de análise de **externalidades económicas associadas a emissões de gases com efeito de estufa** em Concursos Públicos para adjudicação de planos e projectos;

⁴⁰ Ainda no contexto das perspectivas de participação regional no mercado do carbono, relembre-se que os resultados do CELE para 2005 apresentam um balanço positivo de 6 612 t CO₂ por parte das instalações regionais enquadradas nesse mecanismo, o que representaria um potencial de mercado na ordem dos 68 600 €, considerando a cotação do *Spot Powernext USA 2006* em 6 de Novembro de 2006 (10,38 €/ t CO₂).

5 | DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

O presente relatório pretende estabelecer uma base de referência relativamente às emissões de gases com efeito de estufa na Região Autónoma dos Açores, através de uma primeira abordagem coerente com as metodologias do inventário nacional. Nesse sentido, é possível identificar alguns estudos para desenvolvimento e aprofundamento destas temáticas, de forma a consolidar e fundamentar o potencial da Região Autónoma dos Açores no contexto do Protocolo de Quioto e dos mecanismos associados, a saber:

i) Revisão e validação das estimativas regionais de emissão de gases com efeito de estufa, através de:

- Adequação dos pressupostos assumidos por parte de entidades regionais relevantes neste contexto⁴¹;
- Identificação e desagregação de informação de base que permita melhorar a consistência dos resultados obtidos;
- Quantificação das emissões de substâncias que não se enquadram directamente no âmbito do Protocolo de Quioto, mas que podem ser relevantes no contexto das alterações climáticas;
- Avaliação de outros reservatórios e “sumidouros” de carbono que, embora possam não ser enquadráveis no âmbito do Protocolo de Quioto, serão relevantes em termos de impacte efectivo das emissões regionais (e.g. oceano).
- Desenvolvimento de cenários de evolução de emissões na Região Autónoma dos Açores (para 2010 e 2020, de forma a garantir a articulação com a metodologia do PNAC).

ii) Avaliação e promoção do potencial das actividades regionais para participação no mercado do carbono:

- Estudos aprofundados para análise da viabilidade técnica e económica de cada uma das actividades com potencial no contexto do mercado do carbono;
- Desenvolvimento de uma zonografia ambiental e respectivo sistema de informação;
- Desenvolvimento e/ou adequação de instrumentos de planeamento e gestão florestal;
- Análise de critérios e indicadores de elegibilidade dos projectos de sumidouros de carbono para efeito de geração de créditos, incluindo as perspectivas de cooperação e actuação noutras regiões insulares como estratégia para gerar créditos a nível regional.
- Quantificação da taxa de gases de efeito de estufa emitidos, pela actividade geológica e vulcânica da Região, de forma natural ou induzida (extracção).

⁴¹ Algumas entidades que poderiam contribuir significativamente para este processo em complemento da Secretaria Regional do Ambiente e do Mar: Direcção Regional do Comércio, Indústria e Energia, Direcção Regional dos Transportes Aéreos e Marítimos, Direcção Regional de Obras Públicas e Transportes Terrestres, Direcção Regional do Desenvolvimento Agrário, Direcção Regional dos Recursos Florestais, Agência Regional da Energia e Ambiente e Electricidade dos Açores, S.A. .



6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório concretiza uma primeira estimativa regional de emissões de gases com efeito de estufa através da aplicação das metodologias adoptadas na elaboração do *National Inventory Report*. Neste contexto, importa reconhecer que a desadequação dos dados disponíveis implicou, em muitos casos, o recurso a extrapolações da realidade nacional, que deverão ser aferidas com a evolução de estudos sectoriais e de procedimentos sistemáticos de recolha de dados regionais orientados para este fim. Nesta base, é desejável prudência na interpretação dos resultados apresentados, embora as análises de sensibilidade efectuadas permitam admitir que a ordem de grandeza das estimativas possa não apresentar divergências muito significativas em relação à realidade.

Recomenda-se um esforço de articulação do sistema estatístico regional com as necessidades de dados para desenvolver estimativas de emissão mais consistentes e fiáveis, bem como uma análise sectorial de adequação das metodologias do *National Inventory Report* à realidade regional, cujas especificidades podem traduzir-se na eventual necessidade de se procederem a adaptações para traduzir o inventário de emissões na Região. A concretização desses dois aspectos contribuirá para um melhor posicionamento da Região Autónoma dos Açores no contexto das diversas iniciativas relacionadas com a gestão das alterações climáticas, aproveitando os desafios e as oportunidades ambientais e de mercado que elas também traduzem.



7 | BIBLIOGRAFIA

7.1 | Referências Bibliográficas

INSTITUTO DO AMBIENTE (1999). REA - *Relatório do Estado do Ambiente*. Documento disponível em www.iambiente.pt.

IPCC, 1997. *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and The International Energy Agency (IEA).

IPCC, 2000. *The Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and The International Energy Agency (IEA).

INSTITUTO DO AMBIENTE (2005). *National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2004, submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change*.

DIRECÇÃO REGIONAL DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E RECURSOS HÍDRICOS. *PROTA - Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores, 2000*.

SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR (2004). *REA – Relatório do Estado do Ambiente 2003*

SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR (2006). *Perspectivas para a Sustentabilidade na Região Autónoma dos Açores*



7.2 | Fontes de Informação

[1] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (1998). Europe's Environment: The Second Assessment.. Environmental Assessment Report 2, Copenhagen.

[2] UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (2006). Dados disponíveis em <http://unfccc.int>.

[3] DIÁRIO DA REPÚBLICA (2006). Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2006), Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006 (publicada no Diário da República de 23 de Agosto).

[4] COMISSÃO EUROPEIA (2006). Relatório "Progress Towards Achieving the Kyoto Objectives", nos termos da Decisão n.º 280/2004/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à criação de um mecanismo de vigilância das emissões comunitárias de gases com efeito de estufa e de implementação do Protocolo de Quioto), COM(2006) 658 final, Bruxelas, 27 de Outubro.

[5] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE (2004). Relatório do Estado do Ambiente dos Açores 2003, Horta.

[6] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE (2001). Plano Regional da Água (PRA) – Versão para Consulta Pública, Ponta Delgada.

[7] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR (2006). Sistema Integrado de Gestão de Resíduos da Região Autónoma dos Açores (SIGRA), Horta.

[8] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE (2004). Plano Estratégico de Resíduos Industriais e Especiais dos Açores (PERIEA) - Versão Preliminar, Horta.

[9] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE (2003). Plano Estratégico de Resíduos Hospitalares dos Açores (PERHA), Horta.



[10] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR (2006). Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais - Açores, Ponta Delgada.

[11] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR (2006). Plano Regional de Ordenamento do Território para a Região Autónoma dos Açores – Versão de Trabalho (Cenários de Desenvolvimento), Ponta Delgada.

[12] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and The International Energy Agency (IEA).

[13] INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2000). The Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) and The International Energy Agency (IEA).

[14] SERVIÇO REGIONAL DE ESTATÍSTICA DOS AÇORES (2006). *Séries Estatísticas: 1993-2003*. Documento disponível em <http://srea.ine.pt>.



[15] SERVIÇO REGIONAL DE ESTATÍSTICA DOS AÇORES (2005). *Anuário Estatístico da Região Autónoma dos Açores 2004*. Documento disponível em <http://srea.ine.pt>.

[16] SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E DO MAR (2006). *PEGRA – Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores*.

[17] *PNAC 2006 – Programa Nacional para as Alterações Climáticas*, Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006 (publicada no Diário da República de 23 de Agosto). Documento disponível em www.iambiente.pt.

[18] ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (1997). emissions of Greenhouse Gases in the United States 1996, Appendix B, U.S. Department of Energy, Washington D.C., URL: <http://eee.eia.doe.gov/1605/gg97rpt/appb.html> (consultado em 20.Agosto.2004)

[19] AUSTRALIAN GREENHOUSE OFFICE (2004). Greenhouse Challenge, URL: <http://www.greenhouse.gov.au/challeng/tools/index.html> (consultado em 22.Agosto.2004).

[20] AEA TECHNOLOGY (2004). UK National Atmospheric Emissions Inventory, URL: <http://www.naei.org.uk>.

[21] CONCELLO DE BURELA (2004). *Atmósfera – Contaminación por Formas de Materia*, Agenda 21, URL: <http://www.burela.org/agenda21/03-01.htm> (consultado em 22.Agosto.2004).

[22] THE DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY (2004). URL: <http://www.dti.org.uk> (consultado em 23.Agosto.2004).

[23] INE (2004). URL: <http://www.ine.pt> (consultado em 23.Agosto.2004).

[24] BANCO DE PORTUGAL (2006) <http://www.bportugal.pt/rates/cambtx/cambdia.xls> (consultado em 30.Agosto.2006).

[25] INSTITUTE FOR MANAGEMENT DEVELOPMENT (2004). *IMD World Competitiveness Yearbook 2004*, Switzerland.

[26] INSTITUTO DO AMBIENTE (2005). National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2004, submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

[27] INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (2006). URL: www.ine.pt, (consultado em 23.Agosto.2006).

[28] DIRECÇÃO GERAL DE GEOLOGIA E ENERGIA (2006). URL: www.dgge.pt. *Balancos Energéticos*, (consultado em 27.Julho.2006).

[29] DIRECÇÃO REGIONAL DE COMÉRCIO INDÚSTRIA E ENERGIA (2004). *Estatísticas de consumos de combustíveis*.

[30] DIRECÇÃO REGIONAL DE RECURSOS FLORESTAIS (2005). *Estatísticas de área florestal*.

[31] DIRECÇÃO REGIONAL DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E RECURSOS HÍDRICOS (1991). *Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores*.



[32] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006). Greenhouse gas emission trends and projects in Europe 2006, EEA Report. N.º 9/2006, Copenhagen.

[33] THE WORLD BANK DATA (2007). Data Search in Website for Climate Change, Washington DC, USA.

[34] YALE CENTER FOR ENVIRONMENTAL LAW & POLICY, CENTER FOR INTERNATIONAL EARTH SCIENCE INFORMATION NETWORK (CIESIN) (2006). *Environmental Performance Index 2006*, USA.

[35] J. MARTINS, J. MARQUES, M. FERNANDES, M. LOPES, E. CASTRO, C. BORREGO, P. RAMOS, D. ABREU (2007). *Inventário de Emissões de GEE para Modelo Input-Output de Avaliação do Impacto Económico de Medidas Mitigadoras*, 9ª CNA, Universidade de Aveiro, 2007.



Anexo I

VALORES DE GWP (GLOBAL WARMING POTENCIAL)

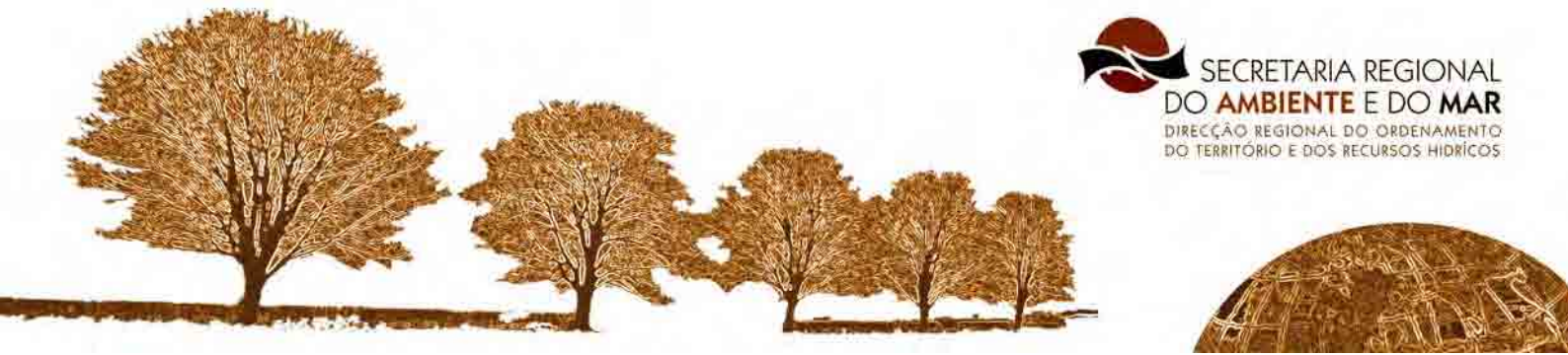


Quadro A.1 Valores de Potencial de Aquecimento Global ou *Global Warming Potential* dos gases causadores de efeito de estufa e principais precursores halogenados.

Gás	GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
SF ₆	23 900
HFC134a	1 300
HFC134/152	813
HCFC141b	630
HCFC142/22	1 800

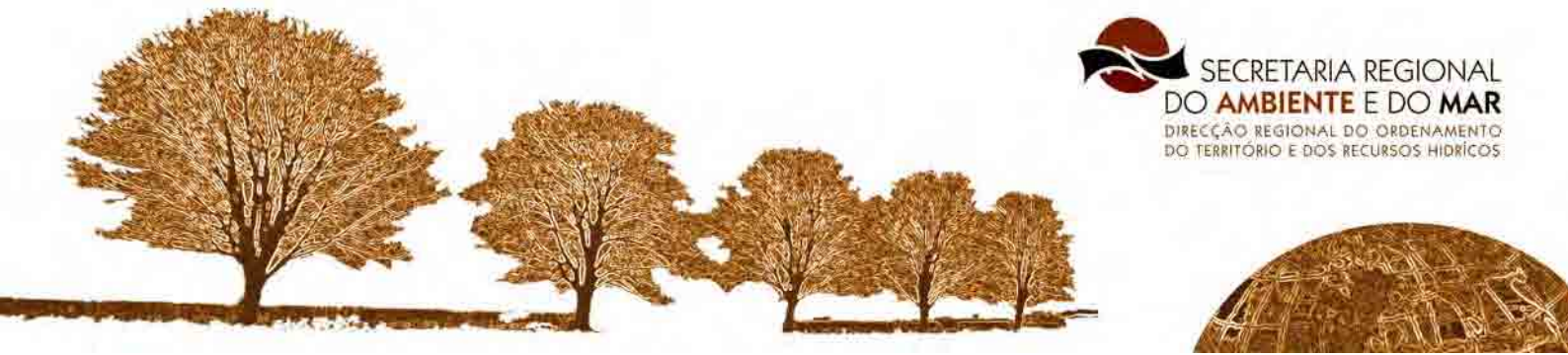
Fonte: Adaptado do NIR [25]





Anexo II

SÍNTESE DOS PRESSUPOSTOS ASSUMIDOS



Quadro A.2 Resumo dos pressupostos assumidos

Categoria	Sector	Pressuposto	Factor de Proporção
ENERGIA	Indústrias transformadoras e de construção (excepto produção de cimento)	A taxa de evolução anual das actividades industriais nos Açores manteve-se constante ao longo do período 1990 - 2001.	Volume de negócios por CAE (1000 euros)
	Indústria de produção de cimento	A produção de cimento nos Açores corresponde a 0,5% da produção de cimento no Continente.	Produção de cimento
	Transportes	<p>O combustível (gasóleo, gasolinas e GPL) utilizado nos transportes rodoviários resulta da diferença entre o total de combustíveis que entra no arquipélago e a quantidade consumida na produção de energia, indústria transformadora, outros sectores e outros tipos de transporte.</p> <p>A venda de combustível para os barcos nacionais e internacionais em Portugal é proporcional à respectiva venda de combustíveis nos Açores.</p> <p>O consumo de combustíveis no transporte aéreo em Portugal é proporcional ao respectivo consumo nos Açores.</p> <p>O consumo de combustíveis por LTO e por tipo de tráfego foram estimados tendo em conta as tipologias de aviões mais comuns nos aeroportos dos Açores e as distâncias dos diferentes tipos de tráfego (regionais, nacionais e internacionais).</p> <p>A distribuição dos movimentos totais registados nos aeroportos por tipo de tráfego é considerada constante ao longo do período de análise.</p> <p>As emissões relativas ao tráfego aéreo nacional e internacional foram contabilizadas assumindo metade das emissões totais de cada percurso, uma vez que nesses casos apenas uma das operações que mais contribui para as emissões (descolagem e aterragem) ocorre na Região.</p>	<p>Movimento de barcos nos portos</p> <p>Número de movimentos LTO</p> <p>Consumos de combustível:</p> <p>Regionais – 198 kg-Jetfuel/LTO</p> <p>Nacionais – 1504 kg-Jetfuel/LTO</p> <p>Internacionais – 2450 kg-Jetfuel/LTO</p> <p>LTO regionais – 74%</p> <p>LTO nacionais – 14%</p> <p>LTO internacionais – 12%</p> <p>Emissões na Região:</p> <p>Emissões de tráfego regional – 100%</p> <p>Emissões de tráfego nacional e internacional – 50%</p>
Outros Sectores	As emissões de gases com efeito de estufa é proporcional à razão nacional entre as emissões do referido sector e as emissões relativas à produção de energia eléctrica.	Razão entre emissões de “outros sectores” e emissões do sector de “produção de energia” a nível nacional (35%)	
PROCESSOS INDUSTRIAIS	Refrigeração doméstica	O número de equipamentos de refrigeração doméstica que são instalados anualmente nos Açores é proporcional ao número de equipamentos instalados anualmente em Portugal Continental.	Alojamentos familiares



Categoria	Sector	Pressuposto	Factor de Proporção
	Refrigeração comercial	O número de instalações comerciais com equipamentos de refrigeração nos Açores é proporcional ao número de instalações existentes em Portugal.	Volume de negócios do secção H - Alojamento e Restauração (1,5%).
		O número de equipamentos de refrigeração comerciais instalados anualmente nos Açores é proporcional ao número de equipamentos instalados em Portugal.	Volume de negócios do secção H - Alojamento e Restauração (1,5%).
	Equipamentos de transporte refrigerados	O número de veículos de transporte refrigerados nos Açores é proporcional ao número de veículos refrigerados em Portugal.	Volume de negócios do secção I (1,5%).
		A taxa de evolução anual dos veículos de transporte refrigerados dos Açores é equivalente à taxa de evolução do PIB regional.	
	Equipamentos de ar condicionado fixos	O número de equipamentos de ar condicionado existentes nos Açores é proporcional ao número de equipamentos existentes em Portugal.	PIB (pm a preços correntes)
		O <i>stock</i> de equipamentos de ar condicionado existente nos Açores é proporcional ao existente em Portugal.	Alojamentos familiares
	Equipamentos de ar condicionado móveis	A venda de veículos ligeiros no período 1990-1999 variou de acordo com a taxa anual média de evolução durante o período 2000-2004.	
	Espumas	A quantidade de gases fluorados utilizados nos Açores para produção de espumas é proporcional à quantidade utilizada em Portugal.	PIB (pm a preços correntes)
	Equipamentos eléctricos	A quantidade de SF ₆ existente em equipamentos eléctricos nos Açores é proporcional à quantidade estimada em Portugal.	Consumo de energia eléctrica
AGRICULTURA	Emissões directas de N ₂ O provenientes de solos agrícolas	A quantidade de fertilizantes utilizada nos Açores é proporcional à utilizada em Portugal.	Área de cultivo
FLORESTA	Alterações na floresta e outros reservatórios de biomassa	A área florestal nos Açores manteve-se constante no período 1990-1998 e aumentou 500 hectares por ano no período 1998-2004.	
		A quantidade de biomassa florestal sujeita a corte é equivalente ao consumo de madeira pelas indústrias, assumindo-se que toda a biomassa cortada é consumida na Região.	Volume de negócios do CAE 20 – Indústrias da madeira e da cortiça.
RESÍDUOS E ÁGUAS RESIDUAIS	Deposição de resíduos sólidos	Os valores da produção de RSU em 2004 foram obtidos no PEGRA ⁴² (capitação e produção anual), recorrendo-se à taxa de crescimento da capitação apresentada no NIR (3%) para os	

⁴² Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores.



