



Pegada de Carbono do Sector Metalúrgico e Electromecânico

Análise Nacional e às regiões Norte, Centro e Alentejo



Projecto co-financiado por:



Resumo

A Pegada de Carbono é uma metodologia que oferece diretrizes para quantificar a emissão de gases de efeito de estufa (GEE) de uma população, sistema ou atividade, considerando todas as fontes, sumidouros e armazenamento dentro do limite temporal e espacial da população, sistema ou atividade de interesse. O cálculo da Pegada de Carbono é habitualmente apresentado como a quantidade de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) emitido.

Este trabalho pretende apresentar uma avaliação da Pegada de Carbono do sector Metalúrgico e Metalomecânico da economia Portuguesa, desagregado em 6 subsectores (CAEs 24, 25, 27, 28, 29 e 30), e a dois níveis de resolução geográfica: uma análise nacional e uma outra análise limitada às regiões Norte, Centro e Alentejo (Classificação NUTS II).



O Projecto C-MARKET foi desenvolvido em regime de co-promoção pela AIDA e pela ANEME, tendo sido aprovado no âmbito do SIAC – Sistema de Incentivos a Acções Colectivas do Programa Operacional Factores de Competitividade.

Globalmente, o projecto tem como objectivo estratégico a apropriação por parte das empresas do sector metalúrgico e electromecânico de conhecimento acerca das vantagens da adopção de práticas de eficiência energética e de sustentabilidade ambiental, designadamente contribuindo voluntariamente para a redução das Emissões de GEE (gases de efeito de estufa) como elementos essenciais para a competitividade empresarial.

De uma forma resumida constituem objectivos operacionais, os seguintes:

- Divulgar boas práticas de eficiência energética e desempenho ambiental entre as empresas do sector metalúrgico e electromecânico;
- Reforçar a capacidade das empresas para a implementação de directivas e de regulamentação relativas à emissão de gases com efeito de estufa;
- Aumentar a sustentabilidade e competitividade do sector metalúrgico e electromecânico;
- Disponibilizar às empresas ferramentas que as habilitem a calcular as emissões de GEE e a identificarem oportunidades para a sua redução.

o sector de Metalurgia de Base (CAE 24) como o subsector do sector ME com pior desempenho (2580 tonCO₂e/M€), e o subsector da Produção Automóvel (CAE 29) com o melhor (117 tonCO₂e/M€).

Os dois capítulos iniciais deste relatório fazem uma contextualização da problemática das emissões de GEE e uma caracterização, técnica, social e económica do sector da Metalurgia e Electromecânica (ME) em Portugal.

No terceiro capítulo é apresentado o procedimento utilizado para efetuar a contabilidade de GEE no sector ME (*GHG Protocol*), sendo as suas 3 primeiras etapas (Definição de Limite Organizacional; Definição de Limite Operacional, Identificar e Calcular as Emissões de GEE) descritas ao longo do capítulo.

No quarto capítulo é apresentado, para o ano 2012, o inventário das emissões de GEE e o resultado da avaliação da Pegada de Carbono ao sector ME. Importa referir que os resultados apresentados ao longo deste capítulo devem ser encarados como estimativas e, como tal, encarados com alguma precaução. Fatores como a inexistência de dados, a utilização de valores médios ou típicos da literatura, e os pressupostos assumidos, tornam elevado o erro associado a estes cálculos. Ao longo deste capítulo, os resultados devem então ser tomados como verdadeiros, mas apenas num cenário de limitada confiança, como descrito.

A Pegada de Carbono do sector ME, a nível nacional, contabiliza mais de 1500 kton de CO₂e. Tendo em conta apenas as regiões Norte, Centro e Alentejo, a Pegada de Carbono resulta em cerca de 900 kton. Em ambos os casos destacam-se, por um lado, com um peso relativo na casa dos 75%, a grande preponderância de emissões de Âmbito 2 (consumo de electricidade), e por outro, a grande contribuição do subsector da Metalurgia de Base para as emissões totais de GEE no sector ME (quase 50% na análise nacional e cerca de 40% na análise regional). Calculou-se ainda um “Indicador de Eficiência Carbónica”, que aponta

O cálculo da Pegada de Carbono ao sector ME não inclui, por razões que são fundamentadas ao longo do relatório, as emissões decorrentes do transporte dos produtos exportados pelo sector. No entanto, esta avaliação foi realizada a dois subsectores específicos: CAE 24 e CAE 29. Os resultados da Pegada de Carbono, incluindo as emissões das exportações, destes dois subsectores espelham a grande diversidade do sector ME: no sector CAE 24, estas emissões representam apenas 7% (Nacional) e 9% (Regional) das emissões totais, enquanto que no sector CAE 29 as emissões do transporte de exportações tem um peso relativo muito maior – Nacional 29% e Regional 23%).

Por fim, uma análise de cenários permitiu prever o impacto da utilização maciça do transporte ferroviário em alternativa ao rodoviário para transporte de exportações do subsector CAE 29. Num cenário em que 50% das mercadorias destinadas a exportação (todas elas para o mercado europeu) utilizem transporte ferroviário, o “Indicador de Eficiência Carbónica no Transporte de Exportações” baixa para metade (0,036 kgCO₂e/ton-km) face ao cenário *business as usual* (0,075 kgCO₂e/ton-km. Neste, considera-se que todas as exportações para o mercado europeu utilizam o meio rodoviário). Caso a utilização do transporte ferroviário alcance 75% do total de exportações, o indicador baixa para um terço do valor do cenário *business as usual*. Em termos de impacto na Pegada de Carbono do subsector, haveria uma diminuição de 12% do seu valor caso a utilização do transporte ferroviário fosse uma realidade para 50% das exportações. Caso a percentagem de exportações expedidas por via ferroviária subisse para 75%, a Pegada reduziria em cerca de 15%.

Índice

PEGADA DE CARBONO DO SECTOR METALÚRGICO E ELECTROMECHANICO	1
AS EMISSÕES DE GEE NA ECONOMIA PORTUGUESA	2
O TRANSPORTE DE MERCADORIAS	4
TRANSPORTE DE MERCADORIAS EM PORTUGAL	4
COMPARAÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTE: EFICIÊNCIA CARBÓNICA	5
RECOMENDAÇÕES PARA UM CENÁRIO DE BAIXO CARBONO NO SECTOR DOS TRANSPORTES	7
CONTEXTO LEGAL E REGULAMENTAR	12
PROTOCOLO DE QUIOTO, DIRETIVAS COMUNITÁRIAS E REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL	12
LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO NACIONAL	13
O SECTOR DA METALURGIA E ELECTROMECHANICA	19
CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÓMICA DO SECTOR ME NA ECONOMIA PORTUGUESA	20
OS SUBSECTORES ME	21
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO SECTOR ME	22
PROCESSO PRODUTIVO NO SECTOR METALÚRGICO E ELECTROMECHANICO	24
TRANSFORMAÇÃO	25
PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE	26
TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES	26
METODOLOGIA DE INVENTARIAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE	27
PEGADA DE CARBONO: CONCEITO E ABORDAGEM METODOLÓGICA	28
ETAPA 1. DEFINIR LIMITE ORGANIZACIONAL	29
ETAPA 2. DEFINIR LIMITE OPERACIONAL	30
ETAPA 3. IDENTIFICAR E CALCULAR AS EMISSÕES DE GEE	31
INVENTÁRIO DO SECTOR ME	44
PEGADA DE CARBONO: NÍVEL NACIONAL	45
EMISSÕES DE ÂMBITO 1: PEGADA DE CARBONO NACIONAL	47
EMISSÕES DE ÂMBITO 3: PEGADA DE CARBONO NACIONAL	48
PEGADA DE CARBONO: REGIÕES NORTE, CENTRO E ALENTEJO (NUTs II)	50
EMISSÕES DE ÂMBITO 1: PEGADA DE CARBONO DAS REGIÕES NORTE, CENTRO E ALENTEJO	52
EMISSÕES DE ÂMBITO 3: PEGADA DE CARBONO DAS REGIÕES NORTE, CENTRO E ALENTEJO	53
PEGADA DE CARBONO: O IMPACTO DO TRANSPORTE DE MERCADORIAS	55
METALURGIA DE BASE: O IMPACTO DO TRANSPORTE DAS EXPORTAÇÕES	55
PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS: O IMPACTO DO TRANSPORTE DAS EXPORTAÇÕES	56
ANÁLISE DE CENÁRIOS: O TRANSPORTE DAS EXPORTAÇÕES NO SUBSECTOR “PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS”	58
CONCLUSÕES	61
BIBLIOGRAFIA	64

Índice de Figuras

Figura 1. Evolução das emissões de CO ₂ e (excluindo LULUCF), entre 1990 e 2012, em Portugal. Fonte: APA.....	2
Figura 2. Distribuição das emissões de GEE, em Portugal, no ano 2012. Fonte: APA ³ ..	3
Figura 3. Evolução sectorial das emissões de GEE, na UE, indexada ao valor de 1990. Fonte: UE ³¹	4
Figura 4. Emissões típicas de GEE, por meio de transporte, na União Europeia, em 2013. Fonte : EEA ³⁸	6
Figura 5. Áreas de atuação do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética. Fonte: PNAEE ⁹	15
Figura 6. Esquema dos procedimentos no âmbito do SGCIE. Adaptado de: ADENE ⁹	16
Figura 7. Peso relativo do sector ME no contexto mais abrangente da indústria transformadora e na economia global Portuguesa, no ano 2011. INE/ANEME... ..	20
Figura 8. Principais destinos das exportações do sector ME, no ano 2012.	21
Figura 9. Peso relativo dos subsectores do sector ME em relação ao número de empresas, número de colaboradores, valor de exportações e valor acrescentado bruto, no ano 2011. Fonte: INE ¹⁰ /ANEME ¹¹	22
Figura 10. Distribuição regional (NUTS II) da indústria ME em relação ao número de empresas, emprego, volume de negócios e VAB, no ano 2011. Fonte: ANEME ¹¹ .	23
Figura 11. Distribuição geográfica (NUTS II e III) da indústria ME em relação ao número de colaboradores. Fonte: Augusto Mateus & Associados	23
Figura 12. Esquematização do processo geral de produção aplicável ao sector metalúrgico e eletromecânico. Fonte: AEP	24
Figura 13. Principais benefícios da adoção da Pegada de Carbono.	28
Figura 14. Principais etapas para a realização do cálculo da Pegada de Carbono de acordo com o GHG Protocol.	29
Figura 15. Âmbito (1,2 e 3) de cálculo de emissões diretas e indiretas. Fonte: Pacific Carbon Trust.....	30

Figura 17. Emissões GEE (ton CO ₂ e) desagregadas pelos subsectores do sector ME, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria.....	45
Figura 18. Distribuição da Pegada de Carbono do sector ME pelos seus subsectores, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria	46
Figura 19. Eficiência Carbónica de Produção dos subsectores do sector ME, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria.....	47
Figura 20. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 1 e subsectores do sector ME, a nível nacional, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria	48
Figura 21. Emissões de GEE associados aos combustíveis utilizados em atividades de combustão e distribuídas pelos subsectores do sector ME, a nível nacional, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria	48
Figura 22. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 3 e subsectores do sector ME, a nível nacional, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria.....	49
Figura 22. Comparação entre a Pegada de Carbono Nacional e das regiões Norte, Centro e Alentejo, desagregada pelos subsectores do sector ME, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria	50
Figura 23. Emissões GEE desagregadas pelos subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria	51
Figura 26. Distribuição da Pegada de Carbono do sector ME pelos seus subsectores, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria.....	52
Figura 27. Eficiência Carbónica de Produção dos subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria.....	52
Figura 28. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 1 e subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria	53
Figura 29. Emissões de GEE associados aos combustíveis utilizados em atividades de combustão e distribuídas pelos subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria	53
Figura 30. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 3 e subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria	54
Figura 31. Distribuição, por país de destino, das exportações do subsector da Metalurgia de Base (CAE 24) e das emissões resultantes do transporte, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria	55

- Figura 32. Pegada de Carbono incluindo o transporte de exportações do sector da Metalurgia de Base (CAE 24), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria 56
- Figura 33. Distribuição, por país de destino, das exportações do subsector da Produção Automóvel (CAE 29) e das emissões resultantes do seu transporte, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria 57
- Figura 34. Pegada de Carbono incluindo o transporte de exportações do sector da Produção Automóvel (CAE 29), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria 58
- Figura 35. Pegada de Carbono no cenário “50% ferroviário” do sector da Produção Automóvel (CAE 29), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria 59
- Figura 36. Pegada de Carbono no cenário “75% ferroviário” do sector da Produção Automóvel (CAE 29), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria 60

Índice de Tabelas

Tabela 1. Emissões das instalações dos sectores isentos de ISP fora do regime CELE, em 2013. Fonte: Comissão para a Reforma da Fiscalidade Verde	18
Tabela 2. Informação socioeconómica do sector Metalúrgico e Eletromecânico, para o ano 2011, em Portugal. Fonte: INE ¹⁰ /ANEME ¹¹	21
Tabela 3. Subsectores os sectores ME incluídos na avaliação da Pegada de Carbono ...	30
Tabela 4. Limite operacional e fontes de emissão identificadas para a análise do sector ME.	31
Tabela 5. Metodologias de cálculo utilizadas para cada fonte de emissão identificada neste trabalho.	32
Tabela 6. LHV dos combustíveis.	33
Tabela 7. Potencial de aquecimento global dos GEE.	33
Tabela 8. Disponibilidade, resolução geográfica e fontes de informação de dados de atividade necessários para caracterizar o sector ME e respetivos subsectores.	41
Tabela 9. Tipo de Dados de Atividade em falta e método utilizado para resolver a falta de dados.	42
Tabela 10. Valores dos fatores de emissão de GEE	43
Tabela 11. Resultado estimado do inventário das emissões de GEE no sector ME, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria	45
Tabela 12. Resultado estimado do inventário das emissões de GEE no sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo. Fonte: Elaboração própria	50
Tabela 13. Impacto da contabilização das emissões de GEE do transporte de exportações no Indicador de Eficiência Carbónica, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria ...	56
Tabela 14. Impacto da contabilização das emissões de GEE do transporte de exportações no Indicador de Eficiência Carbónica, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria ...	58

Pegada de Carbono do Sector Metalúrgico e Electromecânico

Dados históricos revelam uma forte relação entre o acesso a fontes de energia e a atividade económica¹. A facilidade no acesso e transformação da energia permitiu, nos últimos 200 anos, um progresso avassalador, aumentando exponencialmente a capacidade de produção de bens e conseqüente aumento do bem-estar das populações.

A geração e utilização de energia têm assim um papel fundamental no processo produtivo das indústrias ao mesmo tempo que é responsável por consideráveis impactos no ambiente, nomeadamente através da emissão de gases de efeito de estufa (GEE). O sector industrial é responsável por uma parte significativa do uso global de energia (quase 40% do consumo global) e das emissões de GEE (37% das emissões globais). Na maioria dos países a emissão de dióxido de carbono (CO₂) representa mais de 90% dos emissões totais de GEE no sector industrial².

No entanto, as emissões de GEE não decorrem todas do consumo direto de energia. Estas surgem tipicamente a partir de três fontes: (1) o uso de combustíveis fósseis diretamente na indústria para a produção de calor ou eletricidade, ou indiretamente na geração da energia elétrica adquirida da rede; (2) usos não-energéticos de combustíveis fósseis em processos químicos e na fundição de metal; e (3) emissões específicas do processo industrial, por exemplo, na indústria cimenteira. Outros processos industriais, nomeadamente na indústria química e na fundição de metal, emitem outros gases de efeito estufa, incluindo o metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), HFC's, CFC's e PFC's.

¹ Kalogirou, S.A. – Environmental benefits of domestic solar energy systems. Energy conversion and management. Vol.45, n.º18-19 (2004), p. 3075-3092

² EPA, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2012. (2013)

As Emissões de GEE na Economia Portuguesa

Como Parte da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)³ e do Protocolo de Quioto, Portugal é convidado a apresentar todos os anos uma atualização do seu inventário de emissões e remoções de GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal. Como membro da União Europeia (UE), Portugal também é obrigado a relatar inventários de emissão no âmbito do mecanismo de vigilância das emissões comunitárias de GEE e de implementação do Protocolo de Quioto (mecanismo de vigilância da UE, a Decisão 280/2004/CE do Parlamento Europeu e Conselho). Este processo tem como objetivo cumprir com os compromissos internacionais acordados no âmbito da UNFCCC e da UE.