Categoria	Sector	Pressuposto	Factor de Proporção
		restantes anos. Consideraram-se taxas anuais de atendimento na recolha de RSU nos Açores equivalentes às taxas apresentadas no NIR. Os valores de produção de resíduos orgânicos industriais em 2003 foram obtidos no PERIEA ⁴³ , recorrendo-se à taxa de crescimento anual recomendada no NIR (2%) para os restantes anos.	
	Águas residuais domésticas	As percentagens de população servida por sistemas de tratamento de águas residuais foi obtida através de estimativas do PROTA ⁴⁴ , PRA ⁴⁵ e INSAAR ⁴⁶ .	
	Águas residuais industriais	A evolução temporal da carga orgânica total (expressa em habitantes equivalentes) proveniente do sector industrial foi estimada a partir da taxa de evolução do PIB regional.	Taxa de evolução anual do PIB regional

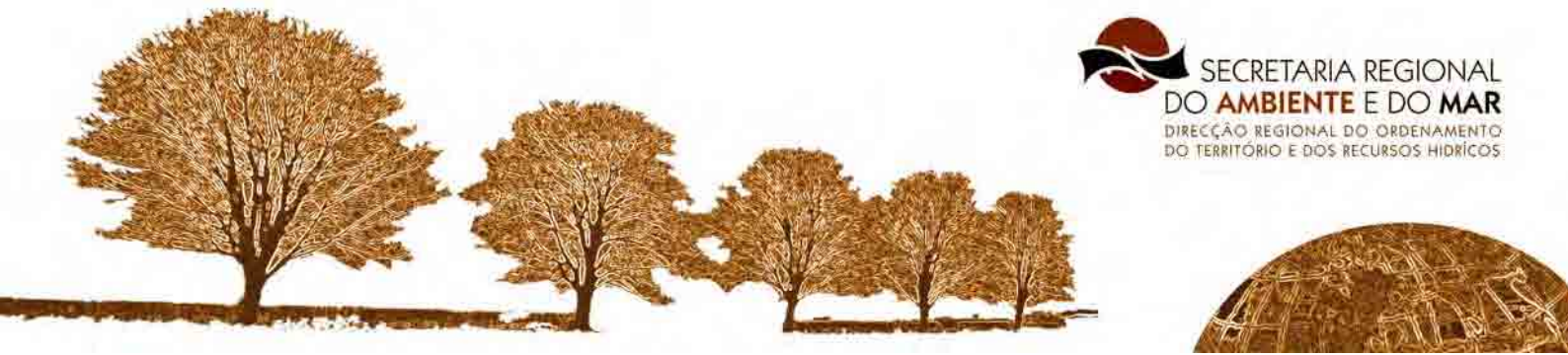
⁴³ Plano Estratégico de Resíduos Industriais e Especiais dos Açores.

⁴⁴ Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (versão para consulta pública, 1991).

⁴⁵ Plano Regional da Água (2000).

⁴⁶ Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e Águas Residuais (2005).





Anexo III

TIPO DE DADOS UTILIZADOS E RESPECTIVAS FONTES

Quadro A.3 Dados utilizados e respectivas fontes

Categoria	Dados	Fontes
ENERGIA	Consumo de combustível nas centrais termoeléctricas	Dados Oficiais: DGGE Dados Estimados: -
	Energia produzida pelas centrais termoeléctricas da RAA	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicados valores de poderes caloríficos inferiores (PCI) assumidos pelo NIR aos dados oficiais da DGGE sobre o consumo de combustíveis no sector termoeléctrico.
	Energia produzida pelas centrais geotérmicas	Dados Oficiais: DGGE Dados Estimados: -
	Volume de negócios por CAE	Dados Oficiais: INE / SREA Dados Estimados: -
	Consumos de combustível na indústria metalúrgica	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades da CAE 28) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria de processamento de alimentos, bebida e tabaco	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no n.º de empresas e nos volumes de negócios das actividades das CAE 15 e 16) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria têxtil e vestuário	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades das CAE 17 e 18) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria de produtos minerais não metálicos	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades da CAE 26) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria de peles	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades da CAE 19) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.



Categoria	Dados	Fontes
	Consumos de combustível na indústria da borracha	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades da CAE 25) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria da madeira	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades da CAE 20) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria de equipamentos metálicos e maquinaria	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades das CAE 28 e 29) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria extractiva	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades das CAE 13 e 14) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Consumos de combustível na indústria de construção	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nos volumes de negócios das actividades da CAE 45) aos dados nacionais de consumo apresentados pelo NIR.
	Produção de cimento	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção de 5% (tendo em conta a produção de cimento no Continente e nos Açores em 2005) aos dados nacionais de consumo de combustível apresentados pelo NIR.
	Quantidade de combustível introduzido na Região, por tipo de combustível	Dados Oficiais: DRCIE Dados Estimados: -
	Consumos de combustível nos transportes aéreos (regionais, nacionais e internacionais)	Dados Oficiais: - Dados Estimados: extrapolações efectuadas com base nos consumos e nas distâncias percorridas apresentadas pelo NIR, bem como nos movimentos de voo.
	Movimentos de voo	Dados Oficiais: ANA Aeroportos e SREA (ano de referência). Dados Estimados: extrapolações para os diferentes anos efectuadas com base nos dados oficiais disponíveis.

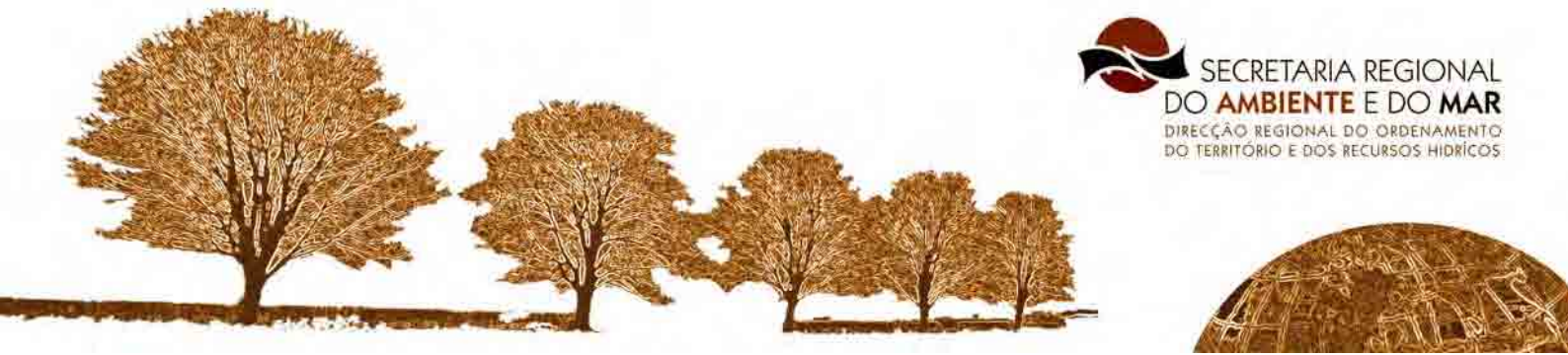
Categoria	Dados	Fontes
	Consumos de combustível nos transportes marítimos	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base nas entradas nos portos de mar) aos dados oficiais da DGGE sobre consumo de combustíveis nos transportes marítimos.
	Entradas em portos de mar	Dados Oficiais: INE / SREA Dados Estimados: extrapolações para 1990 e 1991 efectuadas com base nos dados oficiais disponíveis.
	Consumos de combustível nos sectores residencial, comercial, agrícola, pecuária e pesca	Dados Oficiais: – Dados Estimados: extrapolações efectuadas a partir dos dados nacionais de consumos apresentados pela DGGE, com base na proporção considerada no NIR relativamente aos consumos totais de combustível afectos a estes sectores.
PROCESSOS INDUSTRIAIS	Percentagem de domicílios com equipamentos de refrigeração	Dados Oficiais: INE / SREA Dados Estimados: extrapolações para alguns anos efectuadas com base nos dados oficiais disponíveis.
	Número de alojamentos familiares	Dados Oficiais: INE / SREA Dados Estimados: –
	Número de equipamentos de refrigeração domésticos instalados anualmente	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no número de alojamentos familiares) aos dados nacionais de instalação de equipamentos de refrigeração apresentados pelo NIR.
	Número de equipamentos de refrigeração comerciais	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no PIB) aos dados de estabelecimentos regionais (estimados a partir dos nacionais, segundo o NIR e tendo em conta o volume de negócios do sector de actividade H).
	Número de equipamentos de refrigeração comerciais instalados anualmente	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no volume de negócios do sector de actividade H) aos dados nacionais de estabelecimentos apresentados pelo NIR.



Categoria	Dados	Fontes
	Veículos de transporte refrigerados	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no volume de negócios do sector de actividade I) aos dados nacionais sobre este tipo de veículos apresentados pelo NIR, considerando taxas de evolução proporcionais ao PIB regional.
	Número de equipamentos de ar condicionado	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no PIB apresentado pelo INE).
	Stock de equipamentos de ar condicionado	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no número de alojamentos apresentados pelo INE) aos dados nacionais sobre equipamentos em stock apresentados pelo NIR.
	Número de equipamentos de ar condicionado móveis	Dados Oficiais: – Dados Estimados: utilizadas as taxas de veículos com ar condicionado assumidas pelo NIR, considerando as taxas médias de vendas em cada ilha (2000-2004) para extrapolar as vendas de veículos nos restantes anos.
	Vendas de veículos	Dados Oficiais: – Dados Estimados: utilizados os dados de vendas de veículos apresentadas pelo INE (2000-2004), extrapolando as vendas de veículos para os restantes anos a partir das taxas médias de vendas em cada ilha.
	Quantidades de gases fluorados usados	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no PIB apresentado pelo INE).
	Quantidade de SF ₆ existente em equipamentos eléctricos	Dados Oficiais: – Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no consumo de energia eléctrica).
AGRICULTURA	Número de animais de cada espécie (vacas leiteiras, outro gado bovino, equídeos, suínos, caprinos e ovinos)	Dados Oficiais: Recenseamento Geral de Agricultura / INE. Dados Estimados: extrapolações para os diferentes anos efectuadas com base nos dados oficiais disponíveis.
	Quantidade de fertilizantes	Dados Oficiais: – Dados Estimados: estimativas efectuadas com base na proporção da Superfície Agrícola Utilizada (SAU) apresentada pelo INE e pelo NIR.

Categoria	Dados	Fontes
	Produção das culturas (culturas de leguminosas, feijão e legumes)	Dados Oficiais: Recenseamento Geral de Agricultura / INE. Dados Estimados: extrapolações para os diferentes anos efectuadas com base nos dados oficiais disponíveis.
	Área atribuída a cada cultura	Dados Oficiais: Recenseamento Geral de Agricultura / INE. Dados Estimados: extrapolações para os diferentes anos efectuadas com base nos dados oficiais disponíveis.
FLORESTA	Área florestal	Dados Oficiais: - Dados Estimados: extrapolações efectuadas com base nos dados disponíveis no <i>Agroportal</i> e no <i>AzoresDigital</i> .
	Quantidade de madeirasujeita a corte/consumida	Dados Oficiais: - Dados Estimados: aplicado factor de proporção (com base no volume de negócios das actividades da CAE 20), considerando dados de madeira sujeita a corte apresentados pelo NIR.
RESÍDUOS E ÁGUAS RESIDUAIS	População	Dados Oficiais: INE (Censos) / SREA Dados Estimados: -
	Produção de RSU	Dados Oficiais: PEGRA / SIGRA Dados Estimados: aplicada taxa de evolução anual de 3% para os diferentes anos, de acordo com a recomendação constante no NIR.
	Produção de RI	Dados Oficiais: PERIEA Dados Estimados: aplicada taxa de evolução anual de 2% para os diferentes anos, de acordo com a recomendação constante no NIR.
	Percentagem de população servida por sistemas de tratamento de águas residuais	Dados Oficiais: PROTA '91 / PRA / INSAAR Dados Estimados: extrapolações para os diferentes anos efectuadas com base nos dados oficiais disponíveis.
	Carga orgânica total (COT) proveniente do sector industrial	Dados Oficiais: PRA / INSAAR Dados Estimados: extrapolações efectuadas para os diferentes anos (com base nas taxas de proporção anuais de PIB).





Anexo IV

MÉTODOS DE CÁLCULO E DADOS DE BASE

1 | ENERGIA

Esta categoria contempla as actividades de combustão destinadas à produção de energia, nomeadamente:

- i) indústrias de energia;
- ii) indústrias transformadoras e de construção;
- iii) transportes;
- iv) outros sectores (doméstico, serviços e agricultura e pescas);

1.1 | Indústrias de Energia

Este sector inclui as emissões resultantes das actividades de produção de electricidade e calor na Região Autónoma dos Açores, identificando-se nesse contexto as centrais termoeléctricas existentes em todas as ilhas e duas centrais geotérmicas (na ilha de São Miguel).

1.1.1 | Metodologia

A metodologia utilizada para o cálculo das emissões deste sector é diferenciada para a energia termoeléctrica (Equação A.1, Equação A.2 e Equação A.3) e para a energia geotérmica (Equação A.4).

Energia Termoeléctrica

$$UCO_2(u, f, y) = FE_C \times Fac_{ox} \times Energia_{Consumida}(u, f, y) \times \frac{44}{12} \times 10^{-3}$$

Equação A.1

$$FossilCO_2(y) = \sum_u \sum_f [UCO_2(u, f, y) \times C_{Fossil}(f) \times 10^{-2}]$$

Equação A.2

Legenda:

$U CO_2(u, f, y)$: total de carbono libertado para a atmosfera proveniente do consumo do combustível f na central u , expresso em total de dióxido de carbono (t)

$Fossil CO_2(y)$: emissões de dióxido de carbono com origem em combustíveis fósseis (não biomassa) (t)



FE_c : quantidade de carbono presente no combustível, expresso em emissão total de dióxido de carbono ($\text{kg CO}_2/\text{GJ}$)⁴⁷

Fac_{ox} : factor de oxidação (0 - 1)

Energia $_{Cons}(u,f,y)$: consumo de energia (LHV – Low Heating Value) do combustível f na central u no ano y (GJ)

$C_{Fossil}(f)$: percentagem de carbono com origem no combustível fóssil f (%)

Esta metodologia permite assumir (através de um “factor de oxidação”) que uma fracção do carbono presente no combustível não é oxidado e, conseqüentemente, não é directamente emitido para a atmosfera sob a forma de dióxido de carbono. No entanto, e uma vez que a sua transformação em CO_2 acabará por processar-se por via do monóxido de carbono, metano e compostos orgânicos voláteis, assumiu-se uma oxidação completa ($Fac_{ox}=1$).

Para os restantes poluentes, as estimativas de emissões são efectuadas recorrendo a factores de emissão específicos.

$$Emi(u, f, y, p) = Energia_{Cons}(c, f, y) \times FE(c, f, y) \times 10^{-6}$$

Equação A.3

Legenda:

$Emi(u, f, y, p)$: emissão do poluente p estimada a partir do consumo de combustível f na central c no ano y (t)

Energia $_{Cons}(u, f, y)$: consumo de energia do combustível f na central c no ano y (GJ)

$FE(u, f, y)$: factor de emissão do poluente p para o combustível f na central c no ano y (g/GJ)

Energia Geotérmica

$$Emi_{CO_2} = FE_1(c) \times Energia_{Prod}(c)$$

Equação A.4

⁴⁷ As unidades dos factores de emissão apresentados no NIR e utilizados no presente estudo permitem que o cálculo associado seja efectuado sem a introdução da razão entre massas moleculares apresentada na equação A.1.

Legenda:

Emi CO₂: emissão de CO₂

FE_{1(c)}: factor de emissão específico para central geotérmica c

Energia_{Prod}(c): energia produzida na central geotérmica c

1.1.2 | Factores de Emissão

Energia Termoeléctrica

Quadro A.4 Parâmetros necessários para o cálculo das emissões de poluentes provenientes da produção de energia e calor

Combustível	FE CO ₂ (kg/GJ)	Fac _{ox}	C Fóssil (%)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)
fuelóleo	77,4	0,99	100	2,9	0,6
gasóleo	74,1	0,99	100	0,14	0,6

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Energia Geotérmica

Quadro A.5 Factores de emissão estimados para as centrais geotérmicas

Factores de Emissão	Fonte	Valor Considerado (t CO ₂ /Gwh)
FE _{Pico Vermelho}	NIR	500
FE _{Ribeira Grande}	NIR	737 - 782
FE médio	-	630

Fonte: Adaptado do NIR [25].

1.1.3 | Dados de Actividade

Energia Termoeléctrica

Assumiram-se os dados considerados no NIR (e provenientes da Direcção Geral de Geologia e Energia) relativamente ao consumo de combustível para produção de electricidade e calor nas centrais termoeléctricas dos Açores (**Figura A.1**).

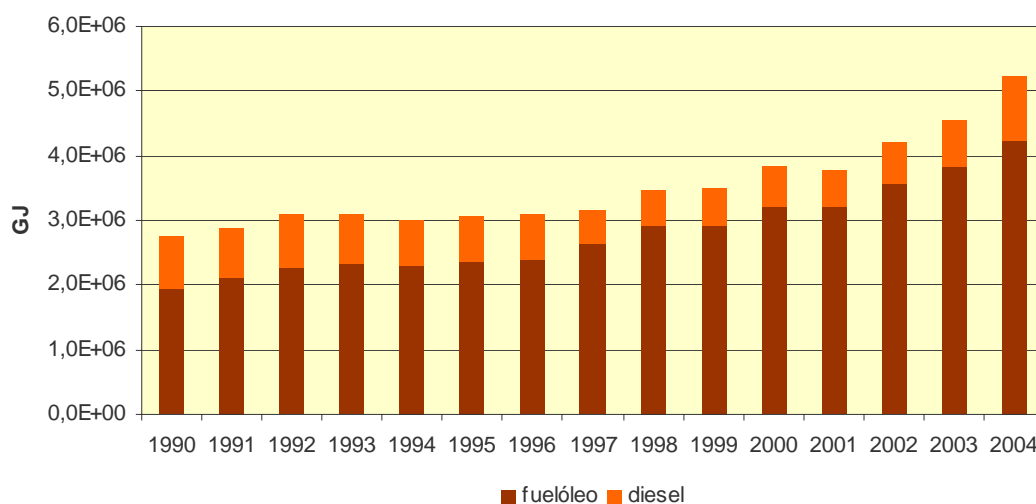


Figura A.1 Consumo de combustível (fuelóleo e gasóleo) para produção de energia eléctrica (1990-2004)

Energia Geotérmica

Por outro lado, consideraram-se os valores do SREA relativos à energia produzida pelas centrais geotérmicas da Região Autónoma dos Açores (Figura A.2).

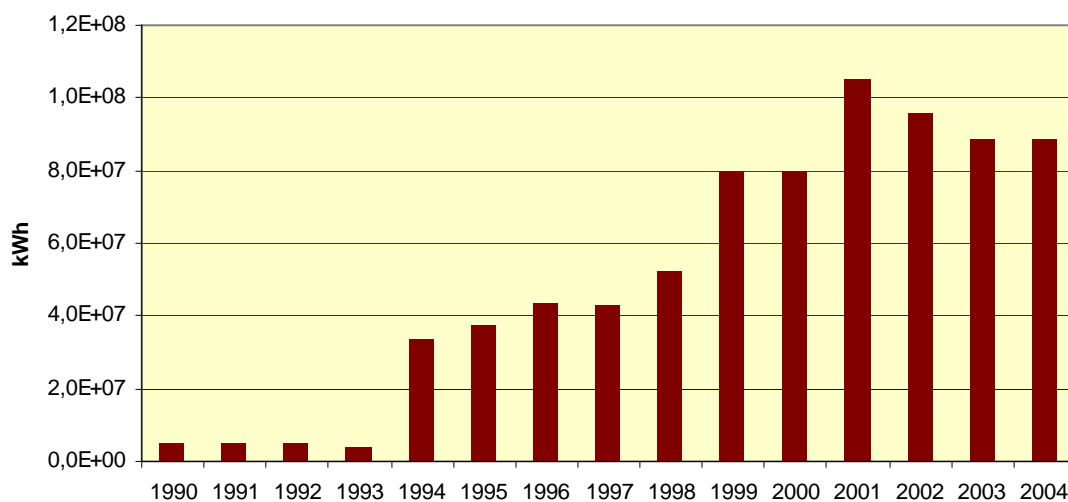


Figura A.2 Energia produzida pelas centrais geotérmicas dos Açores (1990-2004)



1.2 | Indústrias Transformadoras e de Construção

As emissões consideradas neste sector dizem respeito às actividades de combustão nas indústrias transformadoras e de construção (fornos, fornalhas e unidades de co-geração).

Refira-se ainda que, neste estudo foram contemplados os seguintes sub-sectoros:

- Indústria de produtos metálicos (CAE 28);
- Indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco (CAE 15 e 16);
- Indústria têxtil e vestuário (CAE 17 e 18);
- Fabricação de outros produtos minerais não metálicos (CAE 26);
- Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas (CAE 25);
- Indústrias da madeira (CAE 20);
- Fabricação de máquinas e equipamentos metálicos (CAE 28 e 29);
- Indústria extractiva (CAE 13 e 14);
- Construção (CAE 45);

1.2.1 | Metodologia

A metodologia para a estimativa de emissões neste sector contempla duas perspectivas alternativas: i) abordagem energética e ii) abordagem produtiva.

Abordagem energética

$$UCO_2(u, f, y) = FE_C \times Energia_{Cons}(u, f, y) \times \frac{44}{12} \times 10^{-3}$$

Equação A.5

$$Fossil CO_2(y) = \sum_u \sum_f [UCO_2(u, f, y) \times C_{Fossil}(f) \times 10^{-2}]$$

Equação A.6



Legenda:

$U_{CO_2}(u,f,y)$: emissões para a atmosfera em total de dióxido de carbono (t)

Fossil $CO_2(y)$: emissões de dióxido de carbono com origem em combustíveis fósseis (não biomassa) (t)

FE_c : quantidade de carbono no combustível expresso em emissão total de dióxido de carbono (kg CO_2/GJ)

Fac_{ox} : factor de oxidação (0 - 1)

Energia $_{Cons}(u,f,y)$: consumo de energia (LHV – Low Heating Value) do combustível f na indústria u no ano y (GJ)

$C_{Fossil}(f)$: percentagem de carbono com origem no combustível fóssil f (%)

O método de cálculo pode ser simplificado para os restantes poluentes, dando origem à equação Equação A.7:

$$Emi(p) = \sum_f \sum_s \sum_t [FE(p, f, s, t) \times Energia(f, s, t) \times 10^{-6}]$$

Equação A.7

Legenda:

$Emi(p)$: emissão total do poluente p (t/ano)

$FE_{(p,f,s,t)}$: factor de emissão específico do poluente p , específico do combustível utilizado f , do sector de actividade s e equipamento de combustão/tecnologia t (g/GJ)

Energia(f,s,t): consumo de energia do combustível f do sector de actividade s e equipamento de combustão/tecnologia t (GJ)

Abordagem produtiva:

$$Emi(p) = FE(p) \times Pr_{odução} \times 10^{-3}$$

Equação A.8

Legenda:

$Emi(p)$: emissão total do poluente p (t/ano)

$FE(p)$: factor de emissão específico do poluente p (kg/t)

Produção: taxa de produção (t/ano)

Adoptou-se a abordagem considerada mais adequada para cada sub-sector industrial, procurando assegurar a coerência metodológica com o NIR. Assim, a abordagem produtiva foi aplicada a todos os sectores, com excepção da fabricação de cimento (para a qual se recorreu à abordagem energética). Por outro lado, sempre que se verificou a ausência de dados específicos para o contexto regional, recorreu-se a estimativas e extrapolações com base nos valores nacionais, adoptando-se o PIB nacional e regional (pm a preços correntes) como factor de proporção (**Quadro A.12**), assumindo o pressuposto de que a evolução do sector industrial nacional apresenta alguma correlação com o sector industrial nos Açores.

1.2.2 | Factores de Emissão

A metodologia recomendada para a estimativa de emissões destes sub-sectores é a abordagem energética, assumindo-se os factores de emissão apresentados no **Quadro A.6**.

Quadro A.6 Factores de emissão para a generalidade dos sub-sectores cujas estimativas são efectuadas por abordagem energética

Equipamento	Combustível	CO ₂ (kg/GJ)	Fac _{ox}	% C _{Fossil}	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Fornos	carvão	96,1	0,98	100	2,4	0,7
	GPL	63,1	0,995	100	1,4	1,4
	gasóleo	74,1	0,99	100	0,1	0,6
	fuelóleo	77,4	0,99	100	2,9	0,6
Motores estáticos	gasolina	69,3	0,99	100	9,9	0,6
	gasóleo	74,1	0,99	100	9,9	0,6

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Fabricação de produtos minerais não metálicos

Para este sub-sector é recomendada uma abordagem mista: componente energética para a estimativa de emissões de dióxido de carbono e óxido de azoto (recorrendo aos factores de emissão apresentados no **Quadro A.6**) e componente produtiva para a determinação das emissões de metano (utilizando os factores de emissão sistematizados no **Quadro A.7**).

Quadro A.7 Factores de emissão de CH₄ para o sub-sector de fabricação de produtos cerâmicos

Produto	Combustível	FE CH ₄ (kg/t produto)
Tijolos e telhas	GPL	0,03
	fuelóleo	0,03
Material refractário	GPL	0,03
	fuelóleo	0,03
Outras cerâmicas	GPL	0,02
	fuelóleo	0,02

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Fabricação de cimento

As estimativas deste sub-sector incidem numa abordagem energética para determinação das emissões de dióxido de carbono e óxido de azoto (factores de emissão do **Quadro A.8**) e numa abordagem produtiva para determinação das emissões de metano (factores de emissão apresentados no **Quadro A.9**).

Quadro A.8 Factores de emissão de CO₂ e N₂O para o sub-sector de fabricação de cimento

Combustível	CO ₂ (kg/GJ)	Fac _{ox}	C _{Fossil} (%)	N ₂ O (g/GJ)
carvão	99,20	0,98	100	0,70
fuelóleo	63,10	0,99	100	0,60

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Quadro A.9 Factores de emissão de CH₄ para o sub-sector de fabricação de cimento

Parâmetro	Valor (kg/t cimento)	Valor Médio
FE CH ₄	0,001 - 0,257	0,129

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Indústria extractiva

Para este sub-sector é recomendada uma abordagem energética, tendo em conta os factores de emissão apresentados no **Quadro A.10**.

Quadro A.10 Factores de emissão para a indústria extractiva

Equipamento	Combustível	CO ₂ (kg/GJ)	Fac _{ox}	% C _{Fossil}	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Fornos	GPL	63,1	0,995	100	0	1,4
	gasolina	69,3	0,99	100	0	0,6
	gasóleo	74,1	0,99	100	0	0,6
	fuelóleo	77,4	0,99	100	0	0,6
Motores estáticos	gasolina	69,3	0,99	100	0	0,6
	gasóleo	74,1	0,99	100	0	0,6

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Construção

A estimativa de emissões associadas a este sub-sector requer uma abordagem energética, através dos factores de emissão compilados no **Quadro A.11**.

Quadro A.11 Factores de emissão para a indústria de construção

Combustível	CO ₂ (kg/GJ)	Fac _{ox}	% C _{Fossil}	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
GPL	63,1	0,995	100	1,5	1,4
gasolina	69,3	0,990	100	9,9	0,6
gasóleo	74,1	0,990	100	0,6	0,6
fuelóleo	77,4	0,990	100	1,6	0,6

Fonte: Adaptado do NIR [25].



1.2.3 | Dados de Actividade

Macroeconomia

Em termos de actividade económica, importa referir o PIB pm (**Quadro A.12**), uma vez que constitui um factor de proporcionalidade utilizado quando a desagregação de dados a nível regional se revelou insuficiente ou inadequada.

Quadro A.12 Valores de PIB pm (preços correntes) para Portugal e para os Açores (1990-2004)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
PIB Açores (10 ⁶ euros)	674	814	955	1095	1236	1435	1535	1602	1736	1921	2091	2239	2422	2469	2640
PIB Portugal (10 ⁶ euros)	49838	56188	62537	68887	75237	80826	86230	93014	100962	108029	115548	122549	128458	130510	135078

Fonte: Adaptado do INE [27].

Quadro A.13 Razões de volume de negócios por CAE

Taxas de volume de negócio (Açores / Continente)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CAE 13 e 14	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%	2,44%
CAE 15 e 16	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,04%	4,32%	4,60%	4,10%
CAE 17 e 18	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%	0,02%	0,02%	0,03%
CAE 20	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%	0,43%	0,55%	0,30%
CAE 25	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,03%	0,07%	0,06%
CAE 26	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,51%	1,63%	1,75%	1,64%
CAE 28 e 29	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,29%	0,35%	0,41%	0,34%
CAE 45	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,28%	1,43%	1,58%	1,70%

Fonte: Adaptado do INE [27].

Fabricação de produtos metálicos

No caso específico do sub-sector de fabricação de produtos metálicos, os respectivos dados de actividade encontram-se compilados no **Quadro A.14**.

Quadro A.14 Consumo de combustível na fabricação de produtos metálicos (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	carvão	389	354	90	149	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GPL	1.538	1.522	1.744	1.447	1.538	1.720	1.855	1.605	1.439	1.098	707	929	1.643	2.232	1.788
	gasóleo	42	57	58	59	65	54	94	84	82	129	128	227	342	367	319
	fuelóleo	3.399	2.801	3.097	2.108	1.621	1.132	1.403	231	219	195	237	290	330	406	254

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco

Os dados de actividade específicos para este sub-sector são apresentados no **Quadro A.15**.

Quadro A.15 Consumo de combustível nas indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	carvão	501	268	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GPL	36.586	42.112	46.331	306	309	59.053	65.672	79.364	78.487	76.692	68.620	73.151	73.523	75.023	66.865
	gasóleo	22.027	23.846	27.585	27.792	29.410	29.710	32.242	30.190	29.071	32.835	27.018	29.822	28.086	29.148	25.979
	fuelóleo	359.386	389.853	385.883	363.909	361.134	379.457	379.621	449.083	458.624	427.751	378.780	383.741	412.461	415.542	370.361
Motores estáticos	gasolina	710	1.097	2.756	2.055	4.197	4.411	4.768	7.757	7.049	6.928	4.761	9.064	4.376	4.106	3.659
	gasóleo	22.027	23.846	27.585	27.792	29.410	29.710	32.242	30.190	29.071	32.835	27.018	29.822	28.086	29.148	25.979

Fonte: Adaptado do NIR [25].



Fabricação de têxteis

Consideraram-se para este sub-sector os dados de actividade apresentados no **Quadro A.16**.

Quadro A.16 Consumo de combustível para fabricação de têxteis (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	GPL	55	68	82	81	86	99	117	146	173	188	133	118	94	80	101
	gasóleo	7	7	8	8	10	10	11	13	14	14	20	18	21	20	26
	fuelóleo	2.733	2.331	2.139	1.989	2.196	2.332	2.996	3.866	3.721	3.074	2.977	2.433	2.134	1.566	1.990
Motores estáticos	gasolina	1	1	3	2	5	5	5	6	6	5	17	16	14	13	16
	gasóleo	7	7	8	8	10	10	11	13	14	14	20	18	21	20	26

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Fabricação de produtos minerais não metálicos

Apresentam-se no **Quadro A.17** os consumos de combustível estimados para este sub-sector.

Quadro A.17 Consumo de combustível para fabricação de produtos minerais não metálicos (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	carvão	99	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GPL	92.941	101.599	110.725	115.734	124.311	132.851	137.244	123.120	68.006	37.893	21.308	22.050	18.727	14.609	13.736
	gasóleo	1.935	2.370	2.378	1.986	2.019	1.969	2.054	2.843	3.017	2.686	2.739	3.252	2.791	2.713	2.551
	fuelóleo	49.891	53.501	50.511	48.216	49.391	56.322	59.280	91.224	88.914	67.669	56.735	45.914	33.772	15.923	14.972
Motores estáticos	gasolina	582	627	778	766	802	738	528	454	462	312	260	267	312	374	351
	gasóleo	1.935	2.370	2.378	1.986	2.019	1.969	2.054	2.843	3.017	2.686	2.739	3.252	2.791	2.713	2.551

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Fabricação de cimento

Os consumos de combustível estimados para o sub-sector de fabricação de cimento sintetizam-se no **Quadro A.18**.

Quadro A.18 Consumo de combustível para fabricação de cimento (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	carvão	103.136	111.056	103.605	94.635	103.263	97.160	93.589	81.483	58.591	48.071	61.200	37.931	38.047	27.078	27.078
	fuelóleo	5.159	6.128	4.999	4.919	5.677	6.719	6.946	7.094	6.364	5.765	5.044	6.022	4.805	4.073	4.073

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Relativamente à produção de cimento na Região, foi assumido que esta representavam 0,5% da produção registada a nível nacional, e que a produção de cimento seria proporcional ao consumo energético de combustíveis.

Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas

O **Quadro A.19** apresenta os dados de actividade considerados para este sub-sector.

Quadro A.19 Consumo de combustível para fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	GPL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	19	17
	gasóleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	17	15
	fuelóleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	47	42
Motores estáticos	gasolina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	30	27
	gasóleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	17	15

Fonte: Adaptado do NIR [25].



Indústrias da madeira

Consideraram-se para este sub-sector os dados de actividade apresentados no **Quadro A.20**.

Quadro A.20 Consumo de combustível nas indústrias da madeira (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	GPL	257	302	292	334	350	348	397	996	1.036	1.142	1.411	1.342	1.821	2.109	1.147
	gasóleo	755	743	628	541	558	580	617	1.448	1.744	1.503	622	770	889	1.117	608
	fuelóleo	4.061	3.851	2.079	3.244	5.388	9.158	9.314	8.745	8.566	8.580	8.867	5.255	9.047	11.038	6.005
Motores estáticos	gasolina	2	6	11	11	28	33	36	401	510	391	12	93	14	14	8
	gasóleo	755	743	628	541	558	580	617	1.448	1.744	1.503	622	770	880	1.117	608

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Fabricação de máquinas e equipamentos

Os consumos de combustível estimados para o sub-sector de fabricação de máquinas e equipamentos sintetizam-se no **Quadro A.21**.

Quadro A.21 Consumo de combustível para fabricação de máquinas e equipamentos (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	GPL	4.280	4.422	4.486	4.422	4.737	4.694	4.762	6.931	7.181	6.633	5.216	4.897	4.978	5.426	4.584
	gasóleo	485	478	515	467	453	616	744	635	732	698	344	512	597	617	521
	fuelóleo	2.589	2.382	768	1.566	1.894	1.486	2.987	2.128	2.853	1.903	2.252	1.446	1.405	1.351	1.141
Motores estáticos	gasolina	128	147	246	205	278	296	483	476	459	406	133	294	174	425	359
	gasóleo	485	478	515	467	453	616	744	635	732	698	344	512	597	617	521

Fonte: Adaptado do NIR.

Indústria extractiva

O **Quadro A.22** apresenta os dados de actividade considerados para este sub-sector

Quadro A.22 Consumo de combustível na indústria extractiva (1990-2004)

Equipamento	Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Fornos	GPL	1.835	1.858	1.827	2.045	2.458	2.525	3.026	4.457	4.868	4.684	4.194	5.108	3.382	2.495	2.495
	gasolina	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	710	0	180	118	118
	gasóleo	11.812	12.773	14.586	15.264	11.437	11.809	14.218	22.334	19.912	20.042	25.218	23.867	22.533	24.153	24.153
	fuelóleo	2.696	6.215	3.808	1.972	1.216	1.204	1.288	3.024	2.529	1.967	2.328	3.388	2.702	2.018	2.018
Motores estáticos	gasolina	396	386	254	211	157	50	76	140	485	737	504	2.002	945	613	613
	gasóleo	11.065	12.002	12.985	12.923	10.977	11.752	14.153	22.257	19.841	20.012	17.961	23.867	21.389	21.366	21.366

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Construção

Os consumos de combustível estimados para as indústrias de construção sintetizam-se no **Quadro A.23**.

Quadro A.23 Consumo de combustível nas indústrias de construção (1990-2004)

Combustível (GJ)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
GPL	2.972	2.629	3.373	5.896	8.883	11.639	13.608	8.244	7.323	7.377	7.154	10.758	7.815	7.826	8.420
gasolina	359	692	2.144	2.775	4.635	5.811	8.709	4.852	4.535	3.847	941	5.053	880	912	981
gasóleo	76.045	86.126	82.454	84.063	91.261	98.299	101.146	105.306	105.263	103.537	97.884	121.510	135.134	138.651	149.172
fuelóleo	8.563	11.286	11.175	22.655	18.024	22.500	17.270	24.137	25.617	18.230	18.792	20.892	26.505	20.470	22.023

Fonte: Adaptado do NIR [25].



1.3 | Transportes

As emissões consideradas neste sector dizem respeito às actividades de combustão associadas ao sector dos transportes, considerando os seguintes sub-sectoros:

- Transporte rodoviário;
- Transporte marítimo;
- Transporte aéreo.