A Figura 1 descreve a evolução das emissões totais de GEE (excluindo LULUCF – *Land Use, Land Use Change and Forestry*) em Portugal, entre 1990 e 2012. Como se pode verificar, o valor registado em 2012 (68,752 kton) foi apenas 13,1% superior ao valor registado em 1990 (60,767 kton), muito abaixo portanto do limite legal correspondente a 27%.

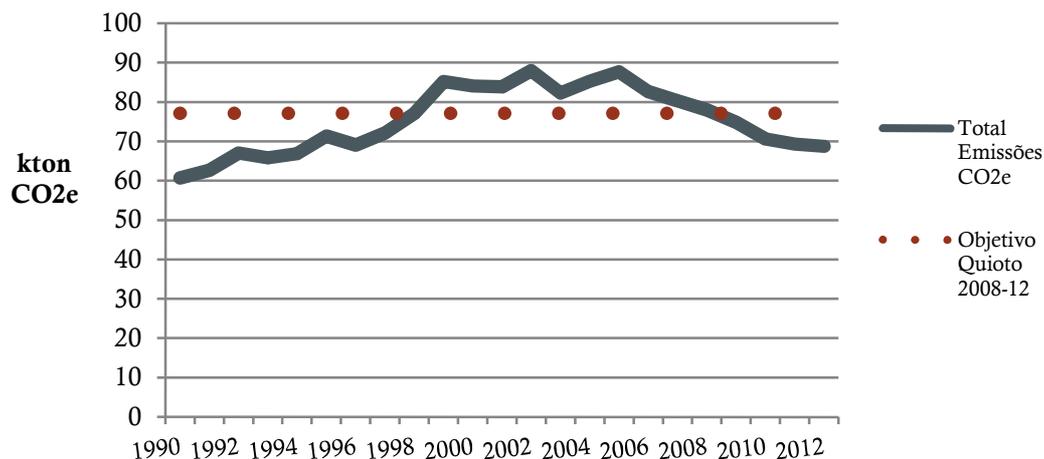


Figura 1. Evolução das emissões de CO2e (excluindo LULUCF), entre 1990 e 2012, em Portugal. Fonte: APA⁴

De acordo com as Diretrizes para Relatórios da UNFCCC, as estimativas de emissões são agrupadas em seis grandes sectores: energia, processos industriais, uso de solventes, agricultura, alterações do uso do solo e florestas, e resíduos. A Figura 2 representa emissões diretas de GEE de acordo com essa distribuição, para o ano 2012.

³ <http://newsroom.unfccc.int>

⁴ APA, Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990 - 2012

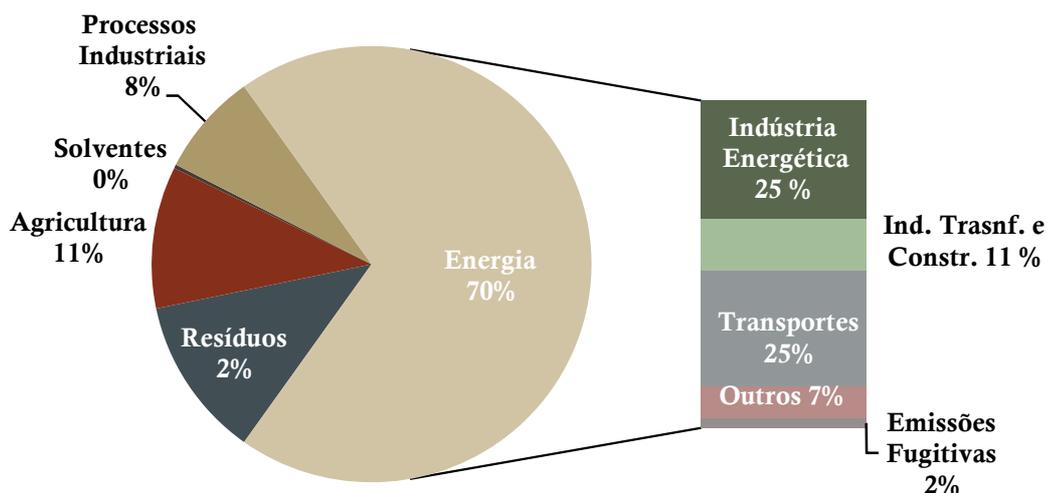


Figura 2. Distribuição das emissões de GEE, em Portugal, no ano 2012. Fonte: APA³

A utilização de energia é, de longe, a fonte de emissão mais relevante, respondendo por 69,7% das emissões totais em 2012 e apresentando um aumento de 15% no período 1990-2012³. Os sectores da indústria energética e dos transportes representam, respectivamente, 25,3% e 24,7% do total das emissões. Isso reflete a grande dependência do país em relação a combustíveis fósseis para geração de eletricidade e nos transportes, que têm crescido de forma constante até meados da década de 2000, devido ao contínuo aumento da procura de eletricidade impulsionado em particular pelo sector residencial/comercial, e o crescimento da mobilidade. A situação parece ter mudado nos últimos anos onde podemos observar a estagnação ou mesmo diminuição dessas tendências.

As emissões do sector dos transportes, maioritariamente provenientes do tráfego rodoviário, apresentaram uma rápida progressão no período 1990-2002. Nesse período as emissões de CO₂ e aumentaram cerca de 95%, devido ao crescimento constante da frota de veículos e do número de viagens, em associação com o aumento da renda familiar e do forte investimento em infraestrutura rodoviária na década de 90³. Indiretamente, o aumento na atividade de tráfego rodoviário também aumentou as emissões do armazenamento de combustíveis fósseis, manuseamento e distribuição. No entanto, esta situação inverteu-se nos últimos anos (período 2002-2012), com uma estagnação e posterior diminuição das emissões dos transportes.

O Transporte de Mercadorias

Os Sistemas de Transportes representam uma parte importante do Produto Interno Bruto (PIB) pelo facto de estarem fortemente interligados aos sectores da Indústria, das Telecomunicações, da Energia, do Ambiente e Urbanismo. O transporte de mercadorias está estritamente dependente do sector energético no sentido que o custo dos produtos energéticos se reflete imediata e diretamente nos custos de transporte. Por outro lado, as questões ambientais têm influenciado o sector dos transportes no sentido de, por um lado, desenvolver tecnologia para limitar as emissões de GEE na combustão dos combustíveis fósseis e, por outro lado, substituir os combustíveis tradicionais.

Reduzir as emissões de carbono no sector dos transportes é talvez o maior desafio rumo a uma economia de baixo carbono. As emissões de GEE no sector na UE⁵ continuaram a aumentar nos últimos anos, em contraste com a redução na maioria dos outros grandes sectores da economia (Figura 29). Esta tendência tem o potencial de minar a capacidade da UE para atingir o seu objetivo de longo prazo: a redução de GEE em toda a economia.

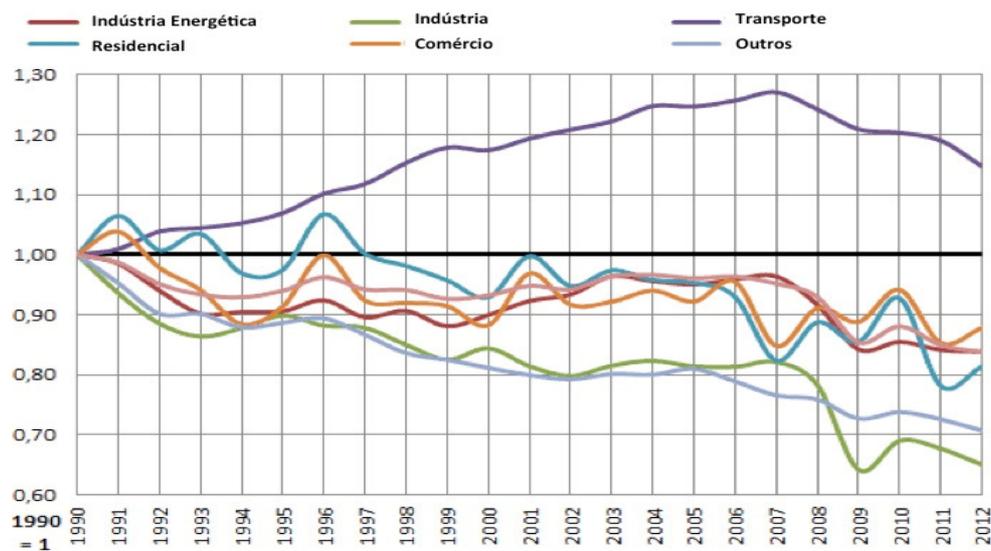


Figura 3. Evolução sectorial das emissões de GEE, na UE, indexada ao valor de 1990. Fonte: UE³¹

Transporte de mercadorias em Portugal⁶

Em Portugal, o transporte de mercadorias e em particular o terrestre foi marcado por decréscimos em 2012, tendo contudo o ano de 2013 evidenciado recuperação no sector

⁵http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/index_en.htm

⁶ INE, Estatísticas dos Transportes e Comunicações 2013

rodoviário, com valor similar de transporte de mercadorias e crescimento de 22,9% nas toneladas-quilómetro, devido ao reforço do transporte internacional.

Em 2013 foram transportados 147,3 milhões de toneladas de mercadorias por modo rodoviário, o que representou uma redução de 0,1% relativamente a 2012. A redução do peso de mercadorias movimentadas ficou a dever-se sobretudo à diminuição do transporte nacional (-5,5%) tendo-se verificado um acréscimo da quantidade de mercadorias transportadas internacionalmente (+36,3%).

O volume de transporte totalizou 36,6 mil milhões de toneladas-quilómetro, correspondendo a um aumento de 22,9% relativamente a 2012, que refletiu a evolução registada quer no transporte nacional (+4,3%) quer no internacional (+31,3%). Este aumento do volume de transporte apesar da diminuição da quantidade de mercadorias transportadas deveu-se ao facto de, em 2013, cada veículo ter sido explorado mais intensamente: transportou em média 3,3 toneladas (3,2 em 2012) e percorreu 69,4 quilómetros (55,3 em 2012).

Em 2013, as mercadorias por transporte ferroviário totalizaram 9,3 milhões de toneladas, menos 4,2% que em 2012. Esta diminuição refletiu-se no volume de transporte, cuja variação de -5,4% traduz igualmente uma redução da distância total percorrida (-1,2%). Assim, o percurso médio de cada tonelada situou-se abaixo do valor do ano anterior (246 km por comparação com 250 km em 2012).

O movimento entre estações ferroviárias nacionais traduziu-se em 7,9 milhões de toneladas transportadas (-8,1%), tendo concentrado 85,1% do tráfego total e 79,3% do volume de transporte (88,7% e 85,3% em 2012, respetivamente).

Complementarmente, as mercadorias em tráfego internacional ascenderam a 1,4 milhões de toneladas, o que traduz um aumento de 25,8%.

A atividade dos portos nacionais destaca-se dos demais modos de transporte, com movimentação crescente de mercadorias nos últimos quatro anos. Em 2013 o movimento de mercadorias nos portos nacionais aumentou 15,1% (+0,7% em 2012), tendo totalizado 78,2 milhões de toneladas. A intensificação da atividade portuária ocorreu principalmente nas saídas (mercadorias carregadas), que tiveram um incremento 24,3%, atingindo 33,0 milhões de toneladas. Observou-se igualmente um acréscimo nas mercadorias entradas mas menos marcante (+9,3%), correspondente a um total de 45,3 milhões de toneladas.

Comparação dos modos de transporte: Eficiência Carbónica

A eficiência dos diferentes modos de transporte em relação às emissões de GEE associadas ao volume de mercadorias transportada pode ser avaliada através da análise do fator de

emissão de kg CO₂e/ton-km. A Agência Europeia do Ambiente (EEA)⁷ calcula anualmente uma estimativa deste fator de emissão para o transporte rodoviário, ferroviário e marítimo a nível europeu (Figura 30).

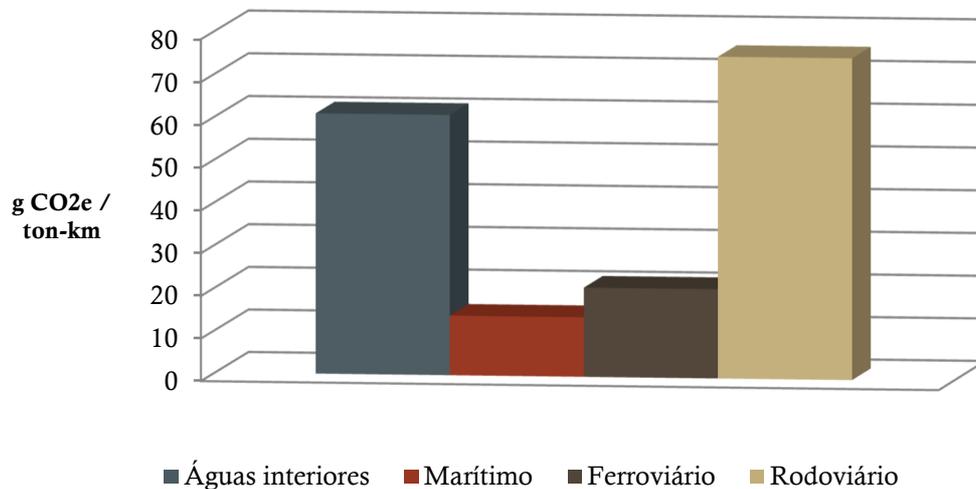


Figura 4. Emissões típicas de GEE, por meio de transporte, na União Europeia, em 2013. Fonte : EEA³⁸

O transporte ferroviário é considerado o modo de transporte menos eficiente, do ponto de vista ambiental, ainda que seja fácil deduzir que será o mais flexível de um ponto de vista operacional.

O fator de emissão do transporte ferroviário, mais precisamente quando alimentado por energia elétrica, está dependente do *mix* de combustíveis utilizados para gerar essa eletricidade. Como tal, o fator de emissão pode variar significativamente entre países europeus.

O transporte por embarcações divide-se em duas categorias: marítimo e de águas interiores. O transporte marítimo apresenta o valor mais alto de eficiência carbónica entre todos os tipos de transporte. O transporte em águas interiores está muito próximo do valor do transporte rodoviário. A utilização deste tipo de transporte tem óbvias limitações físicas.

Um estudo⁸ recente pretendeu avaliar e quantificar as externalidades⁹ de diferentes tipos de transporte de mercadorias (ferroviário, rodoviário e águas interiores). Essas externalidades foram agrupadas em categorias de custo como “alterações climáticas”,

⁷<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/specific-co2-emissions-per-tonne-2#tab-used-in-indicators>

⁸ CE Delft, Infrac, Fraunhofer ISI, External Costs of Transport in Europe - Update Study for 2008, 2011

⁹ As externalidades (ou efeitos sobre o exterior) são actividades que envolvem a imposição involuntária de custos ou de benefícios, isto é, que têm efeitos positivos ou negativos sobre terceiros sem que estes tenham oportunidade de o impedir e sem que tenham a obrigação de os pagar ou o direito de ser indemnizados

“acidentes”, “ruído”, “poluição atmosférica”, entre outras. As conclusões do estudo reforçam a hierarquização da EEA em relação aos impactos negativos dos meios de transporte:

- O transporte rodoviário de mercadorias apresenta o pior desempenho, com externalidades de 50,5 €/ton-km. As categorias de custo que mais contribuem para o valor total são as alterações climáticas e os acidentes.
- o transporte marítimo em águas interiores (11,2 €/ton-km) apresenta externalidades superiores ao ferroviário (7,9 €/ton-km), mas está neste caso mais próximo do desempenho do transporte ferroviário do que do rodoviário.

Recomendações para um cenário de baixo carbono no sector dos transportes

Com o objetivo de travar o aumento das emissões de GEE nos transportes, a UE tem lançado uma série de políticas. Estes incluem:

- A inclusão da aviação no Sistema de Comércio de Emissões da UE (ETS);
- Uma estratégia para reduzir as emissões de carros e carrinhas, incluindo metas de emissões para veículos novos;
- Um objetivo para reduzir a intensidade dos GEE dos combustíveis;
- Estabelecimento de limites de utilização e requisitos de rotulagem dos pneus
- Monitorização de pressão de pneu obrigatória nos veículos novos;
- As autoridades públicas são obrigadas a ter em conta o consumo de energia ao longo do tempo de vida do veículo e as emissões de CO₂ quando da aquisição.

Além dessas medidas que influenciam as emissões dos veículos, também é necessário assegurar que são tidos em conta o impacto das ações de política de transportes e medidas sobre as emissões de GEE. Isso ajuda a garantir sinais consistentes para os utilizadores e fabricantes de veículos e de alcançar reduções de emissões de gases com efeito de estufa ao menor custo.