1.3.1 | Metodologia

A metodologia utilizada para o cálculo das emissões deste sector é diferenciada para o transporte rodoviário (**Equação A.9**), o transporte marítimo (**Equação A.10** e **Equação A.12**) e o transporte aéreo. No transporte marítimo estão incluídas todas as emissões provenientes da utilização de combustível como fonte de energia para movimentar barcos de transporte. Os consumos dos barcos de pesca estão incluídos no sector 1.2.A.4. Outros Sectores. No transporte aéreo, as emissões reflectem todas as combustões de aviões, incluindo transporte de passageiros e de carga. Este sector está dividido em duas componentes:

- Emissões Landing/Take-off (LTO): emissões de actividades realizadas em terra perto dos aeroportos e voos até 914 m (3000 pés): viagens de táxi, aterragem e descolagem;
- Emissões de cruzeiro: todas as emissões realizadas acima dos 914 m.

Além das componentes mencionadas temos o tipo de combustível, o combustível de aviões é jet fuel (JP), e dois tipos de voos, nacionais e internacionais. Apesar do transporte aéreo também recorrer à gasolina de aviões, como este valor é muito reduzido, representando cerca de 1% do consumo de combustíveis, apenas foi considerado o jet fuel como recomendado pelo IPCC.

Para este inventário, a definição de voo nacional é quando o local de partida e chegada é território nacional.

Transporte Rodoviário

$$EmiCO_2(f, y) = FE_C(f) \times Energia_{Cons}(f, y) \times \frac{44}{12}$$

Equação A.9

Legenda:

Emi CO₂(f,y): emissões para a atmosfera em total de dióxido de carbono (t CO₂e/ano)

Energia_{Cons}(f,y): consumo de energia do combustível *f* no ano *y* (TJ)

FE C(f): factor de emissão de carbono com origem no combustível *f* (t C/TJ)



Transporte Marítimo

Foram diferenciados dois tipos de embarcações: barcos estrangeiros e nacionais.

$$FossilCO_2(n, y) = \sum_f \left[FE_{CO_2}(f) \times Fac_{ox}(f) \times C_{Fossil}(f) \times Cons_{Comb}(n, f, y) \times LHV(f) \right] \times 10^{-5}$$

Equação A.10

Legenda:

Fossil CO₂ (n,y): emissão de dióxido de carbono para a atmosfera proveniente da combustão de combustíveis fósseis pelos barcos da classe *n* (t)

FE CO₂(f): quantidade de carbono total no combustível *f* expresso em emissões de dióxido de carbono (kg CO₂/GJ)

Fac ox(f): factor de oxidação do combustível *f*

CFossil(f): percentagem de carbono no combustível *f*

Cons Comb (n,f,y): consumo de combustível *f* no ano *y* para os barcos da classe *n* (t/ano)

LHV(f): Low Heating Value (MJ/kg)

As emissões para os restantes poluentes foram determinadas através da **Equação A.11**:

$$Emi(n, p, y) = \sum_f \left[FE(n, p, y) \times Cons_{Comb}(b, p, y) \right] \times 10^{-3}$$

Equação A.12

Legenda:

Emi(n,p,y): emissão total do poluente *p* no ano *y* para os barcos da classe *n* (t/ano)

FE(n,p,y): quantidade do poluente *p* emitido devido ao combustível *f* e barcos da classe *n* (kg/t)

Cons Comb (n,p,y): consumo do combustível *f* pelos barcos da classe *n* no ano *y* (t/ano)



Transporte Aéreo

As emissões foram calculadas de acordo com a metodologia recomendada pelo *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Workbook* sendo separadas para:

- Movimentos LTO e cruzeiro;
- Nacionalidade da companhia (bandeira): companhias nacionais e estrangeiras;
- Voos domésticos e internacionais;

O cálculo das emissões é dividido em quatro fases:

1 – Estimativa do consumo de combustível para voos domésticos e internacionais

Recorrendo aos valores disponíveis de consumo de combustível para aviões nacionais e estrangeiros nos balanços energéticos da DGE de 1990 a 2004 que reportam ao total (Portugal, Açores e Madeira), foi efectuada uma relação entre o consumo de combustível total, o número de movimentos LTO total (Portugal, Açores e Madeira) e o número de movimentos LTO nos Açores de forma a calcular o consumo de combustível para os Açores. O número de movimentos LTO total e para os Açores foram obtidos no NIR que se baseou em valores cedidos pela ANA (Aerportos de Portugal).

2 – Estimativa do consumo de combustível para movimentos LTO

Nesta fase é necessário determinar a quantidade de movimentos LTO efectuados por empresas nacionais e estrangeiras. Através dos valores de movimentos LTO realizados em 2001 por empresas nacionais e estrangeiras nos vários aeroportos portugueses, determinados pelo INE, foi calculada a percentagem de movimentos LTO efectuados por empresas nacionais e estrangeiras.

3 – Estimativa das emissões de cada GEE

Para determinar as emissões totais de GEE, basta recorrer aos factores de emissão específicos para cada poluente e cada movimento LTO e cruzeiro.

1.3.2 | Factores de Emissão

Transporte Rodoviário

Todos os parâmetros utilizados foram retirados do 1996 IPCC.

Quadro A.24 Valores de poder calorífico para cada tipo de combustível

COMBUSTÍVEL	PODER CALORÍFICO (TJ/10 ³ t)
gasolina	44,8
gasóleo	43,33
GPL	47,31

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Quadro A.25 Valores dos factores de emissão para cada tipo de combustível

COMBUSTÍVEL	FE C (t C/TJ)
gasolina	18,9
gasóleo	20,2
GPL	17,2

Transporte Marítimo

Quadro A.26 Parâmetros necessários para o cálculo das emissões de GEE provenientes de embarcações

FE	UNIDADES	GASÓLEO	FUELÓLEO
LHV	MJ/kg	43,31	40,17
FE CH ₄	g/kg	0,23	
FE CO ₂	kg/GJ	74,07	77,37
C _{Fossil}	%	100	
Fac _{ox}		0,99	
FE N ₂ O	g/kg	0,08	

Fonte: Adaptado do NIR [25].



Transporte Aéreo

Quadro A.27 Parâmetros necessários para o cálculo das emissões do transporte aéreo

PARÂMETROS	CONSUMO DE COMBUSTÍVEL	FE		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
NACIONAIS				
LTO (kg/LTO)	925	2915	0,35	0,1
Cruzeiro (kg/t combustível)		3150	0	0,1
INTERNACIONAIS				
LTO (kg/LTO)	2450	7730	4,25	0,2
Cruzeiro (kg/t combustível)		3150	0	0,1

Fonte: Adaptado do NIR [25].

1.3.3 | Dados de Actividade

Transporte Rodoviário

Os dados de actividade utilizados são referentes a todo o combustível importado para os Açores, sendo considerado que toda a gasolina, gasóleo ou GPL é utilizados no transporte rodoviário. Nos anos de 1990, 1991, 2003 e 2004, os valores de combustível foram estimados.

Quadro A.28 Valores de gasolina consumidos na Região (1992-2002)

GASOLINA (l)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
São Miguel	15764965	16747829	17572091	17675311	18124761	18452948	19300267	20467718	20197945	20032028	23414240
Santa Maria	1041237	1047995	984099	1085855	1111150	1133967	1275900	1313645	1328500	1308000	1316850
Terceira	8981966	9363807	9217408	9520429	9670593	8159407	10192582	10490911	12003313	13752010	11526661
Graciosa	480561	509739	538356	550370	562077	664761	618688	652164	716110	730912	740581
São Jorge	1104478	1139988	1163274	1139915	1251378	1039015	1339526	1537853	1612778	1678082	1813007
Pico	1733749	1831511	1738020	1914906	2002918	2054667	2119711	2183804	2271655	2273442	2991302
Faial	2602108	2728028	2727200	2669159	2803852	2803433	2952438	3294951	3109028	3144502	3213894
Flores	550603	483550	629271	515202	474181	486336	578456	595371	612109	609264	656455
Corvo	5000	17200	20050	168980	48000	19500	30466	31042	30042	28018	28033
Total Açores	32264667	33869647	34589769	35240127	36048910	34814034	38408034	40567459	41881480	43556258	45701024

Fonte: DRCIE [29].

Quadro A.29 Valores de gasóleo consumidos na Região (1992-2002)

GASOLINA (l)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
São Miguel	45164007	50392314	57483531	59977794	50685463	54093320	50965404	50662755	52983592	57729248	64583634
Santa Maria	4281565	3715010	3216384	3950859	4916191	4589249	5928633	5770719	5914072	5825090	6176210
Terceira	22110329	20470485	20788812	21276159	23226766	19897717	21636236	24572229	30700493	32735250	32706210
Graciosa	2893039	2094088	2380450	2412902	3136537	2768828	3225825	3472140	3601582	3759150	4099867
São Jorge	6401547	5455234	5827512	6053225	7067228	6958591	8349869	9174260	11046171	11141393	12511694
Pico	5368641	7841493	6959811	5350560	7107127	7445523	7656395	7770906	9507605	9395685	9480292
Faial	5772841	7517017	8497640	8072250	9297491	9735362	9299986	10360311	10298637	12138372	12796131
Flores	2769682	2830259	1768058	1982777	2162372	1936984	2668486	3163375	3170757	3006505	3385310
Corvo	289378	18000	187162	390352	276658	282314	416692	367172	377851	343524	183121
Total Açores	95051029	100333900	107109360	109466878	107875833	107707888	110147526	115313867	127600760	136074217	145922469

Fonte: DRCIE [29].

Quadro A.30 Valores de GPL consumidos na Região (1992-2002)

GPL (kg)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
São Miguel	8922107	9617070	10024790	10206774	10874214	11027085	11176090	11705116	11953181	12349567	12948267
Santa Maria	386060	439939	460952	444741	497132	511177	516929	523960	533175	532585	550470
Terceira	4552565	4834167	4876402	4934989	5332776	5340410	5389172	5604825	5853969	6066956	6455522
Graciosa	353832	344773	362799	372483	387858	395524	380046	416969	408934	406880	421730
São Jorge	646605	714339	724967	746623	768133	811362	796099	840310	863068	889537	944439
Pico	1053175	1119693	1107653	1162669	1210486	1237031	1198248	1297563	1289041	1399291	1430419
Faial	1211644	1287691	1274663	1293204	1374116	1370012	1300607	1363472	1444095	1549969	1604437
Flores	403010	383930	446474	416975	448248	400076	407615	432315	429130	437628	426930
Corvo	33150	0	0	0	4095	41555	45375	41170	41115	45045	45430
Total Açores	17562148	18741602	19278700	19578458	20897058	21134232	21210181	22225700	22815708	23677458	24827643

Fonte: DRCIE [29].

Transporte Marítimo

Como não existem dados específicos para os Açores relativamente aos valores de venda de combustível para as actividades marítimas, foi considerada uma relação entre os valores de venda de combustível para os barcos nacionais e internacionais existentes no balanço energético elaborado pela DGGE e o movimento de barcos nos portos, de forma a estimar valores de combustível para os barcos nacionais e estrangeiros nos Açores.

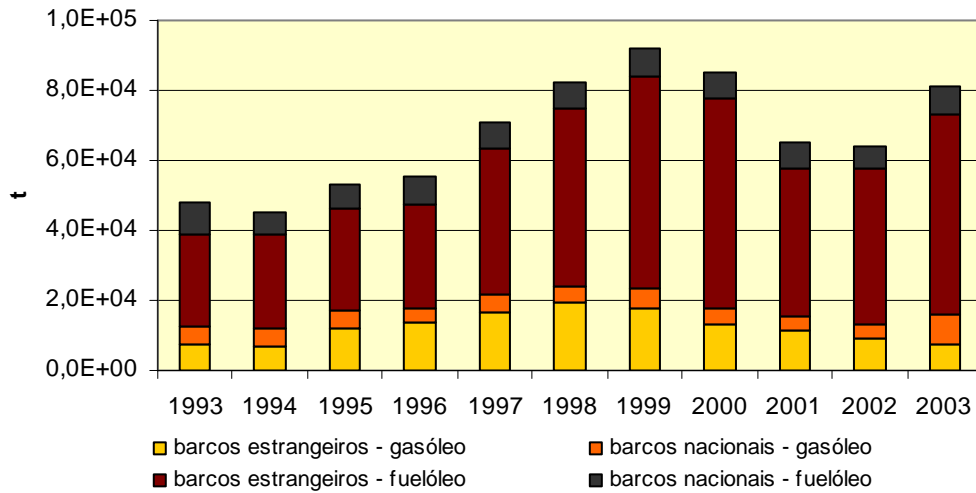


Figura A.3 Consumo de combustível pelos barcos estrangeiros e nacionais (1993-2003)

Quadro A.31 Número de entradas nos portos (1990-2004)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004 ⁴⁸
Entradas nos Portos dos Açores	1473	1546	1783	1827	1639	1888	1766	1742	1789	1686	1751	1822	1473	1546	1783

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Transporte Aéreo

Quadro A.32 Quantidade de jet fuel consumidos pela aviação (1990-2004)

JET FUEL (tep)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004 ⁴³
aviões estrangeiros	27804	25173	28721	28641	31776	28017	29616	31677	32582	36474	37704	43051	40273	48636	52230
aviões nacionais	25142	24249	27984	28705	29518	31660	39736	42287	48594	55363	50833	55625	56668	66023	64685

Fonte: Adaptado do NIR [25].

⁴⁸ Na ausência de dados para 2004, assumiu-se a manutenção dos consumos relativamente ao ano anterior.



Os valores dos movimentos LTO foram cedidos pela ANA - Aeroportos de Portugal, S.A., para os anos de 1990, 1995, 2000 e 2003. Os movimentos nos restantes anos foram estimados.

Quadro A.33 Movimentos de emissões na aterragem/descolagem da aviação regional(1990-2004)

MOVIMENTOS LTO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004 ⁴³
Santa Maria	630	683	735	788	840	893	851	809	766	724	682	1311	669	762	847
Ponta Delgada	2955	3040	3125	3211	3296	3381	3608	3834	4061	4287	4514	4808	4851	5235	5488
Terceira	0	0	0	0	0	0	935	1870	2806	3741	4676	4629	4499	4369	4239
Horta	1238	1299	1360	1420	1481	1542	1624	1706	1787	1869	1951	2074	2024	2215	2235
Flores	281	296	311	327	342	357	383	409	435	461	487	494	493	565	644
Graciosa	431	429	428	426	425	423	422	421	420	419	418	414	418	422	426
Pico	344	377	410	443	476	509	548	587	625	664	703	680	652	624	596
S. Jorge	539	541	542	544	545	547	548	550	551	553	554	548	566	584	602
Corvo	152	162	171	181	190	200	211	221	232	242	253	250	256	261	267
RAA	6570	6826	7083	7339	7596	7852	9129	10406	11684	12961	14238	15208	14428	15037	15344

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Quadro A.34 Quantidade de movimentos de emissões de aterragem/descolagem efectuadas por empresas nacionais e estrangeiras (2001)

MOVIMENTOS LTO	TOTAL	REGIONAL	NACIONAL	ESTRANGEIRA
Portugal+RAA+RAM	119385	28342	14441	76602
Total RAA	15208	11196	2181	1831
% RAA (LTO_x/LTO total)	100%	73,6%	14,3%	12,0%

Fonte: Adaptado do NIR [25].



1.3.4. | Outras Fontes Móveis

Neste sector inclui-se as emissões provenientes de fontes móveis, tais como tractores agrícolas. Contudo, como para o cálculo das emissões do transporte rodoviário no sector 1.2.A.3.1. se incluiu todos os consumos de gasolina, gasóleo e GPL, não se contabilizar novamente os consumos de combustível para tractores agrícolas.

1.4 | Outros Sectores

As fontes abrangidas neste sector referem-se às emissões com origem em combustões do sector residencial, comercial, agrícola, pecuária e pesca.

1.4.1 | Metodologia

As emissões do dióxido de carbono são determinadas através das seguintes equações:

$$UCO_2(s, f) = FE_c(f) \times Fac_{ox}(f) \times Energia_{Consumida}(s, f) \times \frac{44}{12} \times 10^{-3}$$

Equação A.13

$$FossilCO_2(s, f) = UCO_2(s, f, y) \times C_{Fossil}(f) \times 10^{-2}$$

Equação A.14

Legenda:

$U_{CO_2}(s, f)$: emissões para a atmosfera em total de dióxido de carbono do combustível f no sector $s(t)$

$Fossil_{CO_2}(s, f)$: emissões de dióxido de carbono com origem em combustíveis fósseis (não biomassa) (t)

$FE_c(f)$: quantidade de carbono no combustível f expresso em emissão total de dióxido de carbono (kg CO_2/GJ)

$Fac_{ox}(f)$: factor de oxidação do combustível f (0..1)

$Energia_{Cons}(s, f)$: consumo de energia (LHV – Low Heating Value) do combustível f no sector s (GJ)

$C_{Fossil}(f)$: percentagem de carbono com origem no combustível fóssil f (%)



Para os restantes poluentes os cálculos simplificam, dando origem à equação seguinte:

$$Emi(p, s) = \sum_f \sum_t [FE(f, s, t, y, , p) \times Energia(f, s, t)] \times 10^{-6}$$

Equação A.15

Legenda:

Emi (p) : emissão total do poluente *p* no sector *s* (t/ano)

FE_(p,f,s,t): factor de emissão específico do poluente *p*, do combustível *f*, do sector *s* e equipamento de combustão/tecnologia *t* (g/GJ)

Energia(f,s,t): consumo de energia do combustível *f* do sector de actividade *s* e equipamento de combustão/tecnologia *t* (GJ)

1.4.2 | Factores de Emissão

Quadro A.35 Parâmetros relativos aos poluentes dióxido de carbono, metano e óxido de azoto para o sector doméstico

FE	CO ₂				CH ₄	N ₂ O
	LHV (MJ/kg)	kg/GJ	Fac _{ox}	%C _{Fossil}	g/GJ	g/GJ
GPL	47,28	63,1	0,995	100	1,5	1,4
gasolinas	44,77	69,3	0,99	100	9,9	0,6
petróleo	41,85	77,4	0,99	100	5,1	0,14
gasóleo	43,31	74,1	0,99	100	5	1,55
fuelóleo	40,17	77,4	0,99	100	5,1	0,14

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Quadro A.36 Parâmetros relativos aos poluentes dióxido de carbono, metano e óxido de azoto para o sector dos serviços, da agricultura e da pesca

FE	CO ₂				CH ₄	N ₂ O
	LHV (MJ/kg)	kg/GJ	Fac _{ox}	%C _{Fossil}	g/GJ	g/GJ
GPL	47,28	63,10	0,995	100%	1,5	1,40
gasolinas	44,77	69,30	0,990	100%	9,9	0,60
petróleo	41,85	77,40	0,990	100%	1,6	0,60
gasóleo	43,31	74,10	0,990	100%	5,0	0,66
fuelóleo	40,17	77,40	0,990	100%	1,6	0,60

Fonte: Adaptado do NIR [25].