Com o objetivo de alcançar resultados nesta área a médio/longo prazo, a UE desenvolveu e apresentou nos últimos tempos vários documentos estratégicos. Entre eles destacam-se: o Livro Branco¹⁰ para o sector dos transportes e o “EU transport GHG: Routes to 2050?”¹¹. Nas próximas linhas apresentam-se as linhas orientadoras e as recomendações para o sector dos transportes, em particular de mercadorias, destes dois documentos.

¹⁰ Skinner I, van Essen H, Smokers R and Hill N (2010) *Towards the decarbonisation of EU's transport sector by 2050* Final report produced under the contract ENV.C.3/SER/2008/0053 between European Commission Directorate-General Environment and AEA Technology plc; ver www.eurtransportghg2050.eu

¹¹ Comissão Europeia (2011), LIVRO BRANCO: Roteiro do espaço único europeu dos transportes - Rumo a um sistema de transportes competitivo e económico em recursos

Livro Branco

O desafio exigentes que se coloca à UE traduz-se na intenção de fazer crescer o sector dos transportes, preservar a capacidade de mobilidade ao mesmo tempo que se pretende uma redução de 60% das emissões de GEE em 2050, face ao valor de 1990.

Para se concretizar este objectivo é necessário:

- i. Criar um genuíno espaço único europeu dos transportes, eliminando as barreiras ainda existentes de separação dos modos e dos sistemas nacionais, facilitando o processo de integração e promovendo a emergência de operadores multinacionais e multimodais.
- ii. As iniciativas tendentes a reforçar a competitividade e a sustentabilidade do sistema de transportes terão de passar pelo estudo das características que a rede deverá apresentar e prever investimentos adequados: a política da UE para as infraestruturas de transporte precisa de uma ótica comum e de recursos suficientes. Os custos do transporte deverão refletir-se no preço, sem distorções.
- iii. A inovação é uma peça mestra da estratégia. A investigação desenvolvida na UE terá de abarcar, de forma integrada, todo o ciclo da investigação, inovação e disseminação, centrando-se nas tecnologias mais promissoras e associando todas as partes interessadas. A inovação pode também contribuir para a promoção de comportamentos sustentáveis.

Em relação ao transporte de mercadorias, o Livro Branco preconiza:

- A atividade de transporte terá de evoluir para novos paradigmas: maiores volumes de mercadorias e passageiros são transportados conjuntamente, até ao destino final, pelo modo (ou combinação de modos) mais eficiente. Isto implica a utilização acrescida do autocarro, comboio e avião para o tráfego de passageiros e, para o tráfego de mercadorias, de soluções multimodais que privilegiem para o longo curso os modos marítimo/fluviál e ferroviário.
- Otimização do funcionamento das cadeias logísticas multimodais, através, designadamente, de uma maior utilização dos modos intrinsecamente mais económicos em recursos, nas situações em que outras inovações tecnológicas possam ser insuficientes (e.g. transporte de longo curso de mercadorias); A modalidade eficiente é uma necessidade. A UE precisa de corredores especialmente vocacionados para o tráfego de mercadorias, que minimizem o consumo de energia e o volume de emissões, diminuindo assim o impacto ambiental, mas sejam também interessantes pela sua fiabilidade, pouca saturação e baixos custos administrativos e de exploração
- O tráfego de mercadorias no pequeno e médio curso (distâncias inferiores a 300 km) continuará, em grande medida, a efetuar-se por camião. Além de encorajar soluções de transporte alternativas (modos ferroviário e marítimo/fluviál), é também importante melhorar o desempenho dos camiões, mediante o desenvolvimento e a adoção de novos motores e de fontes de energia mais

ecológicas, a utilização de sistemas de transporte inteligentes e outras medidas que melhorem os mecanismos de mercado.

A utilização do transporte ferroviário na UE tem tido grande destaque devido às mudanças das políticas de transporte. O livro branco de 2011 da UE sublinha a necessidade de um aumento do volume de transporte de mercadorias por ferrovia na Europa. A UE reconhece que a ferrovia é um modo de transporte amigo do ambiente e consequentemente sugere que até 2030 30% das mercadorias rodoviárias com trajetos superiores a 300km devam ser transportadas por outros modos de transporte, nomeadamente o marítimo e o ferroviário e para mais de 50% até 2050.

EU transport GHG: Routes to 2050?

No âmbito deste projeto foi traçado um cenário *Business as Usual* (incluiu uma continuação das recentes melhorias na eficiência dos veículos, mas sem intervenção política adicional), de acordo com o qual as emissões de GEE do transporte em 2050 seriam 74% maiores do que em 1990 e cerca de 25% maiores que em 2010 níveis sem intervenção política adicional.

Este aumento deve-se em grande parte devido ao crescimento previsto da procura de transporte, em particular para o transporte marítimo (+87% de 2010 para 2050), aviação (+103%) e transporte rodoviário de mercadorias (+79%). Como resultado, as emissões de GEE do transporte marítimo são projetados para aumentar em mais de 65% entre 2010 e 2050, enquanto as de aviação e transporte rodoviário de mercadorias estão previstos para subir por mais de 50% e 45%, respectivamente.

O projeto conclui que para atingir as metas pretendidas pela UE, é necessário a adoção de um conjunto de medidas, categorizadas em opções técnicas, opções não técnicas e instrumentos políticos.

As opções técnicas para reduzir as emissões de GEE no transporte de mercadorias incluem:

- Melhorar a eficiência energética dos motores de veículos (os fabricantes acreditam que conseguem aumentar a eficiência dos motores em 20% até 2020).
- Diminuir a intensidade de GEE dos combustíveis utilizados nos transportes rodoviários.
- Melhorar a aerodinâmica de navios e aviões.
- Recuperação de energia de motores e propulsores.
- Utilização de combustíveis e vetores energéticos alternativos:
 - Biocombustíveis – recentemente a utilização de biocombustíveis tem sido criticada pela comunidade científica e vista com desconfiança pela sociedade em geral. A sua utilização deverá obedecer a critérios muito restritos em relação às matérias-primas utilizadas e à sua sustentabilidade num sentido mais amplo (concorrência na utilização de biomassa com outros sectores, nomeadamente a agricultura);

- Eletricidade – a utilização a grande escala de eletricidade como vetor energético é hoje uma realidade no transporte ferroviário. A sua utilização na rodovia está ainda distante uma vez que existem ainda barreiras tecnológicas para ser ultrapassadas, nomeadamente em relação ao armazenamento de eletricidade, em termos de custos, volume, peso, eficiência e potencia transmitida. Além disso, de forma a ter um impacto positivo na descarbonação da economia, é fundamental assegurar que a produção de eletricidade é efetuada utilizando recursos renováveis.
- Células de combustível de hidrogénio – o futuro do sector dos transportes parece passar pela utilização desta tecnologia como vetor energético. Mais uma vez, e tal como a utilização de eletricidade, o seu impacto na descarbonação da economia está dependente da forma de energia utilizada para a produção de hidrogénio. A utilização de células de combustível (CC) oferece uma vantagem tecnológica em relação aos veículos elétricos puros (que utilizam baterias electroquímicas tradicionais para armazenar a eletricidade no veículo), uma vez que a capacidade de armazenamento é muito superior. No entanto, o desenvolvimento de uma infraestrutura de abastecimento de veículos com CC é muito dispendiosa.

O documento avança também um conjunto de opções não técnicas que podem ser tomadas para reduzir as emissões de GEE no sector dos transportes:

- Otimização de rotas – no transporte rodoviário, a utilização de sistemas de transportes inteligentes mais avançados, nomeadamente ao nível das infraestruturas inteligentes, podem proporcionar viagens mais rápidas (menor distância, menos tráfego).
- Eco-condução – a eficiência energética pode ser otimizada através da alteração de comportamentos na utilização dos veículos (otimizar a aceleração, travagem e utilização da caixa de embraiagem).
- O potencial da comodalidade – deve-se procurar maximizar o potencial de utilização do modo de transporte menos carbono-intensivo. Ou seja, os ganhos em termos de emissões de GEE depende da intensidade de GEE dos meios de transporte (medidos em g de CO₂e por passageiro-km ou ton-km) e da capacidade de transferência de volumes de mercadorias entre os respetivos modos de transporte. no entanto, é importante perceber que nem sempre todos os meios de transporte competem no mesmo mercado (por exemplo, o transporte marítimo não é alternativa aos camiões de distribuição urbana de mercadorias). Por outro lado, assumir valores médios de eficiência carbónica para cada meio de transporte pode conduzir a tomadas de decisão erradas. Porque a eficiência carbónica de cada modo de transporte está diretamente relacionada com o tipo de carga a transportar e com o tipo de viagem, o cálculo de emissões de GEE deve ser efetuado comparando as eficiências de cada relação específica de transporte. Por outras palavras, para alcançar uma real redução na emissão de GEE através da comodalidade, é fundamental não tender para uma mudança dogmática de um

modo de transporte para outro, baseando-se apenas no valor médio de eficiência carbónica de cada tipo de transporte. Existe assim potencial para melhorar as ligações intermodais, melhorar o serviço e a interoperabilidade de cada modo de transporte e para criar um plano de concorrência modal mais nivelado.

A utilização de ferramentas políticas será fundamental para alcançar a redução de emissões de GEE ambicionadas pela UE. Nesse sentido, será necessário atuar nas seguintes áreas:

- Eficiência dos veículos e intensidade carbónica dos combustíveis e vetores energéticos – é fundamental atuar no sentido de regular o aumento da eficiência de veículos de transporte (e não apenas os rodoviários, como acontece atualmente), mas também a produção de energia utilizado no sector dos transportes.
- Internalização de custos – atuar ao nível da internalização de custos externos associados ao transporte (poluição atmosférica, alterações climáticas, congestionamento de tráfego), por exemplo assumindo uma taxa de carbono aos combustíveis (uma realidade em Portugal, em 2015) e uma taxa por quilometragem.
- Estimulação de opções menos carbono-intensivas – por exemplo, na compra de veículos mais eficientes.
- Eliminação de incentivos e subsídios perversos para o objetivo da descarbonização da economia.
- Apoio à inovação e desenvolvimento de novas tecnologias.
- Revisão da Política Europeia no desenvolvimento de redes de transporte.
- Desenvolvimento de ferramentas de avaliação para melhorar a monitorização de emissões de GEE.
- Harmonização e diminuição dos limites de velocidade.
- Otimização do planeamento territorial.
- Desenvolver novos modelos de negócio para o transporte.

Contexto Legal e Regulamentar

Protocolo de Quioto, diretivas comunitárias e regulamentação internacional

A UNFCCC e o regime climático pós-2012 têm como objetivo de longo prazo a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera a um nível que evite uma interferência antropogénica perigosa no sistema climático. Para atingir esse objetivo, a temperatura global anual média da superfície terrestre não deverá ultrapassar 2 °C em relação aos níveis pré-industriais.

A emissão de gases com efeito de estufa é um fenómeno comum a vários sectores de atividade, justificando, por isso, o carácter transversal das políticas de mitigação das Alterações Climáticas e de adaptação aos seus efeitos.

Efetivamente, para fazer face ao problema das Alterações Climáticas existem essencialmente, duas linhas de atuação – mitigação e adaptação. Enquanto a mitigação é o processo que visa reduzir a emissão de GEE para a atmosfera, a adaptação é o processo que procura minimizar os efeitos negativos dos impactes das alterações climáticas nos sistemas biofísicos e socioeconómicos. Os métodos para avaliação e determinação das emissões de GEE e a sua mitigação estão perfeitamente descritos em bibliografia diversa. Importa, agora, face à consciência generalizada de que as Alterações Climáticas estão já em curso, e que nalgum grau os seus impactes são inevitáveis, dar uma crescente atenção à vertente da adaptação.

Uma vez que as Alterações Climáticas constituem um problema global, as decisões no que respeita quer à mitigação quer à adaptação envolvem ações ou opções a todos os níveis da tomada de decisão, desde o nível mais local e da comunidade ao nível internacional, envolvendo todos os governos nacionais. A resposta política a este problema requer uma ação concertada e assertiva, traduzida na tomada de medidas que minimizem as causas antropogénicas e que preparem a sociedade para lidar com os seus impactes biofísicos e socioeconómicos.

Na União Europeia (UE), o Pacote Energia-Clima¹² estabeleceu uma partilha de esforços comunitário com o objetivo de reduzir, até 2020, pelo menos 20% das emissões de GEE na UE, em relação a 1990.

O Comércio de Licenças de Emissão é um mecanismo flexível previsto no contexto do Protocolo de Quioto, sendo que, por sua vez, o Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE) constitui o primeiro instrumento de mercado intracomunitário de regulação das emissões de GEE. Efetivamente, no âmbito da sua estratégia de redução de

¹²http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm

emissões de GEE e como forma de garantir o cumprimento eficaz dos seus objetivos, a UE aprovou a Diretiva 2003/87/CE, de 13 de Outubro, que cria o mecanismo de CELE.

Nos dois primeiros períodos de aplicação do CELE (2005-2007 e 2008-2012), genericamente, as regras base do regime basearam-se na atribuição gratuita de licenças de emissão (LE), a obrigação de monitorização, verificação e comunicação de emissões e a devolução de LE no montante correspondente. No período pós-2012, com a publicação da Diretiva 2009/29/CE, a nova Diretiva CELE, incluída no Pacote Clima Energia, estas regras mudam consideravelmente, verificando-se um alargamento do âmbito com a introdução de novos gases e novos sectores, a quantidade total de licenças de emissão determinada a nível comunitário e a atribuição de licenças de emissão com recurso a leilão, mantendo-se marginalmente a atribuição gratuita, feita com recurso a *benchmarks* definidos a nível comunitário. A 1 de Janeiro de 2013 teve início o 3º período de aplicação CELE. A Diretiva 2009/29/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009 (nova Diretiva CELE), altera a Diretiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro de 2003, a fim de melhorar e alargar o regime comunitário de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa.

A Diretiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, promove a utilização de energia proveniente de fontes renováveis. Este documento estabelece como meta que pelo 20 % do consumo final bruto de energia da UE deve provir de fontes renováveis. Estabelece ainda objetivos globais nacionais.

Legislação e regulamentação nacional

Alterações Climáticas

Para fazer face ao problema das Alterações Climáticas existem essencialmente, duas linhas de atuação – mitigação e adaptação. Enquanto a mitigação é o processo que visa reduzir a emissão de GEE para a atmosfera, a adaptação é o processo que procura minimizar os efeitos negativos dos impactes das alterações climáticas nos sistemas biofísicos e socioeconómicos.

O cumprimento dos objetivos nacionais em matéria de mitigação das alterações climáticas no âmbito do Protocolo de Quioto baseia-se nos seguintes instrumentos:

- Roteiro Nacional de Baixo Carbono (RNBC) – A Resolução do Conselho de Ministros n.º 93/2010, de 26 de Novembro, determinou a elaboração do Roteiro que estabelece as políticas a prosseguir e as metas nacionais a alcançar em termos de emissões de gases com efeito de estufa. O RNBC baseia-se em cenários prospetivos de emissões de gases com efeito de estufa para 2030 e 2050.
- Programa Nacional para as Alterações Climáticas para o período 2013-2020 (PNAC 2020) - Deve estabelecer as políticas, medidas e instrumentos com o objetivo de dar resposta à limitação de emissões de gases com efeito de estufa para os sectores não cobertos pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão, prever

as responsabilidades sectoriais, o financiamento e os mecanismos de monitorização e controlo. O Despacho 2441/2014, de 5 de Fevereiro, cria o Grupo de Trabalho do Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), para acompanhamento da sua elaboração atendendo ao seu carácter intersectorial.

No campo da adaptação às alterações climáticas a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas - ENAAC - vem dar relevo a esta necessidade a nível nacional, imprimindo uma maior dimensão à vertente adaptação às alterações climáticas, dando-lhe maior visibilidade política e complementando, mas não substituindo, os esforços que colectivamente os países de todo o Mundo terão de fazer com vista ao controlo das emissões de gases com efeitos de estufa.

A ENAAC foi adoptada como **Resolução de Conselho de Ministros n.º 24/2010 em 1 de Abril de 2010**.

Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética

A **Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro**, que aprovou a Estratégia Nacional para a Energia, prevê na sua linha de orientação para a eficiência energética a aprovação de um plano de ação para a eficiência energética.

O **Decreto-Lei n.º 319/2009, de 3 de Novembro**, transpõe a **Diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril**, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos públicos e que visa incrementar a relação custo-eficácia na utilização final de energia. De realçar que a **Diretiva n.º 2006/32/CE**, estabeleceu a obrigação de os Estados membros publicarem um plano de ação para a eficiência energética, estabelecendo metas de, pelo menos, 1 % de poupança de energia por ano até 2016.

A **Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008** aprova o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE)¹³, documento que engloba um conjunto alargado de programas e medidas consideradas fundamentais para que Portugal possa alcançar e suplantar os objetivos fixados no âmbito da referida diretiva europeia (Figura 5). O PNAEE é um plano de ação agregador de um conjunto de programas e medidas de eficiência energética, num horizonte temporal que se estende até ao ano de 2015. O plano é orientado para a gestão da procura energética, conforme o âmbito do documento que lhe dá enquadramento, a Diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril de 2006, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, estando em articulação com o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 119/2004, de 31 de Julho, revisto pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 104/2006, de 23 de

¹³http://www.ploran.com/artigos/portugal_eficiencia_2015.pdf

Agosto, e o Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), aprovado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 1/2008, de 4 de Janeiro.

O PNAEE abrange quatro áreas específicas, objeto de orientações de cariz predominantemente tecnológico: Transportes, Residencial e Serviços, Indústria e Estado. Adicionalmente, estabelece três áreas transversais de atuação — Comportamentos, Fiscalidade, Incentivos e Financiamentos — sobre as quais incidiram análises e orientações complementares. Cada uma das áreas referidas agrega um conjunto de programas, que integram de uma forma coerente um vasto leque de medidas de eficiência energética, orientadas para a procura energética.

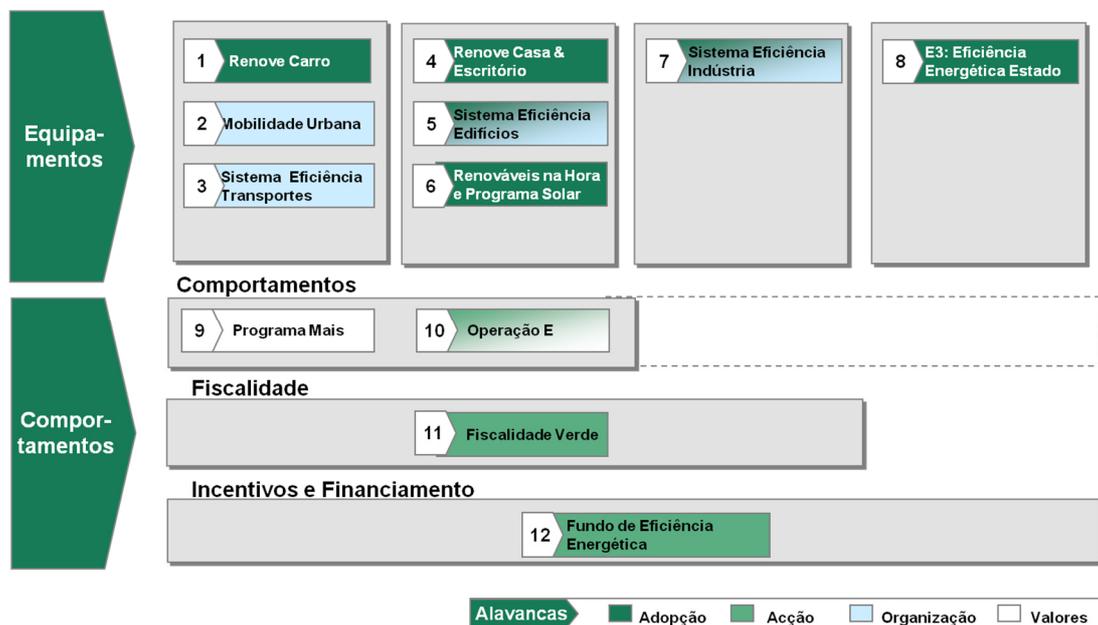


Figura 5. Áreas de atuação do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética. Fonte: PNAEE⁹

SGCIE – Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

No âmbito da Estratégia Nacional para a Energia, foi publicado o **Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril**, que regulamenta o SGCIE¹⁴. Este Sistema aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia com consumos superiores a 500 tep/ano, resultando da revisão do RGCE- Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia, uma das medidas constantes do PNAEE – Plano Nacional de Ação em Eficiência Energética¹⁵.

Este diploma, para além de estabelecer um regime diversificado e administrativamente mais simplificado para as empresas que já estão vinculadas a compromissos de redução de emissões de CO₂ no quadro do Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE), define quais as instalações consideradas Consumidoras Intensivas de Energia

¹⁴ Site ADENE: <http://www2.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SGCIE/SGCIE/Enquadramento/Paginas/welcome.aspx>

¹⁵ PNAEE 2015 - Sumário, <http://www2.adene.pt/pt-pt/PNAEE/Documents/PortugalEficiencia2015VersaoSumario.pdf>

(CIE), alargando o âmbito de aplicação do anterior Regulamento (RGCE) a um maior número de empresas e instalações, com vista ao aumento da sua eficiência energética. O SGCIE prevê que as instalações CIE realizem, periodicamente, auditorias energéticas que incidam sobre as condições de utilização de energia e promovam o aumento da eficiência energética, incluindo a utilização de fontes de energia renováveis. Prevê, ainda, que se elaborem e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia, estabelecendo acordos de racionalização desses consumos com a DGEG que, contemplem objetivos mínimos de eficiência energética, associando ao seu cumprimento a obtenção de incentivos pelos operadores (entidades que exploram instalações CIE).

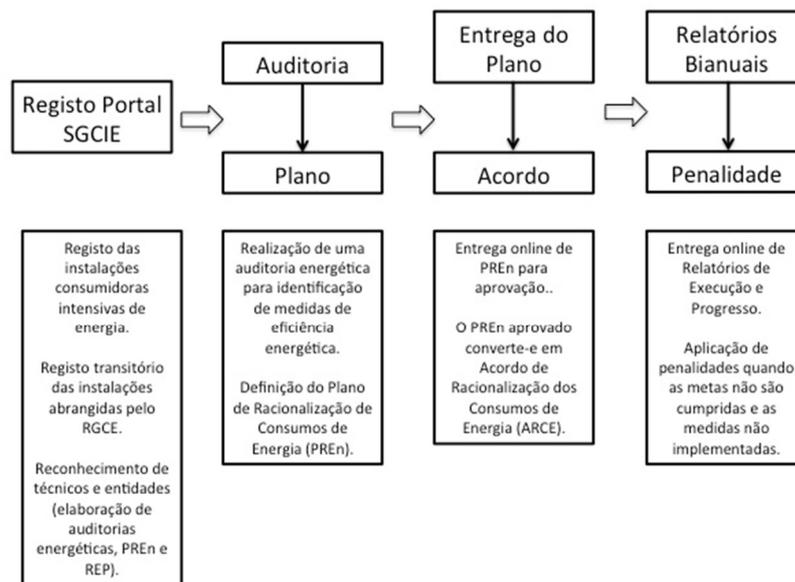


Figura 6. Esquema dos procedimentos no âmbito do SGCIE. Adaptado de: ADENE⁹

Lista de legislação relevante no âmbito do SGCIE:

Portaria n.º 228/90, de 27 de Março – Aprova o Regulamento da Gestão do Consumo de Energia para o Sector dos Transportes. É aplicável a empresas de transportes ou com frotas próprias cujo consumo energético durante o ano anterior tenha sido superior a 500 tep.

Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril - regulamenta o SGCIE

Portaria n.º 519/2008 de 25 de Junho - estabelece os requisitos de habilitação e experiência profissional a observar para a credenciação dos técnicos ou entidades credenciadas pela Direção -Geral de Energia e Geologia (DGEG).

Despacho n.º 17313/2008 - procede à publicação dos fatores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis selecionados para utilização final, bem como dos respetivos fatores para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa, referidos a quilograma de CO₂ equivalente (kgCO₂e).

Despacho n.º 17449/2008 - elementos a considerar na realização de auditorias energéticas, na elaboração dos planos de racionalização do consumo de energia (PREn) e nos relatórios de execução e progresso (REP).

Decreto-Lei n.º 319/2009, de 3 de Novembro - Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos públicos e que revoga a Diretiva n.º 93/76/CE, do Conselho, e estabelece objetivos e instrumentos que devem ser utilizados para incrementar a relação custo-eficácia da melhoria da eficiência na utilização final de energia.

Fiscalidade Verde

A **Lei n.º 82-D/2014**, de 31 de Dezembro de 2014, pretende reformar a fiscalidade verde a partir do ano 2015. A lei corporiza um conjunto de 59 propostas de alteração do sistema fiscal atualmente em vigor. As propostas referem-se maioritariamente ao sector da energia e transportes, abrangendo também o sector da água (14), dos resíduos (10), do urbanismo e planeamento do território (6), das florestas (4) e da biodiversidade (2).

Destacam-se no âmbito deste relatório as propostas relativas ao sector da energia e transportes uma vez que podem ter um impacto significativo nas atividades das indústrias do sector metalúrgico e eletromecânico. Nos próximos parágrafos apresentam-se as linhas gerais que norteiam a proposta mais emblemática e significativa da reforma da fiscalidade verde: a introdução da taxa de carbono nos produtos energéticos

A Lei apoia a criação da tributação do carbono no sector não CELE (Comércio Europeu de Licenças de Emissão), sob a forma de um adicionamento, com uma taxa indexada ao preço do carbono no sector CELE, acompanhada por uma revisão das isenções em sede de ISP. De acordo com a evolução de preços no CELE, o legislador poderá fixar um valor mínimo, periodicamente atualizado, para o preço da tonelada de CO₂ a aplicar no sector não CELE.

O documento propõe então uma reformulação da estrutura do ISP, com a criação de uma componente (adicionamento) de tributação do CO₂, incidindo sobre todos os produtos sujeitos a imposto e calculado com base nos factores de emissão de CO₂ fixados por produto energético e tendo em conta o valor definido (e periodicamente atualizado) pelo legislador para a tonelada de CO₂. Esta medida deve ser acompanhada por uma revisão das isenções em sede de ISP (*inter alia* no que respeita a instalações abrangidas pelos Acordos de Racionalização dos Consumos Energéticos [ARCE], cuja aplicação pode estar a ser demasiado abrangente e pouco exigente em termos de cumprimento de objetivos de eficiência energética).

A eliminação das isenções de ISP deverá, contudo, ser um processo gradual e seletivo: gradual para permitir a adequação dos agentes económicos ao novo regime, planeando e implementando os investimentos necessários ao processo de adaptação; seletivo para eliminar primeiro as isenções ambiental ou economicamente perversas, passando de

seguida às isenções ambiental e economicamente neutras, logo sem utilidade do ponto de vista do interesse público, e prosseguindo com a eliminação de isenções cujo benefício económico para os agentes beneficiários não é justificável face à penalização ambiental, fiscal ou económica que essas isenções acarretam para a sociedade no seu conjunto.

A tributação do carbono tem impactos diretos e indiretos, de curto e de longo prazo, em todo o sistema económico, afectando produtores e consumidores, como descrito anteriormente. Do ponto de vista do consumidor final, a introdução da tributação do carbono no sector não CELE traduz-se, direta e imediatamente, num aumento do preço dos produtos energéticos utilizados. O aumento do preço é proporcional ao conteúdo de carbono de cada produto energético; ou seja, produtos energéticos com maior responsabilidade nas emissões de GEE são mais penalizados, o que conduzirá tendencialmente os consumidores a optar por produtos energéticos com menor impacto negativo no ambiente.

Nesse sentido importa às empresas do sector ter em atenção o expectável aumento do custo de energia, não só através da introdução imediata (2015) de uma nova taxa de carbono mas também graças à previsível eliminação num futuro próximo, de forma gradual e seletiva, da isenção de ISP (a Tabela 1 apresenta o número de empresas atualmente isentas de ISP e respetiva quantidade de emissões de GEE).

Tabela 1. Emissões das instalações dos sectores isentos de ISP fora do regime CELE, em 2013. Fonte: Comissão para a Reforma da Fiscalidade Verde¹⁶

Sector	Nº de empresas	Emissões de CO ₂ e (kTon)
Fabricação de produtos metálicos	39	146,8
Fabricação de equipamento eléctrico	17	98,4
Fabricação de máquinas e de equipamentos	8	37,9
Fabricação de veículos automóveis e componentes	39	193,4
Indústrias metalúrgicas de base	30	202,6

¹⁶ Reforma da Fiscalidade Verde, <http://www.anecra.pt/gabecono/pdf/prfv.pdf>

O sector da Metalurgia e Electromecânica

As indústrias do sector da Metalurgia e Electrolomecânica (ME) compreendem um elevado leque de segmentos produtivos com uma grande diversidade de produtos. Trata-se de um agrupamento de indústrias com uma grande importância na economia industrial considerando a capacidade de dinamização doutras atividades produtivas, o grau de qualificação da mão-de-obra e o uso de tecnologias avançadas.

A *metalurgia* compreende a produção de bens intermédios destinados a serem utilizados noutras indústrias. O processo produtivo é caracterizado pela fusão e moldagem dos minérios (ferro, cobre, alumínio, etc.). Os principais segmentos são a metalurgia ferrosa (onde se destaca a siderurgia), a metalurgia não ferrosa (com realce para a produção de alumínio e de cobre) e a fundição. São obtidos produtos básicos como chapas metálicas, perfilaria, tubos, condutas, perfis, etc. Estes produtos são incorporados noutras atividades, sobretudo nas que se inserem no âmbito das IMM (por exemplo, na fabricação de produtos metálicos).

A *electrolomecânica* assenta na fabricação de bens acabados que são destinados quer à fabricação de outros produtos (por exemplo, ao fabrico de máquinas e de equipamentos) quer ao consumo final (por exemplo, as cutelarias).

As indústrias do sector ME são arrumadas de acordo com a atual Classificação das Atividades Económicas (CAE), nos seguintes subsectores,:

- As indústrias metalúrgicas de base (CAE 24);
- A fabricação de produtos metálicos (CAE 25);
- A fabricação de equipamento elétrico (CAE 27);
- A fabricação de máquinas e de equipamentos (CAE 28);
- A fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques e componentes para veículos automóveis (CAE 29);
- A fabricação de outro material de transporte (CAE 30).

Caracterização socioeconómica do sector ME na economia Portuguesa

A apresenta Figura 7, para o ano 2011, o peso do sector ME na indústria transformadora e, de forma mais abrangente, no contexto económico Português. O sector ME apresenta um número de empresas significativamente baixo quando comparado com o total nacional (2%). No entanto, o seu peso económico é expressivamente maior, como demonstra o peso relativo do sector face ao valor acrescentado bruto nacional (7%) e, principalmente, o seu peso nas exportações nacionais (25%).

Quando analisado no contexto global da indústria transformadora, o sector ME apresenta uma grande expressividade atingindo, em 2011, cerca de 32% do total do seu Valor Acrescentado Bruto, 30% do emprego e 34% das exportações.

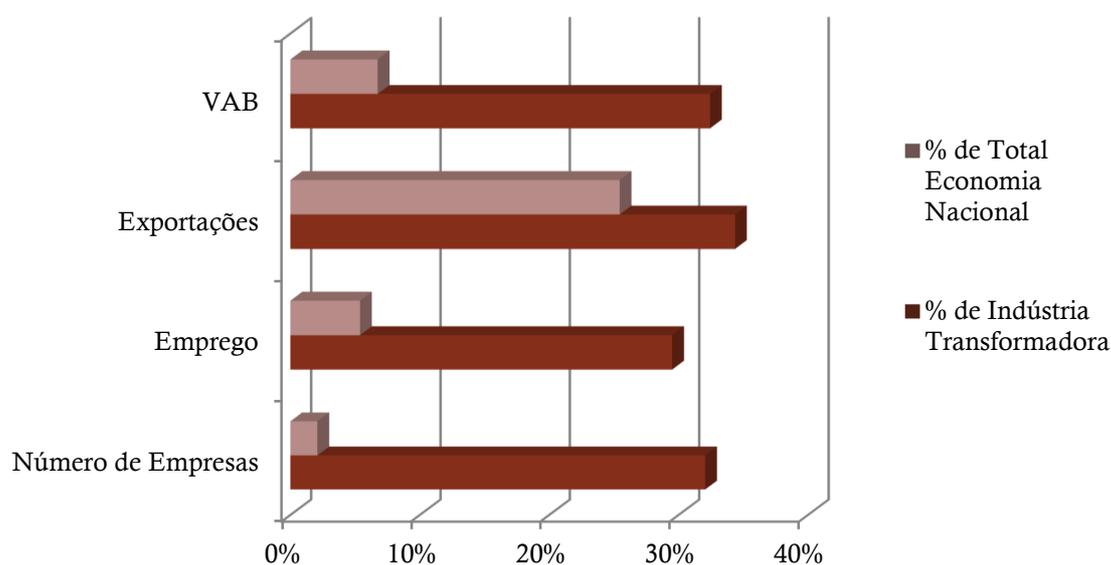


Figura 7. Peso relativo do sector ME no contexto mais abrangente da indústria transformadora e na economia global Portuguesa, no ano 2011. INE¹⁷/ANEME¹⁸

Como se constata na Figura 7, o sector ME contribui fortemente para as exportações portuguesas. A Figura 8 mostra os principais destinos de exportação do sector ME. O mercado Europeu representa uma parcela muito significativa (mais de 60%) das exportações do sector, com destaque para Espanha, Alemanha e França. Nas exportações extracomunitárias, Angola e China surgem como os principais mercados de exportação.