1.4.3 | Dados de Actividade

Como não existem dados específicos para os Açores foi necessário, mais uma vez, recorrer aos balanços energéticos da DGGE referente a valores totais (Portugal continental+Açores+Madeira) e, através de estimativas de população, extrapolar para a Região Autónoma dos Açores.

Quadro A.37 Valores de população de Portugal e Açores (1990-2004)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
população total (hab)	9898590	9867147	9969953	9982590	10004080	10030380	10057860	10091120	10129290	10171950	10225840	10293000	10368400	10448828	10529255
população RAA (hab)	239680	237795	239310	239207	238807	238272	237789	237473	238291	237210	237028	228575	238767	240024	241206

Fonte: INE [27].



Quadro A.38 Consumo de combustíveis nos sectores doméstico, serviços, agricultura e pescas (1990-2004)

Consumos (toneladas)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
GPL	757071	818170	884031	952954	1103215	1197204	1303119	1400007	1528938	1713070	1857526	1931190	2110091	2249337	2502956
Gasolinas	920307	994581	1074642	1158426	1341085	1455340	1584092	1701871	1858602	2082435	2258038	2347585	2565060	2734330	3042633
Petróleo	76919	99276	85762	99086	115575	129830	137100	147642	155430	179058	192640	198007	214230	231805	259655
Gasóleo	3230661	3067676	3855255	4016598	4689656	4998079	5485003	5887442	6712492	7202701	7845688	8316181	9133013	9717281	10836347
Fuelóleo	196891192541160721952650253629832958372933232610350936323779199339785512458335564931027450683967548365415933518566463992														

Fonte: Adaptado do NIR [25].

2 | PROCESSOS INDUSTRIAIS

Nesta categoria estão incluídas substâncias sintéticas que têm sido usadas, principalmente, como gases inertes em aplicações tão diversas como gás de refrigeração, espumas, aerossóis e espumas de combate a incêndios, sendo as mais significativas os clorofluorcarbonetos (CFC), os hidroclorofluorcarbonos (HCFC), os perfluorcarbonos (PFC) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆).

2.1 | Consumo de Halocarbonetos e Hexafluoreto de Enxofre

Neste sector, estão contemplados os seguintes sub-sectores:

- Refrigeração doméstica;
- Refrigeração comercial;
- Equipamentos de transporte refrigerados;
- Equipamentos de ar condicionado fixos;
- Equipamentos de ar condicionado móveis;
- Espuma;
- Equipamentos eléctricos.

2.1.1 | Metodologia

Refrigeração doméstica

A determinação das emissões dos gases CFC, PFC e HCFC durante as actividades de operação e eliminação de equipamentos domésticos de refrigeração seguiu a metodologia descrita no NIR, composta pelas seguintes equações:

Montagem / 1ª enchimento

$$Montagem_{Emi}(t) = Equip_{Montagem}(t) \times C_{arg} a_{inicial}(t) \times \frac{k}{100}$$

Equação A.16



Operação/Tempo de vida

$$\text{Operação}_{Emi}(t) = \text{Equip}_{Stock}(t) \times \text{Carga}_{inicial}(t) \times \frac{x}{100}$$

Equação A.17

Eliminação

$$\text{Eliminação}_{Emi}(t) = \text{Equip}_{Eliminação}(t) \times \text{Carga}_{inicial}(t - \text{tempo de vida}) \times \left(\frac{y}{100}\right) \times \left(\frac{1-z}{100}\right)$$

Equação A.18

As emissões de HFC para cada componente foram estimadas a partir das emissões de gases de refrigeração total, considerando a percentagem de utilização de HFC na utilização total de gases de refrigeração em cada ano através das equações seguintes:

Montagem / 1ª enchimento

$$\text{Montagem}_{Emi}(t, j) = \text{Montagem}_{Equip}(t) \times \text{HFC}_{\%}(t, j)$$

Equação A.19

Operação/Tempo de vida

$$\text{Operação}_{Emi}(t, j) = \text{Operação}_{Emi}(t) \times \sum [\text{Equip}_{\%}(t, y) \times \text{HFC}_{\%}(j, y)]$$

Equação A.20

Eliminação

$$\text{Eliminação}_{Emi}(t, j) = \text{Eliminação}_{Emi}(t) \times [\text{Equip}_{\%}(t, \text{tempo de vida}) \times \text{HFC}_{\%}(j, \text{tempo de vida})]$$

Equação A.21

Legenda:

Montagem $_{Emi}(t)$, Operação $_{Emi}(t)$, Eliminação $_{Emi}(t)$: emissão total de HFC no ano t durante a montagem, operação e eliminação

Montagem $_{Emi}(t, j)$, Operação $_{Emi}(t, j)$, Eliminação $_{Emi}(t, j)$: emissão de HFC no componente j no ano t durante montagem, operação e eliminação



Equip_{Montagem}(t): número de equipamentos instalados no ano t

Equip_{Stock}(t): número de equipamentos existentes em stock no ano t

Equip_{Eliminação}(t): número de equipamentos eliminados no ano t

Carga_{Inicial}(t): Carga inicial de gás de refrigeração inserido no ano t

HFC%: percentagem de utilização de HFC no componente j no ano t

k: percentagem de carga inicial que é libertada durante a montagem

x: taxa anual de emissão como percentagem da carga inicial total

y: percentagem de carga inicial que permanece no equipamento na altura da eliminação

z: taxa de recuperação na altura de eliminação

Refrigeração comercial

A metodologia é semelhante à utilizada para a refrigeração doméstica.

Equipamentos de transporte refrigerados

A metodologia é semelhante à utilizada para a refrigeração doméstica, excepto as emissões resultantes da montagem que são consideradas na montagem de outros equipamentos de refrigeração.

Equipamentos de ar condicionado fixos

A metodologia é semelhante à utilizada para a refrigeração doméstica.

Equipamentos de ar condicionado móveis

A metodologia é semelhante à utilizada para a refrigeração doméstica, excepto as emissões resultantes da montagem. Devido à falta de informação, apenas é possível estimar as emissões para os veículos ligeiros.

Espuma

Os gases fluorados são utilizados na produção de espuma para isolamento, embalagem e para almofadas. Estes gases são emitidos para a atmosfera mas a uma taxa que varia com o tipo de espuma e estrutura do material. As espumas de células abertas libertam todo o gás no momento de produção, enquanto que as espumas de células fechadas libertam o gás durante o seu tempo de vida, onde podemos distinguir três fases deste processo:

- Emissões da produção de espuma: ocorrem durante o primeiro ano de vida do material;



- Perdas anuais: ocorrem no local onde o material se encontra e resulta da libertação lenta do gás pelo material;
- Eliminação: ocorrem quando o material é eliminado ou destruído.

Como a informação existente sobre este assunto é bastante escassa, assumiu-se que todo o HFC é utilizado em espumas de células fechadas, enquanto os restantes gases são utilizados em espumas de células abertas.

Perdas do primeiro ano derivadas da produção e instalação

$$FGás_{Emi}(t, j) = FillGás_{Consumo}(t) \times HFC\%(j, t) \times \left(\frac{k}{100}\right)$$

Equação A.22

Perdas anuais

$$FGás_{Emi}(t, j) = FGás_{Espuma}(t) \times \left(\frac{x}{100}\right)$$

Equação A.23

$$FGás_{Espuma}(t, j) = \sum_{y=t}^{t-\text{tempodevida}} [FillGás_{Consumo}(y) \times HFC\%(y, j)]$$

Equação A.24

Legenda:

F Gás_{Emi}(t,j): gás emitido no ano *t* pelo gás fluorado *j*

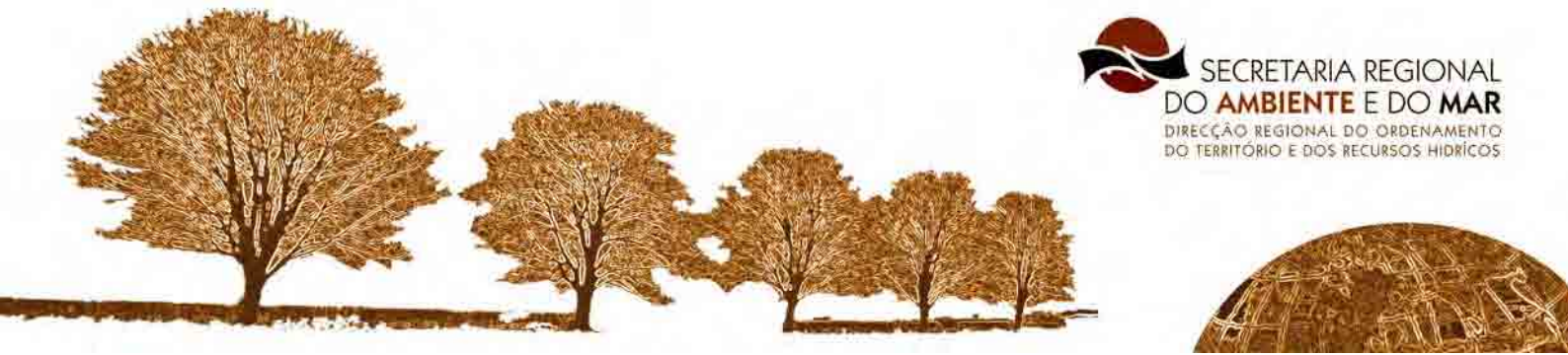
Fill Gás_{Consumo}(t): total de gases fluorados consumidos durante o ano *t* para a produção de espuma de células fechadas

HFC % (j,t): percentagem do gás fluorado *j* usado no ano *t* na produção de espuma de células fechadas

F Gás_{Espuma}(t,j): quantidade do gás fluorado *j* existente nas espumas de células fechadas no país no ano *t*

k: factor de emissão das perdas do primeiro ano

x: factor de emissão das perdas anuais



Equipamentos eléctrico

Em Portugal, o SF₆ é utilizado principalmente no sector eléctrico como gás isolador. Apesar de uma elevada percentagem deste gás ser recuperada no momento de eliminação, ocorrem emissões por fugas ou falhas no equipamento. As emissões de SF₆ provenientes dos equipamentos eléctricos podem ser determinada através da equação seguinte (**Equação A.25**).

$$Emi_{SF_6}(t) = Stock_{SF_6} \times \frac{k}{100}$$

Equação A.26

Legenda:

Emi_{SF₆}: emissões provenientes de fugas, falhas de equipamento e manutenção

Stock_{SF₆}: total de gás SF₆ existente no ano t em todos os equipamentos eléctricos

k: percentagem de SF₆ no stock do ano t que é emitido para a atmosfera

A eliminação de equipamento em desuso não foi considerado como uma fonte de emissões porque, de acordo com o sector, a recolha deste gás no fim de vida dos equipamentos é realizada de uma maneira eficaz e segura.

2.1.2 | Factores de Emissão

Refrigeração doméstica

Quadro A.39 Factores de emissão para os gases HFC para os equipamentos domésticos de refrigeração

FE (percentagem de carga inicial)	VALOR
Carga	0,6
Emissão tempo de vida	0,3

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Considerou-se que não existia recuperação de gás no fim de vida dos equipamentos (z=0). A quantidade emitida para a atmosfera é então a quantidade residual que permanece no equipamento (y) que foi considerada de 90%, de acordo com *1996 IPCC Revised Guidelines*.



Refrigeração comercial

Quadro A.40 Factores de emissão para os gases HFC para os equipamentos comerciais de refrigeração

FE (percentagem de carga inicial)	VALOR
Carga	1,8
Emissão tempo de vida	5,5

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Considerou-se que não existia recuperação de gás no fim de vida dos equipamentos ($z=0$). A quantidade emitida para a atmosfera é então a quantidade residual que permanece no equipamento (y) que foi considerada de 90%, de acordo com *1996 IPCC Revised Guidelines*.

Equipamentos de transporte refrigerados

Quadro A.41 Factor de emissão para os gases HFC para os equipamentos de transporte refrigerados

FE (percentagem de carga inicial)	VALOR
Emissão tempo de vida	32,5

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Considerou-se que não existia recuperação de gás no fim de vida dos equipamentos ($z=0$). A quantidade emitida para a atmosfera é então a quantidade residual que permanece no equipamento (y) que foi considerada de 90%, de acordo com *1996 IPCC Revised Guidelines*.

Equipamentos de ar condicionado fixos

Quadro A.42 Factor de emissão para os gases HFC para os equipamentos de ar condicionado fixos

FE (percentagem de carga inicial)	VALOR
Emissão tempo de vida	3

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Considerou-se que não existia recuperação de gás no fim de vida dos equipamentos ($z=0$). A quantidade emitida para a atmosfera é então a quantidade residual que permanece no equipamento (y) que foi considerada de 90%, de acordo com *1996 IPCC Revised Guidelines*.

Equipamentos de ar condicionado móveis

Quadro A.43 Factor de emissão para os gases HFC para os equipamentos de ar condicionado móveis

FE (percentagem de carga inicial)	VALOR
Emissão tempo de vida	15

Fonte: Adaptado do NIR [25].

A quantidade de gás de refrigeração carregado em cada unidade é 1,2 kg/equipamento e foram utilizadas as mesmas percentagens de composição dos gases-F apresentada nos equipamentos de refrigeração doméstica. O número de unidades eliminadas não é conhecido, pelo que se assumiu que 10% do stock existente em cada ano é eliminado.

Espuma

Quadro A.44 Factores de emissão necessários para o cálculo das emissões provenientes das espumas

FE	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO (% CARGA INICIAL)
k	GPG	10,0
x	GPG	4,5

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Equipamentos eléctricos

O valor do factor de emissão é de 0,9%, de acordo com as indicações no NIR.

2.1.3 | Dados de Actividade

Refrigeração doméstica

Para determinar o stock de equipamentos domésticos de refrigeração em cada ano recorreu-se aos valores de percentagem de domicílios com equipamentos de refrigeração e o respectivo número de domicílios. A percentagem de domicílios com equipamentos de refrigeração foi retirada do SREA e relativamente ao número de domicílios foi necessário estimá-lo através do número de domicílios existentes em Portugal e Açores (Censos - INE). Com os valores calculados obteve-se o valor médio de 72.792 domicílios para os Açores.

Quadro A.45 Percentagem de domicílios com frigorífico e arca congeladora (1990-2004)

Domicílios (%)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
frigorífico	91,0	91,5	91,8	93,7	92,5	93,8	94,2	94,6	95,2	95,8	96,5	96,8	97,3	97,9	98,4
arca congeladora	45,7	47,0	46,0	50,2	54,9	54,0	53,9	50,4	56,6	57,9	60,7	60,7	62,0	63,4	64,7

Fonte: INE [27].

O número de equipamentos de refrigeração domésticos que são instalados anualmente nos Açores não estão disponíveis, pelo que foi realizada uma proporção entre os valores disponíveis pelo INE referentes a quantitativos



nacionais de alojamentos familiares existentes. De seguida aplicou-se esta factor de proporção ao número de equipamentos de refrigeração domésticos instalados em Portugal (NIR).

O número de unidades eliminadas não é conhecido, pelo que se assumiu que 10% do stock existente em cada ano é eliminado⁴⁹. O tempo de vida estabelecido para os equipamentos domésticos foi de doze anos e a quantidade de gás de refrigeração carregado em cada equipamento é 100 g/equipamento.

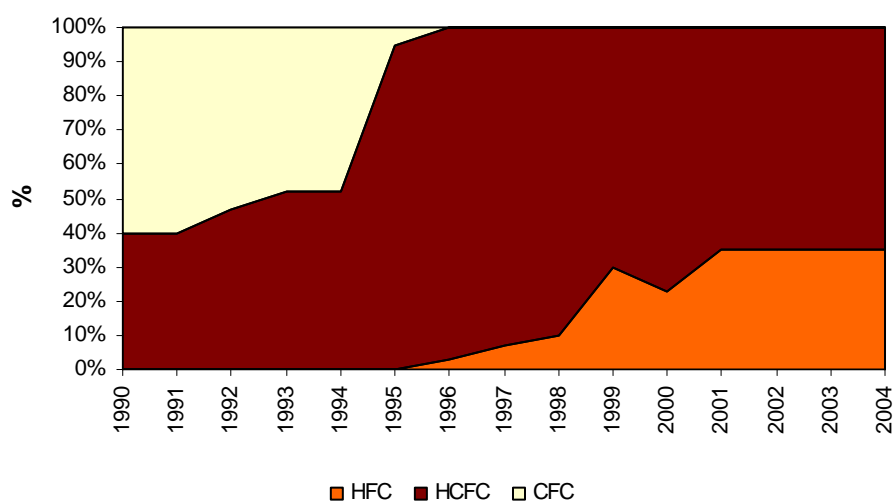


Figura A.4 Percentagem dos gases fluorados (1990-2004)

⁴⁹ Conforme indicações do NIR

Refrigeração comercial

Não existindo informação estatística referente a este sector suficiente, recorreu-se aos únicos dados disponíveis de instalações comerciais com equipamentos de refrigeração referentes a Portugal, utilizando-se como factor de proporção o volume de negócios da secção H das actividades económicas em Portugal no seu conjunto e dos Açores. Assim, foi possível construir uma série temporal do número de equipamentos de refrigeração comerciais existentes nos Açores baseada no respectivo valor de PIB.

Quadro A.46 Número de instalações comerciais com equipamentos de refrigeração

ACTIVIDADE	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
hoteis	59	71	83	95	107	124	133	139	151	167	181	194	210	214	300
restaurantes e cafés	1029	1243	1457	1672	1886	2189	2342	2444	2649	2931	3190	3416	3695	3767	4028
lojas de alimentação	1407	1700	1993	2286	2579	2994	3202	3342	3622	4008	4362	4671	5053	5151	5508
hipermercados	133	161	189	217	245	284	304	317	344	380	414	443	479	489	523
Total	2628	3175	3722	4269	4816	5592	5981	6242	6764	7485	8148	8724	9437	9621	10359

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Além dos valores mencionados, foi necessário assumir factores para cada actividade, apresentados no **Quadro A.47**.

Quadro A.47 Factores para determinação do número de equipamentos

ACTIVIDADE	EQUIPAMENTOS (N.º)
hoteis	4
restaurantes e cafés	4
lojas alimentação	4
hipermercados	240

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Para determinar o número de equipamentos de refrigeração comerciais instalados em cada ano nos Açores recorreu-se aos valores existentes para Portugal nos anos de 1992 a 2003, sendo os restantes estimados e utilizando como factor de proporção o volume de negócios registado pelas actividades económicas pertencentes à secção H.



Quadro A.48 Número de equipamentos de refrigeração comerciais existentes (1990-2004)

Equipamentos (N.º)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Açores	706	691	676	661	811	803	736	871	1051	1441	1502	1471	1471	1471	1471

Fonte: Adaptado do NIR [25].

A quantidade de gás de refrigeração carregado em cada equipamento é 450 g/equipamento. O número de unidades eliminadas não é conhecido, pelo que se assumiu que 10% do stock existente em cada ano é eliminado⁵⁰.