¹⁷ INE, Estatísticas da Produção Industrial 2011

¹⁸ ANEME, Anuário da Metalurgia e Electromecânica, 27ª Edição, 2013

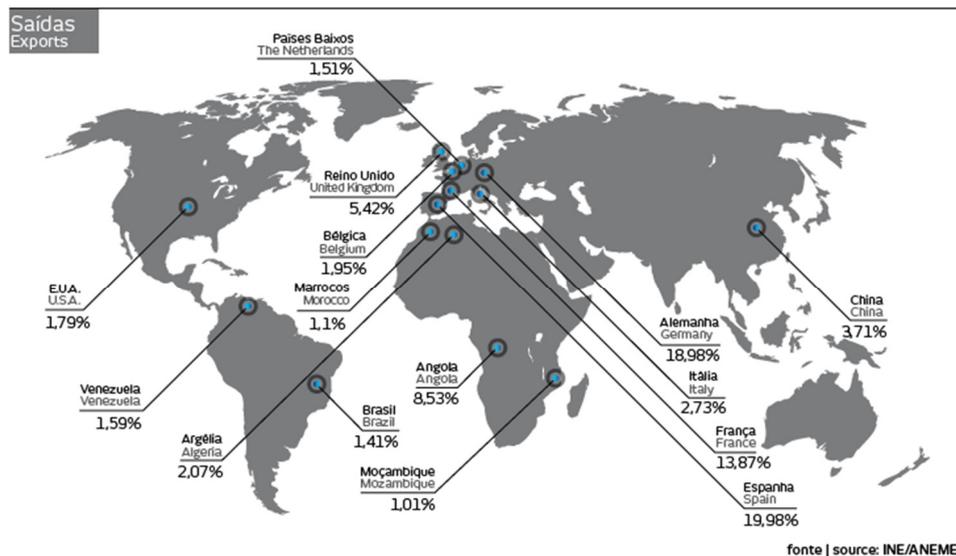


Figura 8. Principais destinos das exportações do sector ME, no ano 2012.

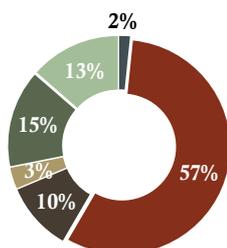
Os subsectores ME

A grande diversidade de produtos gerados no seio do sector ME torna pertinente um análise *subsectorial*. A Tabela 2 e a Figura 9 apresentam informação socioeconómica desagregada pelo subsectores do sector ME, relativa ao ano 2011.

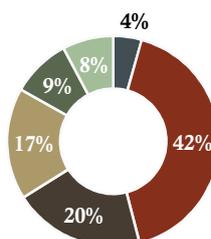
Tabela 2. Informação socioeconómica do sector Metalúrgico e Eletromecânico, para o ano 2011, em Portugal. Fonte: INE¹⁰ / ANEME¹¹

Código CAE	Subsectores	Empresas (nº)	Emprego (nº)	Exportações (10 ⁶ €)	VAB (10 ⁶ €)
CAE 24	Indústria Metalúrgica base	368	8686	2102	349
CAE 25	Fab. Produtos Metálicos	13146	83801	2023	1808
CAE 28	Fab. Máquinas e Equipamentos	2399	40293	1784	1376
CAE's 29 & 30	Fab. Material de Transporte	738	34455	5727	1202
CAE 33	Reparação e Man. De Máquinas e Equipamentos	3388	18247	0	493
-	Outras Ind. Metalúrgicas e Electromecânicas	3138	15607	2196	3208
	Total MM	23177	201089	13832	5549
	Total Indústria Transformadora	72286	681474	40245	17106
	Total Nacional	1112000	3735340	42828	82242

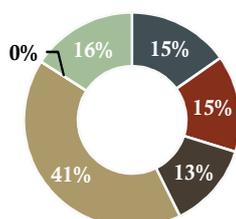
Número de Empresas



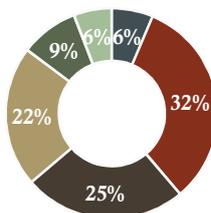
Emprego



Exportações



VAB



- Indústria Metalúrgica Base
- Fab. Produtos Metálicos
- Fab. Máquinas e Equipamentos
- Fab. Material de Transporte
- Reparação e Man. De Máq. e Equipamentos
- Outras

Figura 9. Peso relativo dos subsectores do sector ME em relação ao número de empresas, número de colaboradores, valor de exportações e valor acrescentado bruto, no ano 2011. Fonte: INE¹⁰ / ANEME¹¹

Dentro sector ME, o fabrico de produtos metálicos (CAE 25) é a que apresenta maior expressividade em termos de número de empresas e colaboradores; nas exportações, o fabrico de veículos automóveis e outros (CAE 28 e 29) é, de longe, a mais representativa; em relação ao valor acrescentado bruto (VAB), excluindo o conjunto de atividades classificadas como “*Outras indústrias ME*”, é o produtos metálicos (CAE 25) que apresenta a maior contribuição.

Distribuição geográfica do sector ME

A distribuição geográfica (NUTS II) do sector ME em relação aos indicadores socioeconómicos indica uma concentração desta indústria nas zonas Norte, Centro e Lisboa - Figura 10.

Utilizando um maior nível de resolução geográfica (NUTS III), a informação sobre o número de empresas e de emprego no sector mostra a localização da indústria no litoral, entre o Minho e a Península de Setúbal, com maior relevância para sete NUTS III fortemente industrializadas do nosso país: Grande Porto, Baixo Vouga, Grande Lisboa, Entre Douro e Vouga, Península de Setúbal, Pinhal Litoral e Ave. A distribuição territorial do sector ME (Figura 11) parece delimitar dois *clusters* de base regional: um em torno do Grande Porto/Baixo Vouga e outro em torno da Grande Lisboa/Península de Setúbal.

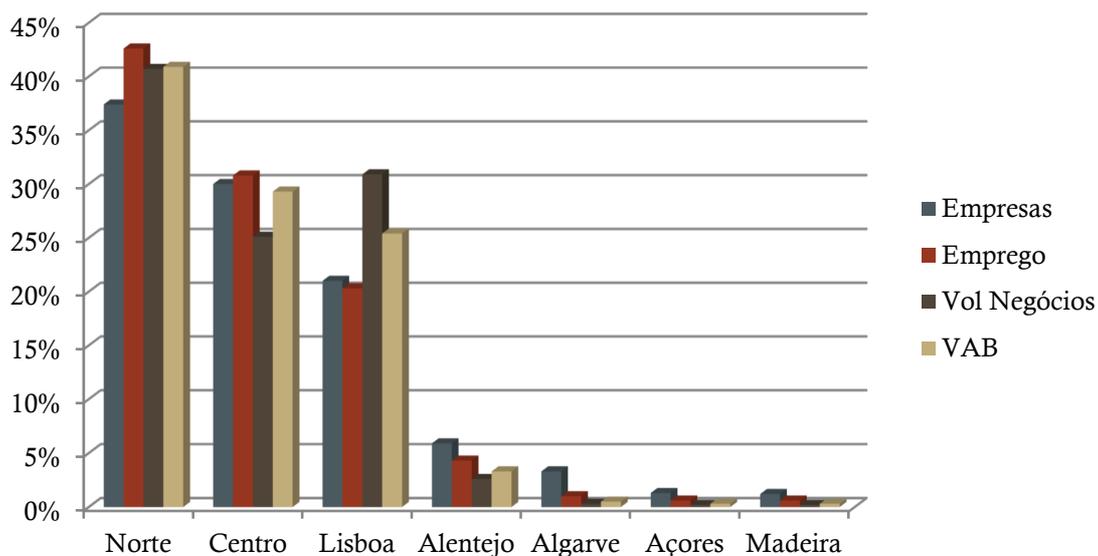


Figura 10. Distribuição regional (NUTS II) da indústria ME em relação ao número de empresas, emprego, volume de negócios e VAB, no ano 2011. Fonte: ANEME¹¹

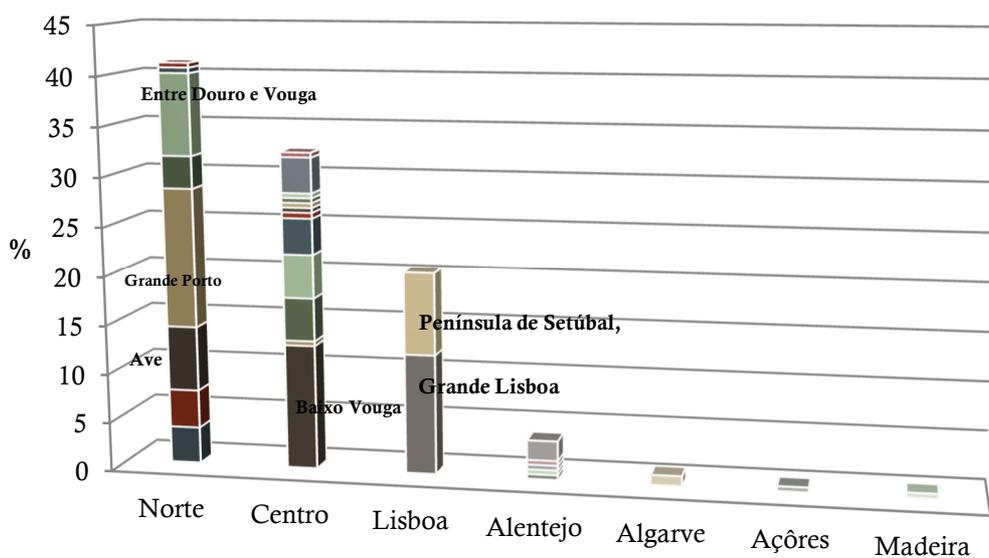


Figura 11. Distribuição geográfica (NUTS II e III) da indústria ME em relação ao número de colaboradores. Fonte: Augusto Mateus & Associados¹⁹

¹⁹ Augusto Mateus & Associados, Sector Metalúrgico e Metalomecânico: Diagnóstico Competitivo e Análise Estratégica, 2011

Processo Produtivo no sector Metalúrgico e Eletromecânico

Apesar da diversidade de atividades e produtos gerados no sector ME, o processo produtivo do sector pode ser genericamente representado (Figura 12). Como já referido, os produtos deste sector são muito diversos, podendo referir-se entre os mais relevantes: estruturas metálicas para construção, embalagens, máquinas, moldes, automóveis, e material circulante para caminhos-de-ferro.



Figura 12. Esquemática do processo geral de produção aplicável ao sector metalúrgico e eletromecânico. Fonte: AEP²⁰

De uma maneira geral, podem separar-se dois grandes tipos de indústria no sector ME: a metalurgia de base e as restantes indústria electromecânicas.

As indústrias metalúrgicas têm como atividade produtiva principal os processos de fundição dos vários tipos de metais. O processo de fabrico das indústrias básicas baseia-se essencialmente na fundição injetada, em coquilha e na moldação em areia no caso dos metais não ferrosos, e exclusivamente na moldação em areia no caso dos metais ferrosos. Algumas indústrias podem incorporar operações metalomecânicas nos seus processos de fabrico.

As restantes indústrias dedicam-se essencialmente à transformação e fabricação de produtos e máquinas, utilizando para isso diversas operações metalomecânicas. O processo de fabrico pode divergir entre as várias indústrias deste segmento, consoante o tipo de produto fabricado.

Nas próximas secções são apresentados as principais atividades, tal como apresentadas na Figura 12, que podem constituir o processo de produção de indústrias do sector ME.

²⁰ Manual de Produção + Limpa – Indústria Metalomecânica

Transformação

Fundição

A fundição consiste na transformação de metais e ligas metálicas tendo como ponto de partida o metal no estado líquido ou fundido que é vazado para o interior de um molde, no qual existe uma cavidade que corresponde ao negativo da peça a fabricar. A fundição é um processo que permite a obtenção de peças definitivas, com uma grande variedade de aplicações, possibilitando, ainda, a produção de lingotes, os quais são posteriormente submetidos a processos de conformação mecânica e transformados até às suas formas finais. O processo de fundição pode ocorrer utilizando diferentes processos: moldação em areia, fundição em coquilha, fundição sob pressão, fundição por centrifugação ou fundição de precisão.

Corte

O corte é um processo de conformação pelo qual se aplicam forças de corte suficientes, que provocam o rompimento do metal no plano de corte. Processos de corte habitualmente utilizados: corte com prensa; com guilhotina; por laser; puncionamento, erosão por fio.

Maquinagem

O processo de maquinagem pode ser classificado como convencional ou não convencional.

Maquinagem convencional pode ser descrita como um processo mecânico pelo qual a peça resultante é produto de um processo de remoção de material. Entre os processos convencionais contam-se: fresagem, aplainamento, brochagem, furação e torneamento.

Na maquinagem não convencional utiliza-se uma fonte de energia não tradicional, mais especificamente química, eléctrica ou térmica, ao invés da energia mecânica usada tradicionalmente. Aplica-se quando os metais a serem trabalhados são de maquinabilidade dificultada, como é o caso dos aços temperados, carbonetos sinterizados, ferros fundidos brancos e cerâmicos. Entre os processos não convencionais: electroerosão, maquinagem por feixe de electrões, maquinagem electroquímica, maquinagem por ultrassons, maquinagem por laser.

Soldadura

A soldadura é o processo pelo qual se pretende obter a união localizada e permanente de materiais, com ou sem fusão das extremidades em que se pretende estabelecer a união. Pode ser feito com ou sem utilização de um metal de adição, com vista a garantir a continuidade metálica da ligação, com propriedades mecânicas similares ou superiores às propriedades do material base. Processos de soldadura: por arco eléctrico, por arco submerso, por resistência, etc.

Preparação de Superfície

A preparação das superfícies é uma operação indispensável e obrigatória sempre que as peças sejam sujeitas a tratamentos superficiais posteriores. Esta operação também pode englobar a lavagem / desgorduramento das peças após a fase de maquinagem, uma vez que o material, na maioria das vezes, vem impregnado de óleos ou emulsões de lubrificação. O objectivo principal desta operação é eliminar as impurezas que se encontram na superfície das peças.

Mecânica

As superfícies sofrem um processo de lixamento ou polimento.

Desgorduramento

O desgorduramento tem como objectivo limpar totalmente a superfície das peças de gorduras, óleos, lubrificantes, resíduos de polimento, poeiras, resíduos de soldadura, etc. O desgorduramento é feito obrigatoriamente sempre que a peça metálica passe por um processo de revestimento da sua superfície. Assim, o tratamento e o método de desgorduramento utilizado dependem do estado da peça, do material e de tratamentos subsequentes.

Podem ser utilizados 3 tipos de agentes: solventes orgânicos (hidrocarbonetos clorados), soluções alcalinas e emulsões. Já os métodos utilizados são: imersão em substância líquida ou em vapor (a quente ou a frio), projecção do solvente sobre a peça, ultrassons e electrólise

Decapagem

A decapagem tem por objectivo eliminar os óxidos que se formam na superfície das peças metálicas para que os tratamentos posteriores (por exemplo, a aplicação de um revestimento) tenham uma aderência perfeita e homogénea.

Existem 3 métodos: decapagem mecânica (conseguida através da projecção de jactos de areia ou granalha), decapagem electroquímica (as peças são mergulhadas numa solução e podem ser o ânodo, o cátodo ou ser atravessadas por uma corrente alternada) e a decapagem química (as peças são mergulhadas em soluções específicas).

Proteções temporárias

A aplicação de proteções temporárias tem por objectivo conferir um certo grau de isolamento à superfície da peça para se evitarem agressões exteriores tais como abrasão, rasuras, corrosão, etc.

Este processo é utilizado quando as peças necessitam de ser armazenadas temporariamente, transportadas ou simplesmente quando existe um espaço de tempo de espera entre várias etapas do processo de fabrico.

Tratamento de Superfícies

Na sequência da preparação da superfície das peças metálicas surge o tratamento de superfícies (metalização, electrodeposição, galvanização).

Metodologia de inventariação de emissões de GEE

A emissão de gases de efeito de estufa (GEE) e a sua relação com o fenómeno conhecido como alterações climáticas tem sido estudado detalhadamente ao longo dos últimos anos. Para além das causas naturais que poderão influenciar o clima do planeta, é hoje (quase) unanimemente aceite pela comunidade científica que a ação humana é responsável pelas alterações climáticas que testemunhamos atualmente. O 4º Relatório de Avaliação do IPCC²¹ indica com um grau de probabilidade de superior a 90%, do homem ser responsável pelo aquecimento global que se tem registado nos últimos 100 anos. A emissão de GEE conduz a um aumento do efeito de estufa da atmosfera e que por sua vez resulta no aumento global da temperatura do planeta.

As atividades industriais, como consumidoras intensivas de energia e responsáveis pela extração e transformação de matérias-primas, são responsáveis, de forma direta (processos industriais) e indireta (consumo de energia e solventes), por uma parcela significativa da emissão total de GEE.

²¹ IPCC, Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007

Pegada de Carbono: conceito e abordagem metodológica

A Pegada de Carbono é uma metodologia que oferece diretrizes para quantificar a emissão de GEE de uma população, sistema ou atividade, considerando todas as fontes, sumidouros e armazenamento dentro do limite temporal e espacial da população, sistema ou atividade de interesse. O cálculo da Pegada de Carbono é habitualmente apresentado como a quantidade de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) emitido, usando o potencial de aquecimento global relevante (GWP100) para cada um dos gases emitidos (CO₂; CH₄; N₂O; HFC; PFC; SF₆).

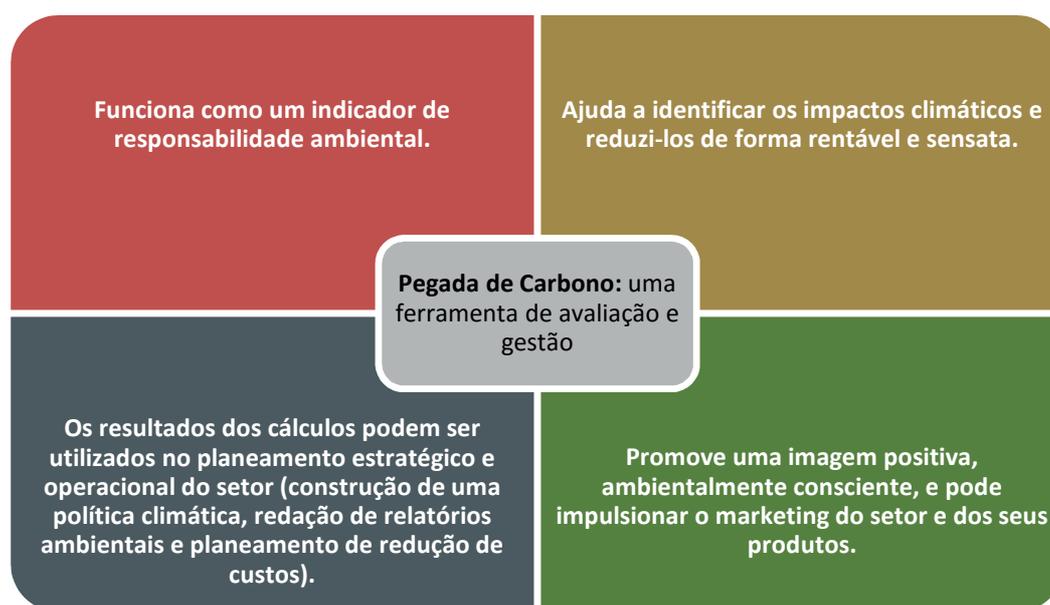


Figura 13. Principais benefícios da adoção da Pegada de Carbono.

O *GHG Protocol*²² é a ferramenta de contabilidade mais utilizada pelos líderes governamentais e empresariais para entender, quantificar e gerir as emissões de gases de efeito estufa. Esta ferramenta serve de base para realizar a inventariação e quantificação dos GEE neste estudo. O *GHG Protocol* é composto por quatro normas:

1. *Corporate Accounting and Reporting Standards (Corporate Standard)*²³: direcionada para as organizações, esta norma apresenta metodologias para a realização do inventário e relatório de todas as emissões de GEE que as mesmas produzem.
2. *Project Accounting Protocol and Guidelines*: norma direcionada para o cálculo das reduções de emissões de GEE relativas a projetos específicos de mitigação de mudanças climáticas.
3. *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*: esta norma é um suplemento da *Corporate Standard* e aborda o cálculo mais pormenorizado das

²² GHG Protocol website, www.ghgprotocol.org

²³ WBCSD, A Corporate Accounting and Reporting Standard, 2004

emissões do *Scope 3*. Permite às empresas avaliar todo o impacto das emissões de cadeia de valor e identificar as formas mais eficazes para reduzir as emissões.

4. *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*: esta norma deve ser usada ao nível do produto, de forma a entender as emissões do seu ciclo de vida e concentrar esforços nas maiores oportunidades de redução de GEE.

Neste trabalho pretende-se realizar o cálculo da pegada de carbono de um sector industrial: sector Metalúrgico e Eletromecânico. A *Corporate Standard*, ainda que orientada para a utilização de organizações a nível individual, foi utilizada e adaptada neste contexto. De realçar ainda que a natureza diversa dos subsectores e correspondentes produtos do sector ME torna muito complexo o cálculo das emissões de *Scope 3* num estudo que se quer global. Nesse sentido, o cálculo deste tipo de emissões será restrito a algumas fontes de emissão.

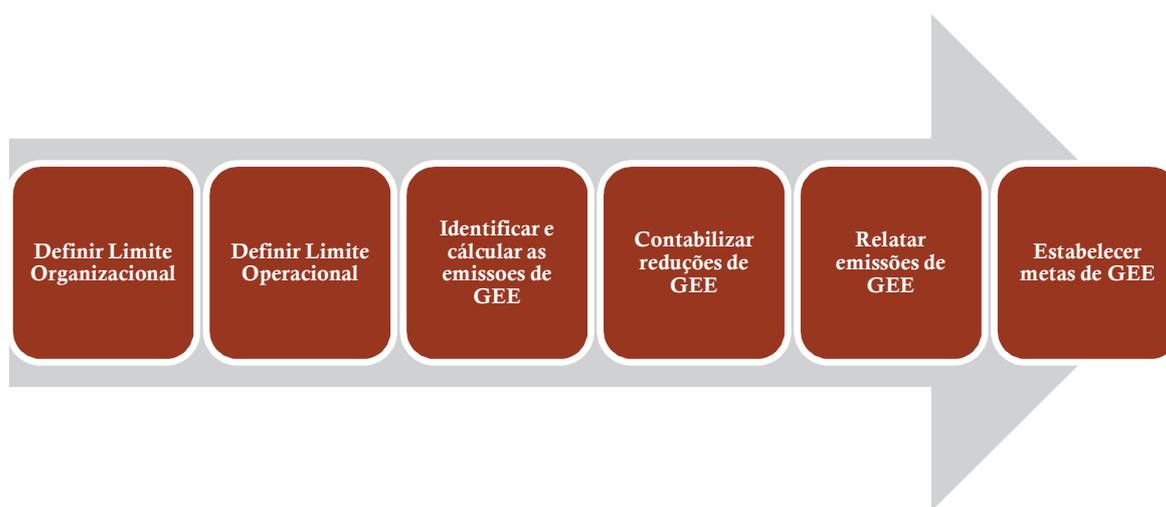


Figura 14. Principais etapas para a realização do cálculo da Pegada de Carbono de acordo com o GHG Protocol.

A Figura 14 apresenta as principais etapas para a realização do cálculo da pegada de carbono. No âmbito deste trabalho, irão ser aplicadas apenas as três primeiras etapas, pelo que as mesmas serão caracterizadas com detalhe nas próximas secções.

ETAPA 1. Definir Limite Organizacional

O *GHG Protocol* sugere dois tipos de abordagens para consolidação das emissões de GEE de uma empresa: a abordagem de controlo e a participação de capital.

- Na abordagem de controlo, uma empresa responde por 100% das emissões de GEE das operações que controla, devendo definir se esse controlo é de índole financeira ou operacional.
- A abordagem de participação de capital reflete os interesses e relações económicas. Uma empresa regista as emissões de GEE decorrentes das operações, conforme a sua participação de capital na operação.

No âmbito deste trabalho, e tendo em conta que se trata de uma avaliação sectorial e não a uma organização individual, a definição do âmbito organizacional traduz os subsectores incluídos na avaliação da Pegada de Carbono (Tabela 3).

Tabela 3. Subsectores os sectores ME incluídos na avaliação da Pegada de Carbono

Código CAE	CAE 24	CAE 25	CAE 27	CAE 28	CAE 29	CAE 30
Subsector ME	Indústrias metalúrgicas de base	Fabricação de produtos metálicos	Fabricação de equipamento elétrico	Fabricação de máquinas e de equipamentos	Fabricação de veículos automóveis, e componentes para veículos automóveis.	Fabricação de outro material de transporte

Para além da definição do âmbito sectorial, este estudo está também condicionado do ponto de vista geográfico. Pretende-se neste estudo calcular a Pegada de Carbono do sector ME a dois níveis:

- i. Nacional,
- ii. Regional, limitado às regiões Norte, Centro e Algarve (NUTS II).

Os dados recolhidos e utilizados neste trabalho refletem a realidade regional ou nacional do(s) (sub)sector, pelo que se assume que essa informação diz respeito a operações que as empresas controlam. Assim, foi assumido que o limite organizacional deste estudo se baseia na capacidade de controlo operacional das empresas da indústria (abordagem de controlo).

ETAPA 2. Definir Limite Operacional

Após a determinação dos limites organizacionais, devem-se estabelecer os limites operacionais da análise. Esta etapa envolve a identificação das emissões associadas com as suas operações, classificando-as como emissões diretas (Âmbito 1) ou indiretas (Âmbito 2 e 3) – Figura 15.

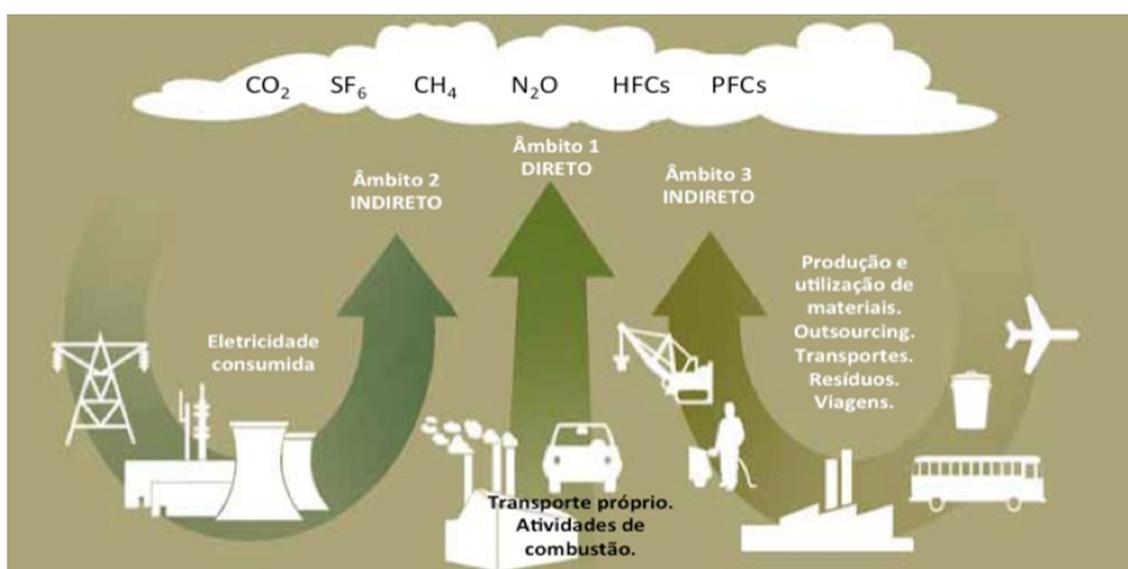


Figura 15. Âmbito (1,2 e 3) de cálculo de emissões diretas e indiretas. Fonte: Pacific Carbon Trust²⁴

²⁴ <http://www.pacificcarbontrust.com/buying-offsets/how-it-works/>

Esta análise vai englobar os âmbitos 1, 2 e 3. No entanto, uma vez que se trata de uma análise sectorial, o cálculo de emissões de âmbito 3 será limitado a um conjunto restrito de fontes de emissão comuns a todos os subsectores do sector ME (Tabela 4).

ETAPA 3. Identificar e calcular as emissões de GEE

O cálculo de emissões de GEE deve seguir passos descritos nos pontos seguintes.

i. Identificar as fontes de emissão de GEE

As emissões ocorrem tipicamente através das seguintes categorias de fontes: combustão estacionária; combustão móvel; emissões de processo; fuga de emissões. Na Tabela 4 são apresentadas as fontes de emissão consideradas neste trabalho para os três âmbitos considerados no limite operacional da análise.

Tabela 4. Limite operacional e fontes de emissão identificadas para a análise do sector ME.

*Âmbito 1 – Emissões Diretas	Âmbito 2 – Emissões Indiretas	**Âmbito 3– Emissões Indiretas
Combustão Estacionária Caldeiras; motores; fornos	Consumo de Eletricidade	Transporte do produto Exportações
Combustão Móvel Frota de veículos		Tratamento de resíduos Incineração
Processo de Produção <u>Metalurgia</u> Emissões de CO ₂ : calcinação; elétrodos de carbono <u>Electromecânica</u> Emissões de COV's: utilização de tintas e solventes		Consumo de Água

Âmbito 1

Neste trabalho foram consideradas duas fontes de emissão relativas aos processos de produção, associadas respetivamente à Metalurgia de Base (CAE 24) e aos restantes subsectores da Eletromecânica (CAE's 25, 28, 29 e 30).

O sector metalúrgico e a produção de metais apresenta emissões de GEE ao longo das diferentes etapas dos processos de produção, principalmente na indústria do ferro e aço. Globalmente, esta indústria consiste em:

- Instalações integradas de produção de ferro e aço.
- Instalações de produção secundária de aço.
- Instalações de produção de ferro.
- Instalações de produção de coque metalúrgico.

Neste momento, Portugal possui apenas instalações de produção secundária de aço⁴ com utilização de fornos de arco elétrico (*Electric Arc Furnaces* – EAF). Neste tipo de processo de produção devem ser contabilizadas duas fontes de emissão: a calcinação de carbonatos utilizados no processo (CaCO_3 ou MgCO_3); e as emissões provenientes da utilização de elétrodos de carbono nos fornos.

Ainda que o processo de produção das indústrias pertencentes ao sector ME seja muito vasto e diverso, a utilização de tintas e solventes é comum a grande parte das indústria electromecânicas. A utilização de tintas e solventes é uma fonte significativa de emissões de compostos orgânicos voláteis exceto metano (COVNM). Nesse sentido, considera-se neste trabalho que na indústria electromecânica devem ser contabilizadas as emissões de COVNM's decorrentes da utilização de tintas e solventes.

Âmbito 3

O cálculo de emissões relativas ao transporte do produto final e do consumo de água da rede de distribuição está dependente da obtenção de dados fiáveis junto de uma amostra de empresas do setor MM (ver ponto 3 deste subcapítulo).

ii. Selecionar uma metodologia de cálculo para as emissões de GEE

As diretrizes IPCC²⁵ oferecem um conjunto de metodologias e técnicas de cálculo das emissões de GEE, que vão desde a monitorização direta à aplicação de fatores de emissão. Tipicamente, o cálculo das emissões é efetuado através da aplicação de fatores de emissão a um conjunto de dados de atividade. A Tabela 5 apresenta uma vista geral das metodologias de cálculo aplicadas neste trabalho.

Tabela 5. Metodologias de cálculo utilizadas para cada fonte de emissão identificada neste trabalho.