Equipamentos de transporte refrigerados

Os únicos dados disponíveis referem o valor de 15.937 veículos como valor constante para veículos de transporte refrigerados para Portugal (fonte: DGV⁵¹). Para obter dados para os Açores recorreu-se ao volume de negócios da secção I das actividades económicas de Portugal e dos Açores como factor de proporção. A evolução temporal dos veículos de transporte refrigerado foi conseguido através das taxas de evolução do PIB regional. A quantidade considerada de gás de refrigeração carregado em cada unidade de transporte foi de 5,5 kg/equipamento.

Equipamentos de ar condicionado fixos

Para a determinação do número de equipamentos de ar condicionados existentes nos Açores, foi necessário recorrer aos valores nacionais e o factor de proporção utilizado foi idêntico aos anteriores, o PIB (pm a preços correntes). O NIR apenas possui valores nacionais para os anos 1992 a 2003, sendo os restantes estimados por regressão.

⁵⁰ Conforme indicações do NIR

⁵¹ Direcção Geral de Viação

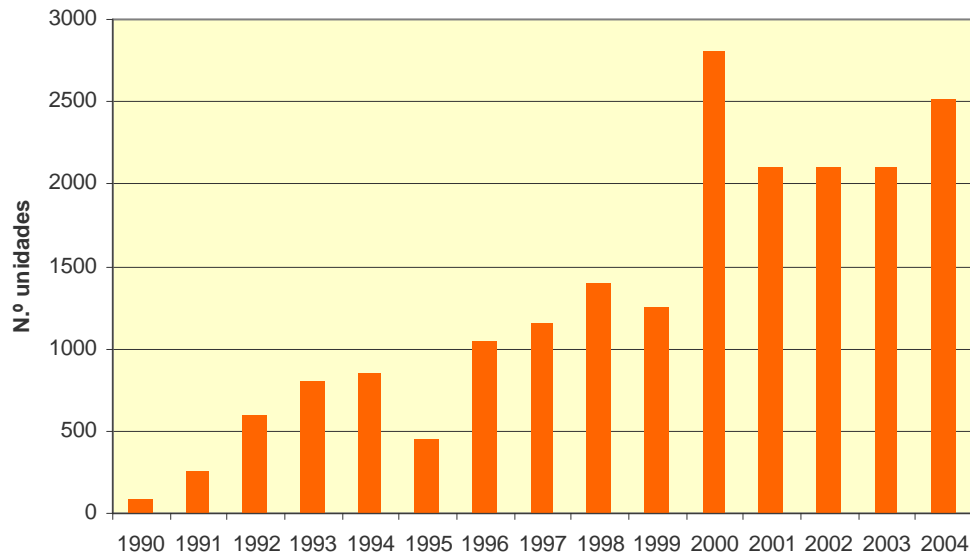
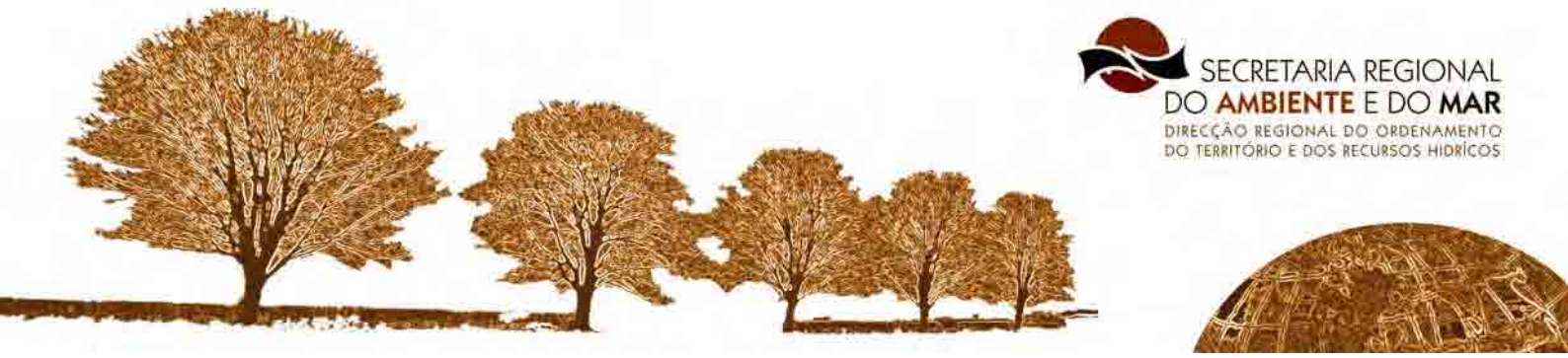


Figura A.5 Número de equipamentos de ar condicionado instalados (1990-2004)

O stock de equipamentos de ar condicionados existentes nos Açores foi estimado através de valores nacionais e o factor de proporção utilizado foi o número de alojamentos. O NIR apenas possuía valores nacionais para os anos 1990 a 2003, sendo o valor de 2004 estimado por regressão linear.

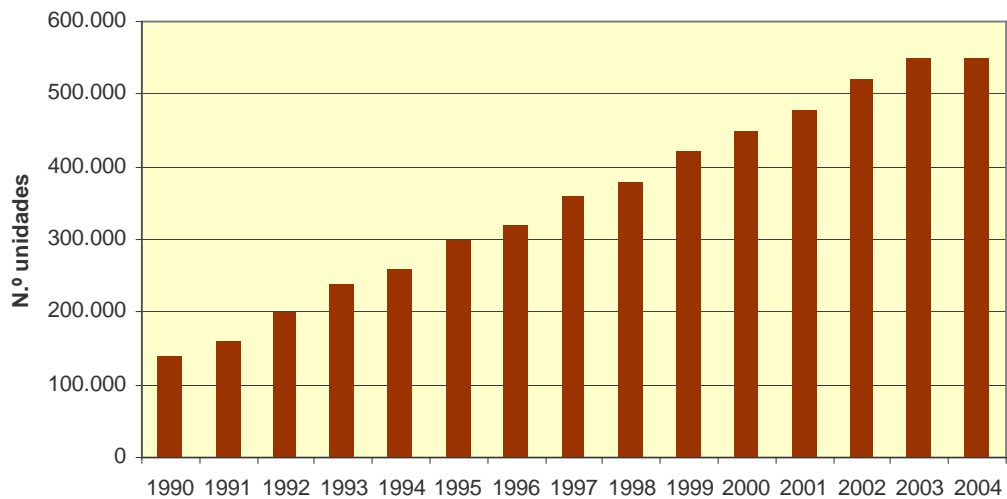


Figura A.6 Número de equipamentos de ar condicionado em stock (1990-2004)



Considerou-se que a quantidade de gás de refrigeração carregado em cada unidade é de 300 g/equipamento e foram utilizadas as mesmas percentagens de composição dos gases-F apresentada nos equipamentos de refrigeração doméstica. O número de unidades eliminadas não é conhecido, pelo que se assumiu que 10% do stock existente em cada ano é eliminado.

Equipamentos de ar condicionado móveis

Para a determinação do número de equipamentos de ar condicionados móveis existentes nos Açores, foi necessário recorrer aos valores de vendas de automóveis ligeiros nos Açores e posteriormente aplicar um valor de percentagem de número de veículos que possuem ar condicionado. As vendas de veículos estão disponíveis no INE para os anos de 2000 a 2004. Para os restantes anos foi assumido que as vendas evoluíram a taxas constantes correspondente à média das taxas anuais dos anos com dados disponíveis. A percentagem aplicada foi baseada nos valores apresentados pelo NIR.

Quadro A.49 Valores de percentagem de veículos ligeiros com ar condicionado

	1990	1995	>=2000
Veículos com ar condicionado (%)	1	5	50

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Quadro A.50 Vendas de veículos

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2004
Santa Maria	1518	1199	946	747	590	466	368	290	229	181	143	66	34	27
São Miguel	8419	7671	6990	6369	5803	5288	4818	4390	4000	3645	3321	1582	1202	1197
Terceira	7239	6299	5481	4770	4151	3612	3143	2735	2380	2071	1802	865	584	544
Graciosa	2043	1552	1180	896	681	517	393	299	227	172	131	53	27	21
São Jorge	4280	3236	2446	1849	1398	1057	799	604	457	345	261	132	44	33
Pico	2209	1863	1571	1325	1117	942	795	670	565	477	402	171	118	108
Faial	3151	2625	2186	1821	1516	1263	1052	876	729	608	506	197	158	124
Flores	3006	2230	1655	1228	911	676	502	372	276	205	152	47	26	21
Corvo	127	94	69	51	37	28	20	15	11	8	6	4	1	1
RAA	31994	26769	22525	19056	16205	13849	11889	10251	8875	7712	6724	3115	2193	2074

Fonte: Adaptado do INE [14].

Espumas

Foi necessário recorrer aos valores existentes de quantidades de gases fluorados usados em Portugal para a produção de espumas e estimá-los para os Açores, utilizando como factor de proporção o volume de negócios (CAE24).

Quadro A.51 Quantidades de F-Gases usados para produção de espumas (1990-2004)

F-GÁS (t/ano)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
HCFC 141b	8,97	8,89	8,60	8,16	7,61	7,33	6,46	5,39	4,52	3,91	2,71	2,19	1,19	0,25	0,00
HCFC 142/22	1,58	1,62	1,63	1,62	1,59	1,63	1,55	1,41	1,32	1,24	1,27	1,10	1,07	0,98	0,92
HFC 134a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,54	0,64	1,07	1,41	1,80
HFC 134/152	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,64	1,07	1,41	1,80
Total	10,55	10,51	10,23	9,78	9,20	8,97	8,01	6,80	5,85	5,51	5,07	4,57	4,41	4,05	4,52

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Equipamentos eléctricos

Não existem dados específicos para os Açores, pelo que foi necessário estimar valores recorrendo aos quantitativos nacionais. Como factor de proporção utilizou-se o consumo de electricidade registado em Portugal e na Região.

Quadro A.52 Quantidade de SF₆ existente em equipamentos eléctricos (1990-2004)

SF ₆ (t)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Interruptores de circuito	0,15	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,22	0,21	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36	0,39
Sub-estações	0,00	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
Total	0,15	0,16	0,18	0,19	0,21	0,24	0,26	0,28	0,27	0,33	0,36	0,40	0,44	0,47	0,51

Fonte: Adaptado do NIR [25].



3 | AGRICULTURA

Esta categoria contempla as emissões provocadas pela produção e gestão agrícola, com excepção das acções de combustão tratadas no sector Energia, nomeadamente:

- i) Fermentação entérica;
- ii) Gestão de estrume;
- iii) Solos Agrícolas;

3.1 | Fermentação Entérica

As emissões de metano provenientes da fermentação entérica dos animais resultam da produção deste gás durante o processo digestivo de hidratos de carbono por microrganismos existentes no sistema digestivo. Este processo ocorre principalmente nos animais ruminantes devido à presença de microrganismos no tracto digestivo superior, mas também em pequenas quantidades nos animais monogástricos (suínos, equídeos, aves e coelhos). As estimativas desta categoria apenas abrangem animais domésticos, não incluindo animais selvagens.

3.1.1 | Metodologia

A metodologia utilizada foi baseada no NIR.

$$EmiCH_4 = \sum_i FE_i \times N_i$$

Equação A.27

Legenda:

Emi CH₄: emissão de CH₄ proveniente de fermentação entérica (kg CH₄/ano)

FE_i: factor de emissão específico do animal i (kg/cabeça/ano)

N_i: número de animais de cada espécie (cabeça)

3.1.2 | Factores de Emissão

Os factores de emissão utilizados são iguais aos assumidos no NIR que são baseados no IPCC.

Quadro A.53 Factores de emissão utilizados para o cálculo das emissões de CH₄ provenientes da fermentação entérica

TIPO DE ANIMAL	FE (kg/cabeça/ano)
vacas leiteiras	100
outro gado bovino	48
ovinos	8
caprinos	5
suínos	1,5
equídeos (cavalos)	18
equídeos (mulas e burros)	10
coelhos	0,5

Fonte: Adaptado do NIR [25].

3.1.3 | Dados de Actividade

O número de animais de cada espécie está disponível no SREA para os anos de 1989, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2002, 2003 e 2004 e para os anos intermédios utilizou-se o valor médio.

Quadro A.54 Número de animais de cada espécie (1990-2004)

TIPO DE ANIMAL	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
vacas leiteiras	78651	79170	79689	80206	81824	83441	85681	87920	93304	98688	98021	97354	101000	106452	101000
outro gado bovino	117456	117809	118162	118516	125008	131499	126400	121301	130505	139708	136763	133817	125000	150773	125000
ovinos	4161	4922	5683	6442	6612	6782	5757	4732	4842	4951	4468	3985	3000	2675	3000
caprinos	10663	10528	10393	10261	9539	8817	8284	7751	8407	9063	8928	8792	7000	7543	8000
suínos	42316	43962	45608	47252	48552	49852	47250	44648	53271	61894	60883	59871	58000	58270	64000
equídeos	9450	8937	8424	7910	7381	6851	6392	5933	5909	5885	5411	4936	4259	3516	

Fonte: INE [27].



3.2 | Gestão de Estrume

As emissões de metano provenientes da fermentação entérica dos animais resultam da produção deste gás durante o processo digestivo. Este processo ocorre nos animais ruminantes devido à presença de microrganismos no tracto digestivo superior, mas também em pequenas quantidades nos animais monogástricos (suínos, equídeos, aves e coelhos). Parte do azoto presente no estrume, fezes ou urina, é emitido como N₂O durante o processo de armazenamento temporário do estrume, antes da sua aplicação no solo como fertilizante, como consequência do processo de nitrificação/desnitrificação. As emissões de N₂O após a sua deposição nos solos são discutidas noutra categoria (emissões de N₂O nos solos agrícolas).

3.2.1 | Metodologia

Emissões de CH₄

A metodologia utilizada foi baseada no NIR.

$$EmiCH_4 = \sum_i FE_i \times N_i$$

Equação A.28

Legenda:

Emi CH₄: emissão de CH₄ proveniente do estrume (kg CH₄/ano)

FE_i: factor de emissão específico do animal i (kg/cabeça/ano)

N_i: número de animais de cada espécie (cabeça)

Emissões de N₂O

$$EmiN_2O(S) = \sum_I [N_I \times Nex(I) \times MS(I, S)] \times FE_3(S) \times \frac{44}{12}$$

Equação A.29

Legenda:

Emi N₂O: emissão N₂O do armazenamento de estrume no sistema de gestão S

N_I: número de cabeças do animal tipo I

Nex(I): média anual de excreção de N por cabeça do animal tipo I (kg N/cabeça/ano)

MS(I,S): fracção de estrume/N do animal tipo I que é sujeito ao sistema de gestão S

FE₃(S): factor de emissão do sistema S (kg N₂O-N/kg N)

Foram considerados os seguintes sistemas de tratamento e gestão (S):

- Lagoas anaeróbias;
- Sistemas líquidos;
- Armazenamento sólido;
- Utilização como combustível;
- Outros sistemas de gestão.



3.2.2 | Factores de Emissão

Emissões de CH₄

Os factores de emissão utilizados são iguais aos assumidos no NIR que são baseados no IPCC.

Quadro A.55 Factores de emissão específicos para cada tipo de animal

TIPO DE ANIMAL	FE (kg/cabeça/ano)
vacas leiteiras	3,4
outro gado bovino	1,9
ovinos	0,27
caprinos	0,17
suínos (fêmeas)	47,6
suínos (machos)	23,8
equídeos (cavalos)	3,8
equídeos (mulas e burros)	3,8
coelhos	0,1

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Emissões de N₂O

Os factores de emissão utilizados são iguais aos assumidos no NIR que são baseados no 1996 IPCC.

Quadro A.56 Factores de emissão específicos de cada sistema de tratamento e gestão

SISTEMAS DE TRATAMENTO E GESTÃO	FE (kg N ₂ O-N/kg N)
Lagoas anaeróbias	0,001
Sistemas líquidos ⁵²	0,001
Armazenamento no estado sólido	0,02
Pastoreio	0,02
Utilização como combustível	0
Outros sistemas	0,005

Fonte: Adaptado do NIR [25].

⁵² Sistemas utilizados para tratamento de excrementos em fase líquida, cujo tratamento apenas promove a remoção do azoto amoniacal, servindo posteriormente como água reutilizável na irrigação ou lavagem de instalações.



3.2.3 | Dados de Actividade

Emissões de CH₄

De uma forma consistente, o número de animais de cada espécie utilizados foram iguais aos utilizados no cálculo de emissões de metano da fermentação entérica.

Emissões de N₂O

De uma forma consistente, o número de animais de cada espécie utilizados foram iguais aos utilizados no cálculo de emissões de metano da fermentação entérica que estão referenciados no ponto 4.1.3. Os valores da fracção de estrume que é gerida em cada um dos sistemas de gestão (MS) estão apresentados no quadro e correspondem aos valores apresentados no NIR para a realidade portuguesa.

Quadro A.57 Valores da média anual de excreção do azoto por cabeça para cada tipo de animal

TIPO DE ANIMAL	Nex(l) (kg N/cabeça/ano)
vacas leiteiras	108,07
outro gado bovino	54,03
ovinos	6,9
caprinos	4,93
suínos (fêmeas)	29,78
suínos (machos)	14,89
equídeos (cavalos)	54,03
equídeos (mulas e burros)	54,03
coelhos	1,5

Fonte: Adaptado do NIR [25].



Quadro A.58 Valores da quantidade de estrume de cada tipo de animal gerido nos vários sistemas de gestão

TIPO DE ANIMAL	MS					
	Lagoas anaeróbias	Sistemas líquidos	Armazenamento no estado sólido	Pastoreio	Utilização como combustível	Outros sistemas
vacas leiteiras		46%	21%	8%		
outro gado bovino		55%	2%	33%		
ovinos			2%	87%		11%
caprinos			2%	87%		11%
suínos (fêmeas)		77%	23%			
suínos (machos)		77%	23%			
equídeos (cavalos)				96%		4%
equídeos (mulas e burros)				96%		4%
coelhos			100%			

Fonte: Adaptado do NIR [25].

3.3 | Solos agrícolas

Este sector, abrange as emissões directas e indirectas de N_2O . O aumento da quantidade de azoto disponível nos solos pode ser consequência das actividades antropogénicas como adição de fertilizantes ou resíduos de culturas. Esta categoria considera o aumento das emissões de N_2O do solo provenientes da gestão antropogénica dos solos. As emissões *directas* de N_2O dos solos que resultam de um aumento de azoto disponível proveniente das actividades agrícolas podem ser divididas nas seguintes sub-categorias:

- Aplicação de fertilizantes sintéticos;
- Aplicação de estrume e adição de estrume ao solo durante o pastoreio do animal;
- Fixação de azoto por culturas fixadoras de azoto (plantas leguminosas);
- Incorporação de azoto nos solos através dos resíduos das culturas.

As emissões de N_2O provenientes dos solos agrícolas são consideradas *indirectas* quando resultam de azoto que não foi emitido quando foi aplicado no solo mas que, primeiro, seguiu um caminho pelo sistema atmosférico – depois de volatilização como azoto amoniacal ou óxido de azoto e transformação intermédia como ácido nítrico e sal de

amónio em partículas ou aerossol – ou pelo sistema solo-água – após lixiviação como azoto amoniacal, nitrito, nitrato ou compostos voláteis.

3.3.1 | Metodologia

Emissões directas de N₂O de solos agrícolas

A metodologia seguida é baseada no NIR e as emissões directas de N₂O são obtidas através da seguinte fórmula:

$$Emi_{N_2O} = (FSN + FAM + FBN + FCR) \times FE_1 \times \frac{44}{28}$$

Equação A.30

Legenda:

FSN: quantidade anual N proveniente de fertilizantes sintéticos aplicado nos solos ajustado para contabilizar a quantidade que volatiliza como NH₃

FAM: quantidade anual N proveniente do estrume aplicado intencionalmente nos solos ajustado para contabilizar a quantidade que volatiliza como NH₃

FBN: quantidade anual N fixado por culturas fixadoras de N

FCR: quantidade anual N dos resíduos de culturas que tem como destino final o solo

FE₁: factor de emissão N₂O do N introduzido no solo

$$FSN = N_{Fert} \times (1 - Frac_{GASF})$$

Equação A.31

Legenda:

N_{fert}: quantidade total N existente nos fertilizantes consumido anualmente (t N/ano)

Frac_{GASF}: fracção N existente nos fertilizantes aplicado no solo que volatiliza como NH₃ e NO_x

$$FAM = \sum_i \left[N_i \times Nex_i \times \sum \left(MS(I, S) \times MSSD(I, S) \times (1 - FE_{NH_3(I, S)}) \times (1 - FE_{NH_3SD(I)}) \right) \right]$$

Equação A.32



Legenda:

N_i : número cabeças do animal i

N_{ex_i} : média anual de excreção de azoto por cabeça do animal i

$MS_{i,s}$: fracção de estrume/N do animal i que é gerido no sistema s , excepto no pastoreio

$MSSD_{i,s}$: fracção de estrume/N do animal i que é gerido no sistema s que é usado como fertilizante na agricultura

$FE_{NH_3,i,s}$: fracção N no sistema de gestão s do animal i que é perdido para a atmosfera como NH_3 durante armazenamento

FE_{NH_3,SD_i} : fracção N no estrume que é perdido para a atmosfera como NH_3 depois da aplicação no solo como fertilizante

$$FBN = \sum_i Crop_{BFi} \times \left(1 + \frac{Res_{BF}}{Crop_{BFi}} \right) \times Frac_{DMI} \times Frac_{NCRBFi}$$

Equação A.33

Legenda:

i : tipo de cultura

$Crop_i$: produção da cultura i (t/ano)

$Res/Crop_i$: razão entre resíduo e produção da cultura i

$Frac_{DMI}$: fracção de matéria seca existente na biomassa acima do solo da cultura i (igual fracção na planta toda)

$Frac_{BURN_i}$: fracção do resíduo da cultura i queimado no solo antes e depois da colheita

$Frac_{Fuel_i}$: fracção do resíduo da cultura i queimado como combustível fora do solo agrícola

$Frac_{CNST_i}$: fracção do resíduo da cultura i usado na construção

$Frac_{FOD_i}$: fracção do resíduo da cultura i usado como forragem

$$EmiN_2O = FGR \times FE_3 \times \frac{44}{28}$$

Equação A.34

Legenda:

Emi N₂O: emissões directas de N₂O durante o pastoreio dos animais

FE₃ : factor de emissão (kg N₂O-N/kg N)

FGR: quantidade anual de azoto existente no estrume (fezes e urina) depositada directamente nos solos durante o pastoreio

$$FGR = \sum N_i \times Nex_i \times MS_{GRAZ_i}$$

Equação A.35

Legenda:

N_i: número cabeças do animal *i*

Nex_i: média anual de excreção de azoto por cabeça do animal *i*

MS_{GRAZ i} : fracção de estrume/N do animal *i* que é gerido no sistema de pastoreio

Emissões indirectas de N₂O de solos agrícolas

Para a determinação do N₂O total emitido de forma indirecta é necessário calcular duas parcelas:

- emissões indirectas de N₂O provenientes da deposição atmosférica de azoto introduzido (fertilizante sintético ou estrume) pela agricultura que volatilizou como NO_x ou amónia (E N₂O(G));
- emissões indirectas de N₂O que são removidos dos solos agrícolas depois de serem aplicados como fertilizantes (fertilizantes sintéticos ou estrume) e posteriormente são removidos dos solos por infiltração/percolação ou lixiviação (E N₂O(L)).

Relativamente à primeira parcela, as Emi N₂O(G) são determinadas através da seguinte equação:

$$Emi_{N_2O(G)} = (SF_NVol + MMS_NVol + AM_Vol + GR_NVol) \times \frac{44}{28} \times FE_4$$

Equação A.36

Legenda:

Emi $N_2O(G)$: emissão indirecta de N_2O através da deposição atmosférica de N que volatilizou como NO_x ou NH_3 do N usado na agricultura

SF_NVol: total da volatilização de N como NH_3 ou NO_x de fertilizantes sintéticos aplicados no solo (t NH_3 -N+ NO_x -N/ano)

MMS_NVol: volatilização de N do estrume do sistema de gestão do estrume (emissões de armazenamento interior e exterior) (t NH_3 -N+ NO_x -N/ano)

AM_NVol: volatilização de N do estrume aplicado no solo como fertilizante (t NH_3 -N+ NO_x -N/ano)

GR_NVol: volatilização de N da excreção dos animais depositado directamente no solo durante o pastoreio (t NH_3 -N+ NO_x -N/ano)

FE₄: factor de emissão das emissões de N_2O da deposição atmosférica de azoto no solo e superfícies aquáticas (kg N_2O /kg NH_3 -N+ NO_x -N)

$$SF_NVol = N_{Fert} \times FraC_{GASF}$$

Equação A.37

Legenda:

N_{fert} : quantidade anual fertilizante sintético aplicado nos solos (t N/ano)

$$MMS_NVol = \sum N_i \times Nex_i (1 - MS_{Graz_i}) \times FE_{NH_3,i}$$

Equação A.38

$$AM_Vol = \sum N_i \times Nex_i \times \sum (MS(I, S) \times MSSD(I, S) \times (1 - FE_{NH_3(I,S)})) \times FE_{NH_3SD}$$

Equação A.39

$$GZ_NVol = \sum N_i \times Nex_i \times MS_{GRAZ} \times FE_{NH_3i}$$

Equação A.40

Para a segunda parcela temos a equação seguinte:

$$Emi_{N_2O} = (N_{Fert} + N_{AM} + N_{GR}) \times Frac_{LEACH} \times FE_5 \times \frac{44}{28}$$

Equação A.41

Legenda:

Emi N₂O (L): emissão indirecta de N₂O do N removido dos solos depois de aplicado como fertilizante (sintético e estrume) e posteriormente removido através de infiltração/percolação

N_{fert}: quantidade anual fertilizante sintético aplicado nos solos (t N/ano)

N_{AM}: quantidade anual N adicionado aos solos pelo estrume (t N/ano)

N_{GR}: quantidade anual N das excreções dos animais depositada directamente nos solos durante o pastoreio

FE₅: factor de emissão para a lixiviação

Frac_{LEACH}: fracção do N introduzido que é sujeito a lixiviação

$$N_{AM} = \sum \left[N_i \times Nex_i \times \sum \left(MS(I, S) \times MSSD(I, S) \times (1 - FE_{NH_3(I, S)}) \right) \right]$$

Equação A.42

3.3.2 | Factores de emissão

Emissões directas de N₂O de solos agrícolas

Quadro A.59 Factores de emissão utilizados

FACTORES DE EMISSÃO	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO
FE ₁	IPCC 1996	0,0125 kg N ₂ O-N/kg N
FE ₃	IPCC 1996	0,02 kg N ₂ O-N/kg N

Fonte: Adaptado do NIR [25].



Emissões indirectas de N₂O de solos agrícolas

Quadro A.60 Parâmetros necessários para o cálculo das emissões indirectas

PARAMÉTRIO	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO
FE ₄	1996 IPCC	0,010 kg N ₂ O/kg NH ₃ -N+NO _x -N
FE ₅	1996 IPCC	0,025 kg N ₂ O/kg NH ₃ -N+NO _x -N
Frac _{Leach}	1996 IPCC	0,3 kg N/kg N

Fonte: Adaptado do NIR [25].

3.3.3 | Dados de actividade

Emissões directas de N₂O de solos agrícolas

As quantidades de fertilizante utilizados nos Açores não estão disponíveis, pelo que foi efectuada uma estimativa recorrendo aos valores totais de fertilizante utilizados em Portugal e a área de cultivo obtidas pelo INE.

Quadro A.61 Estimativa da quantidade de fertilizante utilizada

QUANTIDADE DE FERTILIZANTE (t N/ano)	1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004															
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Açores	492	471	425	430	416	568	424	404	372	376	287	261	273	273	273	

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Para o cálculo do FSN, a variável Frac_{GASF} tomou o valor de 0,058 kg NH₃-N/kg N, uma média do intervalo sugerido pelo NIR.

As emissões de N₂O que resultam da quantidade de azoto no estrume que é aplicado no solo como fertilizante é estimado recorrendo aos mesmos dados que foram utilizados para estimar o azoto excretado como N₂O de sistemas de gestão de estrume e assumindo que apenas o estrume tratado no armazenamento sólido e nos sistemas líquidos é que são utilizados como fertilizante, isto é, MSSD(i,s) é igual a um para armazenamento sólido e sistemas líquidos e zero para os restantes sistemas.

Os factores de emissão necessários são os seguintes:

Quadro A.62 Valores dos factores de emissão utilizados

TIPO DE ANIMAL	FE _{NH₃SD} (kg NH ₃ -N/ kg N)	FE NH ₃ (l,s)	FE _{GRAZ}
gado	0,17	0,17	0,08
ovinos e caprinos	0,07	0,1	0,04
suínos	0,16	0,22	0,08
equídeos	0,07	0,12	0,08
aves domésticas	0,16	0,22	-
coelhos	0,16	0,22	-

Fonte: Adaptado do NIR [25].

As quantidades de azoto adicionadas ao solo como resultado da fixação de azoto pelas culturas (FBN) e dos resíduos de culturas que têm como destino final o solo (FCR) foram calculadas através das quantidades de produção de cada cultura obtida no SREA e no INE. Para o caso das culturas fixadoras de azoto foram consideradas todas as culturas de leguminosas, feijão e legumes. Os valores obtidos do SREA apenas contemplavam os anos de 1993 a 1997, pelo que os restantes anos foram obtidos através de regressão linear.

Quadro A.63 Valores de produção das culturas fixadoras de azoto (1990-2004)

CROP (t/ano)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
amendoim	13	15	16	21	18	18	13	30	24	25	27	28	29	30	32
fava	261	303	346	354	494	447	525	553	603	646	689	732	775	818	860
feijão	524	502	480	393	428	482	400	396	351	330	308	286	265	243	200
tremoço	72	72	72	72	28	9	5	9	9	9	9	9	9	9	9

Fonte: INE [27].



Quadro A.64 Valores de produção das culturas (1990-2004)

CROP (t/ano)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
amendoim	13	15	16	21	18	18	13	29	23	25	26	27	29	30	31
fava	261	303	346	354	494	447	525	552	603	646	689	731	774	817	860
feijão	524	502	480	393	428	482	400	396	351	329	308	286	264	243	200
tremoço	72	72	72	72	28	9	4	8	8	8	8	8	8	8	8
batata	35156	34141	33127	31279	33719	30250	25135	25576	26727	28069	28056	26505	26085	17577	19328
batata doce	3277	3110	2943	2767	2233	2944	2441	1828	1941	1774	1608	1441	1274	1107	940
cebola	1660	1581	1501	1380	1475	1210	1065	1188	1025	946	867	787	708	629	549
chá	11	11	11	21	22	82	62	24	23	79	86	96	122	116	116
chicória	3528	3354	3180	2778	3423	2365	2143	2666	2060	1963	1790	1616	1442	1268	1094
inhame	360	559	757	1153	997	1395	1137	2074	1946	2144	2343	2541	2739	2937	3136
milho grão	9142	8550	7959	8299	6331	6861	5322	4907	4204	2889	2580	2291	1985	1843	1830
milho forragem	230000	230000	230000	221226	208600	263267	220350	223964	184748	363644	218885	199643	160462	154364	150000
tabaco	195	191	186	142	175	158	181	187	172	178	186	140	89	103	138
uva mesa	17	17	16	16	16	16	16	16	16	59	59	59	59	59	59
beterraba	11931	11931	19259	31962	33674	34855,6	20735,2	17041,4	7588,6	6300,7	7699,3	8975,9	7040	8185	9330
laranja	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253	7253
maçã	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229	1229

Fonte: INE [27].

Quadro A.65 Valores dos parâmetros necessários para o cálculo do azoto fixado por culturas e da quantidade anual de biomassa residual tendo com destino final o solo

CROP	Res _{BF} /Crop _{BF}	Frac _{DM} (%)	Frac _{NCRBF} (%)
amendoim	1	86,0	1,06
fava	1,5	86,5	2,06
feijão	2,1	85,5	2,62
tremoço	1,5	85,0	2,96

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Quadro A.66 Valores dos parâmetros necessários para o cálculo da quantidade anual de resíduos de culturas repostos no solo

CROP	Res _{BF} /Crop _{BF}	Frac _{DM} (%)	Frac _{NCRO} (%)
batata	0,4	22,0	1,10
batata doce	0,4	22,0	1,10
cebola	0,1	10,0	1,36
chá	2	15,0	0,67
chicória	2	15,0	0,67
inhame	1	15,0	1,50
milho grão	1	78,0	0,81
milho forragem	0,09	17,8	1,58
tabaco	2	15,0	0,67
uva mesa	1	15,0	1,50
beterraba	0,2	15,0	1,50
fruta	1	15,0	1,50

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Para o cálculo de FCR foram tomados alguns pressupostos: Frac_{Fueli}, Frac_{CNSTi} e Frac_{FODi} iguais a zero, uma vez que eram parâmetros de quantitativos baixos (quase zero) e sem dados para os avaliar. Além disso, para o cálculo desta parcela foram utilizadas todas as culturas, as fixadoras de azoto e as restantes.

Quadro A.67 Valores de fracção do resíduo de culturas queimadas antes e depois da colheita

FRAC _{BURN} (%)	VALOR
arroz	50
pomar	30
vinho/uvras	40
azeite	100

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Emissões indirectas de N₂O de solos agrícolas

O número de animais de cada espécie utilizados foram iguais aos utilizados no cálculo de emissões de metano da fermentação entérica.



4 | FLORESTA

Esta categoria contempla as actividades de florestação, reflorestação e desflorestação.

4.1 | Florestação, reflorestação e desflorestação

4.1.1 | Metodologia

1 – Incremento

$$I = A \times T \times V \times Fac$$

Equação A.43

Legenda:

I: Incremento

A: área de floresta (ha)

T: taxa de crescimento anual (m³/ha/ano)

V: factor de conversão do volume em biomassa acima do solo (t dm/m³)

Fac: fracção de matéria seca

2 – Perda de biomassa

$$PB = D \times Fe \times V \times Fac$$

Equação A.44

Legenda:

PB: perda de biomassa

D: madeira cortada (m³)

Fe: factor de expansão

V: factor de conversão do volume em biomassa acima do solo (t dm/m³)

Fac: fracção de matéria seca

3 – Troca anual de CO₂ (emissão ou absorção)

$$TrocaCO_2 = (I - PB) \times \frac{44}{12}$$

Equação A.45

Legenda:

Troca CO₂: troca anual de CO₂

4.1.2 | Factores de Emissão

Quadro A.68 Parâmetros utilizados no cálculo do incremento

	T (m ³ /ha/ano)	V (t dm/m ³)	Factor de densidade de biomassa (t dm/m ³)
Floresta - coníferas	5	1,44	-
Novas plantações - coníferas	5	-	0,20

Fonte: Adaptado do NIR [25].

O valor de fracção de matéria seca (Fac) é 0,5, valor referido no IPCC, e o factor de expansão (Fe) para coníferas é 1,24. A densidade da espécie *Cryptomeria japonica* utilizada foi 0,360 g.cm⁻³.

4.1.3 | Dados de Actividade

Para os cálculos das áreas florestais nos Açores, foram considerados os seguintes pressupostos⁵³:

- Os Açores dispõem actualmente de 83 mil hectares de floresta, dos quais 23 mil hectares são do género *Cryptomeria*;
- Desde 1998 a área florestal tem aumentado cerca de 500 hectares por ano;

⁵³ Baseados em estimativas da DRRF, e publicados pelo Agroportal e AzoresDigital.



Convém referir que no cálculo do incremento de novas plantações não se utiliza o factor de conversão do volume em biomassa acima do solo, mas sim, o factor de densidade de biomassa uma vez que as plantações recentes não possuem a mesma capacidade de absorção de CO₂ que os povoamentos mais antigos.

Para a determinação da quantidade de árvores desbastadas anualmente (D) foi necessário recorrer às estatísticas nacionais do NIR de madeira cortada em Portugal e utilizando um factor de conversão com base na razão do volume de negócios do sector económico correspondente (CAE 20) das duas Regiões. Para simplificar, todos os cálculos foram efectuados apenas para a espécie *Cryptomeria japonica* (Conífera), árvore que representa mais de 90% do total da área florestal na Região Autónoma dos Açores.

Quadro A.69 Área florestal estimada de coníferas (1990-2004)

Floresta de Coníferas (ha)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Açores	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000

Fonte: DRRF [30] e Agroportal.

Quadro A.70 Quantidade estimada de biomassa florestal sujeita a corte (1990-2004)

Área (1000 m ³)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Açores	75	72	68	68	65	62	60	60	57	59	57	59	58	58	58

Fonte: Adaptado do NIR [25].

5 | RESÍDUOS E ÁGUAS RESIDUAIS

5.1 | Gestão de Resíduos Sólidos

Neste sector, destacam-se as emissões de CH₄ resultantes da deposição de resíduos sólidos urbanos e industriais.

5.1.1 | Metodologia

A metodologia utilizada foi baseada no NIR.

$$Q_{T,X} = k \times R_x \times L_o \times e^{-k \times (t-x)}$$

Equação A.46

Legenda:

Q_{T,X}: CH₄ gerado no ano *t* pela quantidade de resíduo depositada no ano *x*-R_x

k: taxa de geração de CH₄ constante (1/ano)

R_x: quantidade de resíduo depositada no ano *x* (Mg/ano)

L_o: potencial de geração de CH₄ (Mg CH₄/Mg resíduo)

$$CH_4 \text{ emitido no ano } t (\text{Gg / ano}) = (CH_4 \text{ gerado no ano } t - R_{ec}(t)) \times (1 - ox)$$

Equação A.47

Legenda:

R_{ec}(*t*): CH₄ recuperado no ano *t* (Gg/ano)

ox: factor de oxidação

$$L_o = MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times \frac{16}{12}$$

Equação A.48



Legenda:

MCF: factor de correcção de CH₄

DOC: fracção de carbono orgânico degradável (Mg C/Mg resíduo)

DOC_F: fracção de DOC não assimilada⁵⁴

F: fracção de volume de CH₄ no gás produzido em aterro

$$DOC = (0,4 \times A) + (0,17 \times B) + (0,15 \times C) + (0,3 \times D)$$

Equação A.49

Legenda:

A: fracção de papel e têxteis nos resíduos totais

B: fracção de resíduos verdes não alimentares nos resíduos totais

C: fracção de resíduos alimentares nos resíduos totais

D: fracção de resíduos de madeira e palhas nos resíduos totais

$$DOC_F = 0,14 \times T + 0,28$$

Equação A.50

Legenda:

T: temperatura de operação do processo anaeróbio

⁵⁴ Fracção de carga orgânica recalcitrante ou não degradada no aterro sanitário.