Fontes de emissão	Metodologia de cálculo
Combustão Estacionária	Consumo de Combustível x Fator de emissão
Combustão Móvel	Consumo de Combustível x Fator de emissão
Emissões do Processo	
Produção de Ferro e Aço	Metodologia <i>GHG Protocol</i> específica para fabrico de aço através de EAF
Calcinação	
Elétrodos de C	
Metalomecânica	Produção x Fator de Emissão Consumo Tintas e Solventes x Fator de Emissão
Eletricidade	Consumo x Fator de emissão
Água	Consumo x Fator de Emissão
Resíduos	Metodologia <i>IPCC</i> para Resíduos
Transporte	Metodologia <i>GHG Protocol</i>

²⁵ IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

De uma forma geral, pode-se apresentar como fórmula base para o cálculo de emissões de GEE:

$$\text{Emissão GEE} = \text{Dados de Actividade} \times \text{Fator de Emissão} \quad \text{Eq. 1}$$

Nas próximas secções ir-se-ão apresentar em pormenor as metodologias de cálculo apresentadas na Tabela 5.

Combustão Estacionária e Móvel

As emissões de GEE provenientes da queima de combustíveis em caldeiras, motores estáticos ou veículos são calculadas utilizando a fórmula-base apresentada pela Equação 1. No entanto, são necessários alguns cálculos intermédios para uniformizar as unidades de medição e englobar todos os GEE. Assim, para o combustível c :

$$\text{Emissões GEE}_c(\text{ton CO}_2\text{e}) = \text{Cons}_c(\text{ton}) \times \text{LHV}_c \left(\frac{\text{GJ}}{\text{ton}} \right) \times \sum \left(\text{FE}_{g,c} \left(\frac{\text{ton g}}{\text{GJ}} \right) \times \text{PAG}_g \right) \quad \text{Eq. 2}$$

Onde,

Cons_c – Quantidade consumida de combustível c

LHV_c – Low Heating Value do combustível c - Tabela 6

$\text{FE}_{g,c}$ – Fator de emissão do GEE G (CH_4 , CO_2 , N_2O) para o combustível c

PAG_g – Potencial de aquecimento global do GEE G - Tabela 7

Tabela 6. LHV dos combustíveis.

Combustíveis	LHV ¹⁰
GPL	46 (GJ/ton)
Diesel	42,6 (GJ/ton)
Carvão	17,2 (GJ/ton)
Gás Natural	38 (MJ/Nm ³)

Tabela 7. Potencial de aquecimento global dos GEE.

GEE	PAG (100 anos) ⁴
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

Emissões do Processo

Em relação às emissões de processo é necessário analisar separadamente os setores metalúrgico e electromecânico, uma vez que as emissões inerentes aos seus processos industriais provêm de distintas fontes.

Para efeitos de cálculo das emissões de processo, considera-se que a produção de ferro e aço em Portugal cinge-se apenas à produção secundária de aço (utilizando sucata de aço) realizada em fornos de arco elétrico. O *GHG Protocol* disponibiliza uma metodologia de cálculo específica para o sector do ferro e aço²⁶. Esta apresenta uma fórmula de cálculo específica para emissões de CO₂ em fornos de arco elétrico:

$$\text{Emissões CO}_2(\text{kg}) = \left[F_{\text{CaCO}_3}(\text{kg}) \times FC_{\text{CaCO}_3} \left(\frac{\text{kg C}}{\text{kg CaCO}_3} \right) + E(\text{kg}) \times FC_E \left(\frac{\text{kg C}}{\text{kg E}} \right) \right] \times \frac{44}{12} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde,

F_{CaCO_3} – Quantidade (fluxo) de carbonatos consumida

FC_{CaCO_3} – Fator de Carbono do fluxo de carbonato²¹ = 0.12

E – Quantidade de elétrodos de carbono consumidos

FC_E – Fator de Carbono dos elétrodos²⁷ = 0.82

Dependendo do tipo de informação disponível, a Equação 3 pode ser modificada para efetuar o cálculo de emissões de CO₂. Na ausência de informação relativa à quantidade de elétrodos consumida pode ser utilizado um fator de emissão associado à produção de aço. Nesse caso, na equação 3 substitui-se $E(\text{kg}) \times FC_E \left(\frac{\text{kg C}}{\text{kg E}} \right)$ por $P_{\text{aco}}(\text{ton}) \times FC_{\text{aço}} \left(\frac{\text{kg C}}{\text{ton aço}} \right)$, onde $FC_{\text{aço}}$ assume o valor $0,0015 \left(\frac{\text{kg C}}{\text{ton aço}} \right)$ ²⁸.

Nas indústrias electromecânicas consideraram-se, para efeitos de cálculo das emissões de processo, as emissões de COVNM resultantes da utilização de tintas e solventes. Para tal utiliza-se a metodologia de cálculo IPCC²², que considera que 85% da massa de emissões de COVNM são carbono e que serão convertidas em CO₂ na atmosfera:

$$\text{Emissões CO}_2(\text{kg}) = \text{COVNM}(\text{kg}) \times \frac{44}{12} \times 0,85 \quad \text{Eq. 4}$$

O cálculo de emissões COVNM relativo à utilização de tintas em contexto industrial é efetuado através da fórmula:

$$\text{COVNM}(\text{kg}) = \text{Tinta}(\text{kg}) \times FE_{\text{Tinta}} \left(\frac{\text{kg COVNM}}{\text{kg Tinta}} \right) \quad \text{Eq. 5}$$

Onde,

²⁶ EPA, 2003. The Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol - Direct Emissions from Iron & Steel Production

²⁷ Chapter 4 - Metal Industry Emissions - IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

²⁸ EPA, Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol, 2003

FE_{Tinta} – Fator de emissão de tinta²⁹ = 0,4 kg COVNM/kg tinta

O sector automóvel pode ser abordado utilizando uma metodologia de cálculo mais específica (Eq.6). O fator de emissão difere entre automóveis e outros tipos de transporte. Esta diferença baseia-se nas mais altas estratégias e tecnologias de controlo de emissões disponíveis na produção automóvel²⁰.

$$COVNM (kg) = n^{\circ} \text{ de veículos } (kg) \times FE_{Tinta} \left(\frac{kg \text{ COVNM}}{n^{\circ} \text{ de veículos}} \right) \quad \text{Eq. 6}$$

Onde,

FE_{Tinta1} – Fator de emissão de tinta²⁰ = 0,8 kg COVNM/veículo automóvel

FE_{Tinta2} – Fator de emissão de tinta²⁰=8 kg COVNM/outro tipo de veículo

A utilização de solventes na indústria de metais está relacionada com operações de desengorduramento e limpeza de materiais e produtos. A metodologia²² de cálculo adotada assume que todos os solventes utilizados na indústria evaporam, pelo que a emissão de COVNM é igual à massa de solventes utilizados (aplicação direta da Eq. 4).

Eletricidade

O cálculo das emissões resultantes do consumo de eletricidade está dependente dos combustíveis e tecnologias utilizadas na sua geração. Assim, com base no *mix* de combustíveis e tecnologias, a APA²⁵ calcula e emite anualmente um fator de emissão de CO₂e para a eletricidade³⁰. A fórmula de cálculo:

$$\text{Emissão GEE (CO2e)} = \text{Consumo Eletricidade (GWh)} \times FE_{Elet} \left(\frac{\text{ton CO2e}}{\text{GWh}} \right) \quad \text{Eq. 7}$$

Onde,

FE_{Elet} – Fator de emissão de eletricidade²⁵ = 375 ton CO₂e/GWh

Água

A emissão de GEE no consumo de água está relacionada com as atividades de captação, tratamento e distribuição de água na rede. A fórmula de cálculo para calcular a emissão de GEE contabilizada através do consumo de água da rede de distribuição é calculada de modo similar à eletricidade:

$$\text{Emissão GEE (CO2e)} = \text{Consumo Água (GWh)} \times FE_{Água} \left(\frac{\text{ton CO2e}}{\text{m}^3} \right) \quad \text{Eq. 8}$$

²⁹ EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013

³⁰ APA, <http://www.apambiente.pt>

Onde,

$FE_{\text{Água}}$ – Fator de emissão da água³¹ = 0,8 kg CO₂e/m³

Resíduos

Para calcular as emissões de GEE associado à geração e tratamento de resíduos recorre-se às diretrizes IPCC³² para esta fonte de emissões. A metodologia IPCC separa o impacto do tratamento de resíduos em três categorias:

- Emissões de CH₄ em aterros de resíduos sólidos.
- Emissões no tratamento de águas residuais
- Emissões na incineração de resíduos

A expectável diminuta carga orgânica dos resíduos e efluentes industriais do sector resultou na sua não contabilização no inventário de emissões. Por outro lado, as emissões resultantes da incineração de resíduos industriais são contabilizadas de acordo com a metodologia IPCC para este destino final de resíduos (Eq. 9). Considera-se que os resíduos encaminhados para incineração são resíduos perigosos.

$$\text{Emissão GEE (CO}_2\text{e)} = \sum_i \left(IW_i \times CCW_i \times FCF_i \times EF_i \times \frac{44}{12} \right) \quad \text{Eq. 9}$$

Onde,

i – tipo de resíduo (resíduo sólido urbano, resíduo perigoso, resíduo hospitalar, lama de etar)

IW_i – quantidade de resíduo do tipo i incinerado

CCW_i – fração de conteúdo carbónico do resíduo tipo i

FCF_i – fração de carbono fóssil do resíduo tipo i

EF_i – Eficiência de combustão do incinerador para o resíduo tipo i

Transporte de produtos

Para efeitos de cálculo da Pegada de Carbono, neste trabalho, consideraram-se apenas as emissões do transporte de produtos exportados. O cálculo das emissões resultantes da exportação de produtos para o seu destino segue a metodologia proposta pelo *GHG Protocol*³³ e que se baseia na fórmula básica de cálculo apresentado pela Eq.1:

³¹ Euronatura, AmbiCidades – A Resposta das Cidades às Alterações Climáticas, 2009

³² IPCC, Chapter 5 - Waste Emissions - IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2006

³³ EPA, The Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol - Optional Emissions from Commuting, Business Travel and Product Transport, 2008

$$Emissões\ GEE_c(ton\ CO_2e) = Transporte_t(ton.\ km) \times \sum \left(FE_{g,i} \left(\frac{ton\ g}{ton.km} \right) \times PAG_g \right) \quad Eq. 10$$

Onde,

t – tipo de transporte (camião, comboio, avião, barco)

Transporte_t – Quantidade de produtos transportada pelo tipo de transporte t

FE_{g,t} – Fator de emissão do GEE g (CH₄, CO₂, N₂O) do transporte t

PAG_g – Potencial de aquecimento global do GEE g

Como descrito na secção “Metodologia de inventário de emissões”, o cálculo das emissões de GEE decorrentes do transporte dos produtos exportados está dependente da disponibilidade de três tipos de informação:

- 1) A quantidade, medida em toneladas, de produtos exportados.
- 2) O destino das exportações e distância percorrida no seu transporte.
- 3) O tipo de transporte utilizado.

Mais uma vez se refere que a dificuldade na obtenção das quantidades de produtos exportados limitou o cálculo de emissões de GEE a dois subsectores do sector ME: Metalurgia de Base (CAE 24) e Produção de Veículos automóveis (CAE 29). Em relação a estes dois subsectores foi possível obter, de forma mais ou menos direta, a quantidade de produtos exportados (medidos em toneladas):

- No caso da CAE 24, os valores de produção existentes nas bases de dados estatísticos estão avaliados em *toneladas de produtos*.
- Para o subsector CAE 29, considerou-se, para efeito de cálculo de emissões de GEE no transporte de exportações, apenas a produção de veículos automóveis. Ou seja, o cálculo das emissões resultantes da exportação de produtos deste sector será sempre bastante conservador, uma vez que para além da produção de veículos o sector engloba também indústria responsável pela produção de componentes dos mesmos e que são exportados como tal. Esta parcela de produção não foi contabilizada, mais uma vez, pela dificuldade em quantificar a sua produção em termos de peso. Assim, o volume de exportações (avaliado em toneladas) utilizado para efeitos de cálculo de emissões será menor do que o real. Os valores de produção deste tipo de produto estão contabilizados estatisticamente por *número de veículo produzido*. De maneira a traduzir a produção deste subsector em toneladas, assumiu-se um peso médio de 1,4 toneladas por veículo automóvel.
- De forma a quantificar os produtos exportados, assumiu-se uma relação direta entre as vendas de produtos (€) e a quantidade de produtos exportada (ton). Este pressuposto revelou-se necessário uma vez que as bases de dados estatísticos quantificam as exportações apenas em termos financeiros (€). Como tal, para efeito de cálculo das emissões de GEE nas exportações, considera-se que 5% das exportações avaliadas em € correspondem à mesma percentagem das exportações avaliadas em *ton*.

Também nesta avaliação das emissões de GEE no transporte de mercadorias exportadas surge a necessidade de realizar uma análise a nível nacional e uma outra a nível regional

(Norte, Centro e Alentejo). A inexistência de informação sobre o comportamento das exportações a nível regional conduziu ao assumir de que as exportações regionais seguem o mesmo perfil das exportações nacionais.

O cálculo de emissões de GEE na exportação de produtos do sector ME requer ainda a assunção de alguns pressupostos relativos ao destino dos produtos (e correspondente distância percorrida) e o tipo de transporte utilizado:

- A distância entre Portugal e os países que recebem a produção exportada é medida entre capitais. Ou seja, a distância que o produto x percorre para chegar a Espanha é medida pela distância entre Lisboa e Madrid, para chegar a França seria a distância entre Lisboa e Paris, etc.
- O transporte rodoviário é utilizado para produtos exportados para países europeus (excetuando o Reino Unido e Irlanda).
- Restantes destinos de exportação utilizam o transporte marítimo.

iii. Recolher dados de atividade e selecionar os fatores de emissão

Recolha de dados de atividade

Consideraram-se três abordagens possíveis para a recolha de dados de atividade necessários para o cálculo de emissões de GEE de acordo com os limites organizacionais e operacionais já definidos:

1. Recolha de informação disponível, em estudos sectoriais e base de dados estatísticos (nomeadamente pelo INE³⁴ e pela DGEG³⁵), relativa ao sector ME e à resolução geográfica pretendida (NUTS II).
2. Recolha de informação, em estudos sectoriais e base de dados estatísticos, relativa ao sector ME numa escala nacional.
3. Recolha de informação através da consulta direta de uma amostra de empresas pertencentes ao sector ME.

A abordagem 1 (recolha de informação estatística com a resolução geográfica deste trabalho – NUTS II) seria ideal para o cálculo da Pegada de Carbono que se pretende neste trabalho. No entanto, e como se demonstra na Tabela 8, o resultado da pesquisa indica a indisponibilidade de grande parte da informação necessária com a resolução geográfica pretendida (NUTS II).

Neste contexto colocavam-se duas alternativas para completar a recolha de dados: as abordagens 2 ou 3. A abordagem 2 implica a utilização de informação a nível nacional, caracterizando assim o sector ME e subsectores, e utilizando outras metodologias de cálculo para desagregar a informação pela resolução geográfica pretendida (abordagem “*top-down*”). A abordagem 3 envolve o contacto direto (realização de inquérito) com um

³⁴ Site do Instituto Nacional de Estatística, <http://www.ine.pt>

³⁵ Site da Direção Geral de Energia e Geologia, <http://www.dgeg.pt>

conjunto de empresas do sector ME, suficientemente grande para caracterizar adequadamente todos os subsectores e regiões incluídas neste trabalho, de forma a recolher a informação necessária (abordagem “*bottom-up*”).

Teoricamente, a obtenção de informação através do contacto direto a empresas do sector (abordagem 3) dotaria este estudo de dados mais fiáveis e com um menor erro associado aos cálculos necessários. No entanto, a heterogeneidade do sector (isto é, a enorme diversidade de produtos e processos produtivos, inclusivamente dentro de cada um dos diferentes subsectores) e a necessidade de englobar três regiões no estudo implicaria um número muito considerável de empresas a consultar para que a incerteza nos cálculos fosse, de facto, menor. Este facto, aliado ao curto horizonte temporal disponível para a elaboração do trabalho, conduziu à preferência pela realização de uma análise ao sector ME e respetivos subsectores com uma resolução geográfica de nível nacional (abordagem 2).

Ainda assim, existe informação que não se encontra disponível (independentemente da resolução geográfica) nas bases de dados estatísticas, ou, se está disponível, a informação não está desagregada pelos diferentes subsectores do sector MM. Ou seja, o problema da disponibilidade de dados de atividade coloca-se a dois níveis: resolução geográfica e resolução sectorial. O modo como esta indisponibilidade de informação foi superada apresenta-se nos próximos parágrafos.