5.1.2 | Factores de Emissão

Emissões de CH₄ da deposição de resíduos sólidos urbanos

O potencial de geração de metano (L₀) para os resíduos sólidos urbanos foi calculado tendo em conta os seguintes parâmetros:

Quadro A.71 Parâmetros utilizados no cálculo do potencial de geração do metano para os resíduos sólidos urbanos

PARAMÊTRO	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO
MCF	IPCC	Aterros sanitários=1 Vazadouros não controlados=0,6 Valor considerado=1
DOC	Estimativa ⁵⁵	A= 26% B= 0% C= 37% D= 0%
DOC _F	IPCC (considerando T= 35°C)	0,77
F	IPCC	0,5

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Emissões de CH₄ da deposição de resíduos industriais

O potencial de geração de metano (L₀) para os resíduos industriais foi calculado tendo em conta os seguintes parâmetros:

Quadro A.72 Parâmetros utilizados no cálculo do potencial de geração do metano para os resíduos industriais

PARAMÊTRO	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO
MCF	IPCC	Aterros sanitários=1 Vazadouros não controlados=0,6 Valor considerado=1
DOC	Estimativa ⁵⁶	28%
DOC _F	IPCC (considerando T= 35°C)	0,77
F	IPCC	0,5

Fonte: Adaptado do NIR [25].

⁵⁵Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores - PEGRA.

⁵⁶ Conforme indicado pela estimativa nacional no NIR.



5.1.3 | Dados de Actividade

Emissões de CH₄ da deposição de resíduos sólidos urbanos

No cálculo de produção de RSU foram utilizados as capitações apresentadas no PEGRA⁵⁷ para o ano de 2004. Foi utilizada a mesma taxa de evolução da capitação sugerida pelo NIR (3%). Os dados de população utilizados são provenientes do INE.

Os cálculos efectuados foram os seguintes:

$$Pr\ odução\ RSU = população \times capitação \times 10^{-3}$$

Equação A.51

Legenda:

Produção RSU: quantidade de RSU produzida (t)

População: número de habitantes (hab)

Capitação: quantidade de RSU produzida por habitante (kg RSU/hab.dia)

⁵⁷ Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores

Quadro A.73 Estimativas da população residente (1999-2004)

Unidade Territorial	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Santa Maria	6030	5922	5953	5909	5850	5774	5713	5659	5585	5525	5485	5459	5490	5496	5511
São Miguel	127460	125915	126987	127754	128010	128256	128484	128584	128832	128994	128994	129433	130154	130839	131521
Terceira	55700	55706	55978	55764	55586	55380	55240	55124	55994	54906	54795	54862	54996	55252	55445
Graciosa	5210	5189	5212	5090	5010	4911	4819	4754	4721	4685	4665	4667	4708	4748	4777
São Jorge	10250	10219	10233	10132	10037	9944	9851	9723	9632	9576	9495	478	9522	9539	9557
Pico	15260	15202	15228	15054	14953	14846	14713	14669	14597	14541	14536	14505	14579	14666	14729
Faial	15010	14920	14971	14838	14761	14638	14538	14567	14563	14649	14740	14841	14934	15072	15224
Flores	4360	4329	4352	4273	4207	4132	4036	3994	3963	3925	3903	3904	3949	3967	3991
Corvo	400	393	396	393	393	391	395	399	404	409	415	426	435	445	451
Grupo Oriental	133490	131837	132940	133663	133860	134030	134197	134243	134417	134519	134479	134892	135644	136335	137032
Grupo Central	101430	101236	101622	100878	100347	99719	99161	98837	99507	98357	98231	89353	98739	99277	99732
Grupo Ocidental	4760	4722	4748	4666	4600	4523	4431	4393	4367	4334	4318	4330	4384	4412	4442
RAA	239680	237795	239310	239207	238807	238272	237789	237473	238291	237210	237028	228575	238767	240024	241206

Fonte: Adaptado do INE [27].



i) Quantidade de resíduos enviada para aterro

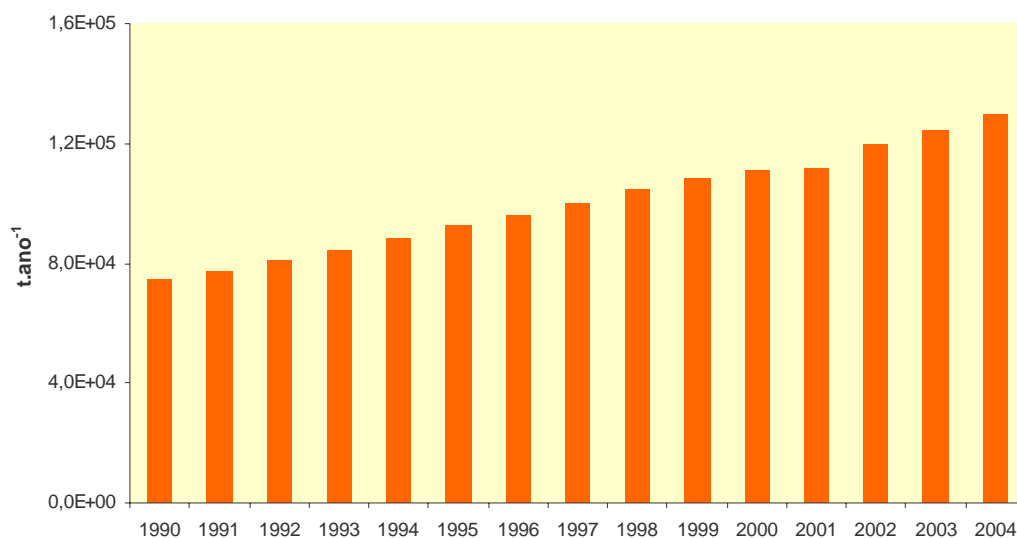


Figura A.7 Quantidade de RSU recolhida (1990-2004)

ii) Recuperação de CH₄

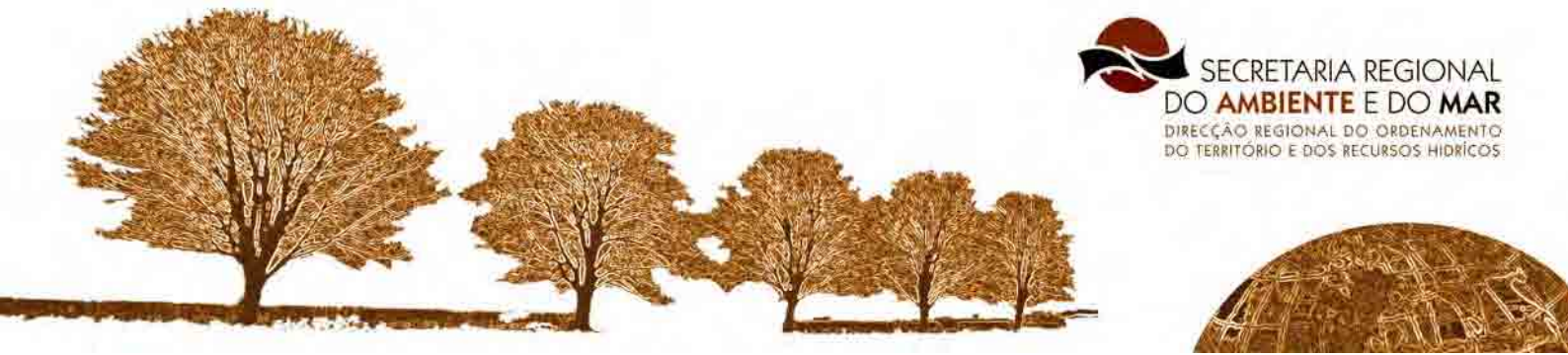
Foi assumido que todo o metano produzido em aterro é libertado para a atmosfera.

iii) Cálculo de L₀

O cálculo do L₀ teve em conta os parâmetros do **Quadro A.71**.

iv) Valor de k

Conforme indicações do NIR, dado não existirem valores estipulados para a realidade nacional. Utilizou-se k=0,07.



Emissões de CH₄ da deposição de resíduos industriais

Em termos de cálculo de emissões apenas se considerou a parte putrescível das classes de resíduos industriais que se enquadravam com as classes sugeridas pelo NIR. Os dados utilizados foram obtidos no PERIEA⁵⁸, correspondentes ao ano de 2003. Para os restantes anos, recorreu-se à taxa de crescimento anual de 2%, conforme recomendação do NIR.

i) Produção de RI

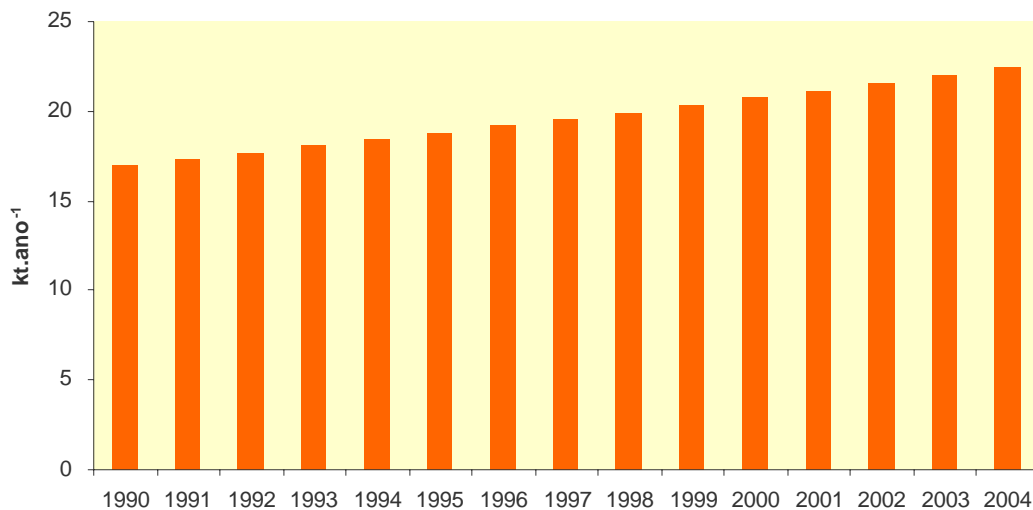


Figura A.8 Produção de RI (1990-2004)

ii) Recuperação de CH₄

Foi assumido que todo o metano produzido em aterro é libertado para a atmosfera.

iii) Cálculo de L₀

O cálculo do L₀ teve em conta os parâmetros do **Quadro A.72**.

iv) Valor de k

Conforme indicações do NIR, como não existem valores adaptados à realidade nacional deve-se utilizar k=0,07.

⁵⁸ Plano Estratégico de Resíduos Industriais e Especiais dos Açores



5.2 | Tratamento de Águas Residuais

Neste sector, distinguem-se as emissões de CH₄ e N₂O das águas residuais domésticas e industriais.

5.2.1 | Metodologia

Emissões de CH₄ das águas residuais domésticas

1 – Determinação da Carga Orgânica (CO).

$$CO = P \times \text{capitação} \times 365 \times 10^{-3}$$

Equação A.52

Legenda:

CO: carga orgânica, expressa em termos de Carência Bioquímica de Oxigénio durante 5 dias a 20°C (CBO₅) (kg O₂/hab/ano)

P: população residente (hab)

Capitação: emissão de matéria orgânica degradável, expressa em termos de Carência Bioquímica de Oxigénio durante 5 dias a 20°C (g O₂/hab/ano)

2 – Estimativa dos factores de emissão

$$FE_i = B_o \times \sum (WS_x \times MCF_x)$$

Equação A.53

Legenda:

FE_i: factor de emissão para águas residuais com tratamento e lamas (kg CH₄/kg O₂(CBO₅))

B_o: capacidade máxima de produção de metano (kg CH₄/kg O₂(CBO₅))

WS_{ix}: fracção do tipo de água residual i tratada no sistema de tratamento x

MCF_x: factor de conversão de metano para cada tipo de tratamento x

3 – Cálculo das emissões

$$M = \sum_i CO_i \times FE_i - MR_i$$

Equação A.54

Legenda:

M: emissão total de CH₄ (kg CH₄)

CO_i: carga orgânica da água residual i (kg O₂(CBO₅)/ano)

FE_i: factor de emissão para a água residual do tipo i (kg CH₄/kg O₂(CBO₅))

MR_i: quantidade total de metano recuperado (kg CH₄)

Emissões de N₂O das águas residuais domésticas

A metodologia utilizada foi baseada na IPCC 1996 Revised Guidelines (IPCC, 1997).

$$Emi N_2O = Pr_{oteína} \times FracN \times População \times FE \times \frac{44}{28}$$

Equação A.55

Legenda:

E N₂O: emissão N₂O com origem na descarga de águas residuais (kg N₂O-N/ano)

Proteína: proteína gerada *per capita* por ano (kg/hab/ano)

FracN: fracção de N na proteína (kg N/kg proteína)

FE: factor de emissão (kg N₂O-N/kg N)

Emissões de CH₄ e de N₂O das águas residuais industriais

Para o cálculo das emissões de poluentes provenientes das águas residuais industriais recorreu-se ao valor de carga orgânica (CO) proveniente do sector industrial e multiplicou-se pelo factor de emissão específico para cada poluente (Error! Reference source not found.).



5.2.2 | Factores de Emissão

Emissões de CH₄ das águas residuais domésticas

O metano produzido pelas águas residuais domésticas foi calculado tendo em conta os seguintes parâmetros:

Quadro A.74 Parâmetros utilizados para a estimativa dos factores de emissão

PARAMÉTRO	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO
Bo	IPCC 2000	0,6 kg CH ₄ /kg O ₂ (CBO ₅)
MCF	Estimativa ⁵⁹	ETAR = 0,5 Fossas sépticas = 0,8 Descarga no meio=0 Lamas=0,15

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Emissões de N₂O das águas residuais domésticas

O factor de emissão foi adaptado do NIR e corresponde a 0,01 kg N₂O-N.kg⁻¹ N.

Emissões de CH₄ e de N₂O das águas residuais industriais

Quadro A.75 Factores de emissão utilizados para o cálculo da emissão de poluentes com origem nas águas residuais industriais

PARÂMETRO	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO
FE CH ₄	EMEP/CORINAIR	0,3 kg/hab.eq
FE N ₂ O	EMEP 2000	0,02 kg/hab.eq

Fonte: Adaptado do NIR.

5.2.3 | Dados de Actividade

Emissões de CH₄ das águas residuais domésticas

O valor de CO foi determinado através da multiplicação da população residente com o valor de capitação de 60 g BOD₅/hab/ano, conforme o recomendado pela Directiva do Conselho de 91/271/CEE, de 21 de Maio, referente ao tratamento de águas residuais domésticas. Este valor foi posteriormente separado em quatro partes:

- ETAR
- Fossas sépticas
- Descarga no meio natural
- Lamas.

⁵⁹ Com base nos parâmetros indicados no NIR, procurando uma adaptação à realidade regional.

Foi assumido que o valor de produção de lamas seria 20% do valor de carga orgânica destinada para tratamento em ETAR. Relativamente ao valor de percentagem de população servida por cada um dos sistemas referidos, foram utilizados os valores do PROTA (1991), PRA (2000) e do INSAAR (2005). Para a obtenção dos valores de percentagem para os restantes anos do estudo foi realizada uma regressão linear.

Quadro A.76 Valores de percentagem de população abrangida por sistemas de tratamento de águas residuais

TRATAMENTO	1991 ⁶⁰	2000 ⁶¹	2004 ⁶²
ETAR	3,0	12,4	25,5
Fossa séptica colectiva	64,0	9,4	4,7
Descarga no meio natural	33,0	78,2	69,8

Fonte: Adaptado do PROTA, PRA e INSAAR [6] [10] [31].

Estas taxas de atendimento apenas foram aplicadas nas ilhas que apresentam as instalações de tratamento referidas. A informação das instalações existentes em cada ilha foi retirada do INSAAR, de acordo com o quadro apresentado a seguir:

Quadro A.77 Instalações de tratamento e rejeição nas ilhas em 2005.

Unidade Territorial (Ilha)	ETAR	Fossa Séptica Colectiva	Pontos de Rejeição
Santa Maria	2	2	6
São Miguel	4	129	179
Terceira	5	7	19
Graciosa	0	1	2
São Jorge	0	1	2
Pico	0	0	0
Faial	0	5	5
Flores	0	3	5
Corvo	1	0	1

Fonte: Adaptado do INSAAR [10].

⁶⁰ Valores do PROTA 1991

⁶¹ Valores do PRA 2000

⁶² Valores do INSAAR 2005

i) Parâmetros B₀ e MCF

Foram utilizados os parâmetros definidos pelo NIR e apresentados no **Quadro A.74**.

ii) Recuperação de CH₄

Foi assumido que todo o metano produzido é libertado para a atmosfera (MR_i=0).

Emissões de N₂O das águas residuais domésticas

Os dados utilizados são os valores de população residente apresentados anteriormente obtidos no SREA (Serviço Regional de Estatística dos Açores) e no INE (Instituto Nacional de Estatística), a proteína gerada são valores do NIR baseados na FAO e os outros parâmetros são valores IPCC.

Quadro A.78 Capitação proteica proveniente das águas residuais domésticas para o cálculo da emissão de N₂O

Proteína (kg/pessoa/ano)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Açores	37,2	37,7	38,5	39,3	40,1	40,0	40,7	39,7	42,0	43,4	43,2	43,9	43,2	43,4	43,4

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Quadro A.79 Fracção de azoto na proteína com origem nas águas residuais domésticas e respectivo factor de emissão para o cálculo da emissão de N₂O

PARÂMETRO	ORIGEM	VALOR CONSIDERADO
Frac N	1996 IPCC	16%
FE	1996 IPCC	0,01 kg N ₂ O-N/kg N

Fonte: Adaptado do NIR [25].

Emissões de CH₄ e de N₂O das águas residuais industriais

Os dados de carga orgânica total resultantes da actividade industrial dos Açores foram obtidos através do levantamento realizado pelo INSAAR em 2005. A regressão anual dos quantitativos apresentados neste inquérito foi realizada de modo proporcional à evolução do PIB regional. Deste modo, foi obtida a seguinte estimativa de emissão de carga orgânica total na Região.

Quadro A.80 Valores anuais de carga orgânica rejeitada entre 1990 e 2004

CO (tonCBO ₅ /ano)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Açores	2957	3572	4188	4804	5420	6292	6730	7024	7612	8423	9168	9817	10620	10826	11577

Fonte: Adaptado do INSAAR [10].