De modo a superar a falta de dados desagregados por subsectores do sector ME, utilizaram-se as abordagens expostas na Tabela 9. De uma maneira geral, a solução pode resumir-se à utilização de valores específicos de consumo para cada um dos dados de atividade em falta, associando assim o cálculo das emissões a outro tipo de informação tipicamente disponível (neste caso, Valor Acrescentado Bruto ou Volume de Negócios). Os consumos específicos foram recolhidos na bibliografia ou calculados para o efeito.

A indisponibilidade de dados de atividade com a resolução geográfica pretendida (NUTS II) contornou-se considerando a existência de uma relação direta entre os dados de atividade em falta e o Volume de Negócios. Assim, à escala nacional, normalizaram-se os valores de dados de atividade em relação ao Volume de Negócios para cada subsector. Deste modo obteve-se um valor específico (unidade do dado de atividade/€) e, multiplicando esse valor específico pelo valor do Volume de Negócios de um subsector X na região Y, obtém-se o valor do dado de atividade para essa mesma região.

Exemplo: Cálculo do consumo de tintas no subsector de Produção Automóvel nas regiões NUT II alvo desta análise.

Consumo de tintas a nível nacional no subsector = 1.276.616 kg

Volume de Negócios a nível nacional do subsector = 6.400.934.536€

Volume de Negócios no subsector para as regiões alvo = 3.229.032.708€

Consumo específico de Tintas no subsector = $1.276.616 \text{ kg} \div 6.400.934.536 \text{ €} = 0,199 \text{ g/€}$

Consumo de tintas no subsector nas regiões alvo = $0,199 \text{ g/€} \times 3.229.032.708\text{€} = 643 \text{ ton}$

Os dados de atividade relacionados com a exportação de produtos não seguiu o mesmo método de cálculo. Neste caso, assumiu-se para cada uma das regiões NUT II a distribuição geográfica da exportação e a proporção de exportações de nível nacional.

Tabela 8. Disponibilidade, resolução geográfica e fontes de informação de dados de atividade necessários para caracterizar o sector ME e respetivos subsectores.

	Âmbito 1 - Emissões Diretas							Âmbito 2	Âmbito 3 - Outras Emissões Indiretas				
	Combustão estacionária			Emissões do Processo				Combustão móvel	Emissões Indiretas - Eletricidade	Água	Resíduos	Transporte de produtos	
	Consumo de combustível Fonte de informação: DGEG			Fluxos de Carbonatos Fonte de informação: Não Disponível	Consumo de tintas e solventes Fonte de informação: NIR 1990-2012 (fator de emissão)	Emissões dos Eléctrodos de Carbono das EAF (Electric Arc Furnaces) Fonte de informação: IPCC (fator de emissão)	Produção (nível nacional) Fonte de informação: INE – EPI 2013	Consumo de combustível (NUTS II) Fonte de informação: DGEG	Consumo de Eletricidade (NUTS II) Fonte de informação: DGEG	Consumo de água distribuída Fonte de informação: Não disponível	Geração de Resíduos e destino final (nível nacional) Fonte de informação: INE	Destino exportações (nível nacional) Fonte de informação: EPI 2013	% Produção exportada (nível nacional) Fonte de informação: EPI 2013
Derivados de Petróleo (NUTS II)	Carvão (Nível Nacional)	Gás Natural (NUTS II)											
Subsectores Indústria ME													
24 - Metalurgia	X	X	X	N.D.	N.A.	X	X	X	X	N.D.	X	X	X
25 -Produtos Metálicos, Excepto Máquinas e Equip.	X	X	X	N.A.	N.D.	N.A.	X*	X	X	N.D.	X	X	X
27 - Equipamento Eléctrico	X	X	X	N.A.	N.D.	N.A.	X*	X	X	N.D.		X	X
28 - Máquinas e Equipamentos, n.e.	X	X	X	N.A.	N.D.	N.A.	X*	X	X	N.D.		X	X
29 -Veículos Automóveis, Reboques e Componentes	X	X	X	N.A.	N.D.	N.A.	X*	X	X	N.D.		X	X
30 -Outro Equipamento de Transporte	X	X	X	N.A.	X	N.A.	X*	X	X	N.D.		X	X

* Valores de Produção disponíveis em diferentes unidades (ton, nº de unidades produzidas, ou €).

Tabela 9. Tipo de Dados de Atividade em falta e método utilizado para resolver a falta de dados.

Dados de Atividade	Problema	Resolução
Fluxos de Carbonato no fabrico de ferro e aço	Inexistência de informação	Assumiu-se um valor típico de consumo de carbonatos utilizado na literatura: 15-50 kg Carbonatos/ton aço produzido
Consumo de água da rede de distribuição	Existe um valor de consumo global de água no sector industrial.	Diferentes abordagens foram utilizadas, dependendo do subsector: CAE 24 e CAE 29 – assumiu-se um valor típico de consumo de água utilizado na literatura: 2,24 m ³ /ton aço ou ferro produzido e 5m ³ /automóvel produzido. CAE 25, 27, 28 e 30 – calculou-se um consumo específico de água (m ³ de água/€) para o sector da indústria transformadora da UE. Para tal, recolheram-se dados sobre o consumo de água e o Valor Acrescentado Bruto (VAB) da Indústria Transformadora de 4 países da UE, calculou-se o consumo específico de cada um deles e, por fim, assumiu-se um valor médio: 0,00419 m ³ /€
Consumo de tintas e solventes		
Tintas	Existem valores específicos para diversas CAE, incluindo as CAE 29 e 30. Para as restantes CAE do sector ME não há valores.	CAE 25, 27 e 28 – calculou-se um consumo específico de tinta (kg de tinta/€) para o sector da indústria transformadora (exceptuando os sectores têxtil, automóvel e de plásticos) de Portugal. Para tal, recolheram-se dados sobre o consumo de tinta e o Volume de Negócios da Indústria Transformadora em Portugal, e calculou-se assim o consumo específico: 0,00044 kg/€
Solventes	Existe apenas um valor de consumo total de solventes na industria ME	Calculou-se um consumo específico de solventes (kg/€) para o sector da indústria ME de Portugal. Para tal, recolheram-se dados sobre o consumo de solventes e o Volume de Negócios da Indústria ME em Portugal, e calculou-se assim o consumo específico: 0,0000717 kg/€
Geração de resíduos	Existem dois valores: um para a CAE 24 e outro para as restantes CAE do sector ME.	Calculou-se uma geração específica de resíduos (kg/€) para o sector da indústria ME (com exceção da CAE 24) de Portugal. Para tal, recolheram-se dados sobre a geração de resíduos e o Volume de Negócios da Indústria ME em Portugal, e calculou-se assim o consumo específico: 0,0000497 kg/€

Seleção de fatores de emissão

Os fatores de emissão utilizados nos cálculos da pegada de carbono do sector ME estão resumidos na Tabela 10.

Tabela 10. Valores dos fatores de emissão de GEE

Fontes de emissão	Fatores de Emissão	Valor	Fonte	Ano de Cálculo
Combustão estacionária				
GPL (kg/GJ)	CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O	63,1 / 1,4E-3 / 1,4E-3	IPCC ³⁶	2006
Gás Natural (kg/GJ)	CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O	56,1 / 1,4E-3 / 1,4E-3		
Carvão (kg/GJ)	CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O	101,2 / 2,4E-3 / 7E-4		
Combustão Móvel				
Diesel (kg/GJ)	CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O	74,1 / 1E-4 / 6E-4	IPCC	2006
Emissões do Processo				
Produção de Ferro e Aço				
Calcinação	FC _{CaCO₃}	0,12 (kg C/kg CaCO ₃)	IPCC	2006
Eléctrodos de C	FC _{Aço}	0,0015 (kg C/kg aço)	EPA ³⁷	2003
Metalomecânica				
Tintas	FE _{Tinta}	0,4 (kg COVNM/kg Tinta)	IPCC	2006
Eletricidade	FE _{Elet}	375 (ton CO ₂ e/GWh)	APA	2011
Água	FE _{Água}	0,8 (kg CO ₂ e/m ³)	Ambicidades	2009
Resíduos (perigosos)				
Fração de conteúdo carbónico	CCW _i	0,5	IPCC	2006
Fração de carbono fóssil	FCF _i	0,9		
Eficiência de combustão do incinerador	EF _i	0,995		
Transporte				
Camião	CO ₂ e	126,3(g/ton.km)	Defra ³⁸	2010
Comboio (g/ton.km)	CO ₂ e	31,6 (g/ton.km)		
Barco (g/ton.km)	CO ₂ e	13,2 (g/ton.km)		

³⁶ IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

³⁷ EPA, 2003. The Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol - Direct Emissions from Iron & Steel Production

³⁸ DEFRA, 2010 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors, 2010

Inventário do sector ME

Nesta secção serão apresentados os resultados da quantificação da pegada de carbono do sector ME, utilizando as metodologias de cálculo e pressupostos descritos nos capítulos anteriores.

Importa referir que os resultados apresentados ao longo deste capítulo devem ser encarados como estimativas e, como tal, encarados com precaução. Fatores como a inexistência de dados, a utilização de valores médios ou típicos da literatura, e os pressupostos assumidos, tornam elevado o erro associado a estes cálculos. Ao longo deste capítulo, os resultados devem então ser tomados como verdadeiros, mas apenas num cenário de limitada confiança, como descrito.

Os resultados foram obtidos partindo da recolha de informação para o ano base 2012, e são apresentados a dois níveis: primeiro a nível nacional; e depois cingindo a análise às regiões Norte, Centro e Alentejo (NUTs II). Os resultados são ainda desagregados pelos respetivos subsectores do sector ME e englobam as fontes de emissão dos âmbitos 1, 2 e 3 apresentados na Tabela 4. No entanto, o âmbito 3 terá um tratamento diferenciado.

As emissões provenientes do transporte das exportações não serão contabilizadas na avaliação global do sector ME. O cálculo de emissões de GEE no transporte de exportações é realizado utilizando fatores de emissão associados à quantidade de produtos transportados e ao nº de quilómetros que eles percorrem até ao seu destino (ton-km). No entanto, a heterogeneidade do sector ME e conseqüente diversidade de produtos resultantes das suas atividades dificulta a recolha de dados sobre a quantidade (peso, tonelada) de produtos exportados.

No entanto, e de modo a perceber o potencial impacto das emissões associadas ao transporte de exportações no sector ME, o capítulo “Pegada de Carbono: o impacto do transporte de mercadorias” apresenta uma avaliação da pegada de carbono dos sectores CAE24 e CAE 29 incluindo este tipo de emissões. No caso destes dois subsectores é possível realizar esta avaliação porque a informação disponível sobre a produção assim o permite: no caso da Metalurgia de base existe informação sobre a produção em unidades de peso (toneladas); no caso da produção automóvel existe informação sobre o nº de veículos produzido, sendo aceitável assumir um valor médio para o peso de um automóvel.

Pegada de Carbono: nível Nacional

A Tabela 11 apresenta um resumo dos resultados do inventário de GEE no sector ME desagregado pelas diferentes fontes de emissão. A contribuição das emissões resultantes do transporte de produtos exportados não está contabilizada por falta de informação disponível. É notória a enorme contribuição da eletricidade no total de emissões de GEE no sector ME: contribui com cerca de 75% do total de emissões.

Tabela 11. Resultado estimado do inventário das emissões de GEE no sector ME, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

	Fonte de Emissão	Emissões (ton CO ₂ e)	
Âmbito 1	Combustão Estacionária	320.626	358.436
	Emissões do Processo	19.175	
	Combustão Móvel	18.635	
Âmbito 2	Eletricidade	1.133.540	1.133.540
Âmbito 3	Água	12.189	12.651
	Resíduos	462	
	Transporte	-	
TOTAL			1.504.627

O peso de cada um dos âmbitos nos diferentes subsectores é também ele variável. A Figura 16 mostra que embora as emissões do âmbito 2 (consumo de eletricidade) prevaleçam como dominantes em todos os subsectores, estas têm um peso que variam entre 60% (produção de veículos automóveis) e 95% (outro equipamento de transporte) do total de emissões de GEE.

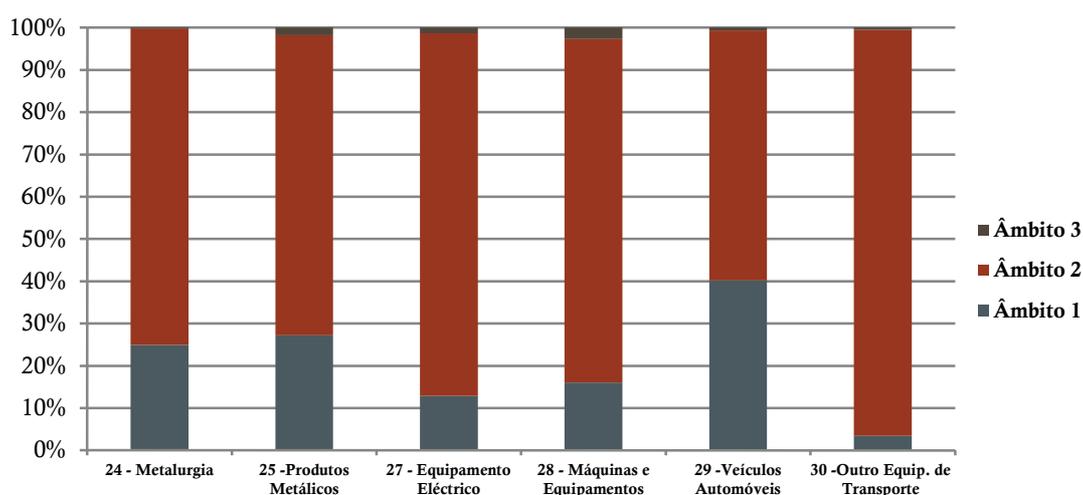


Figura 16. Emissões GEE (ton CO₂e) desagregadas pelos subsectores do sector ME, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Desagregando as emissões de GEE pelos subsectores do sector ME, é notável a relevância da metalurgia de base no total de emissões (49%), seguido a alguma distância da produção de produtos metálicos (22%) – Figura 17. O sector CAE 30 é o menos representativo em termos de emissões de GEE (5%).

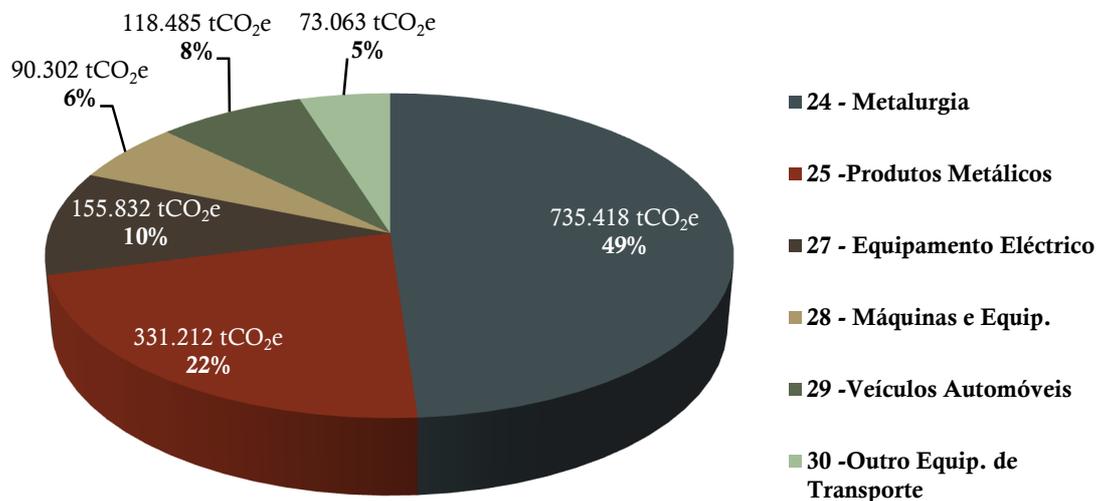


Figura 17. Distribuição da Pegada de Carbono do sector ME pelos seus subsectores, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

A relação entre emissões de GEE e Volume de Acrescentado Bruto (VAB) de um determinado sector pode ser utilizada como um indicador da sua “Eficiência Carbónica de Produção”. A Figura 18 mostra o sector metalúrgico de base com o pior desempenho (2580 tCO₂e por cada M€ de valor acrescentado gerado) do sector ME. O sector CAE 30, apesar de ter a emissão total de GEE mais baixa do sector ME, apresenta o segundo pior desempenho em relação à eficiência carbónica de produção. Os restantes subsectores apresentam resultados consideravelmente mais baixos, sendo o subsector CAE 29 o que apresenta melhor desempenho.

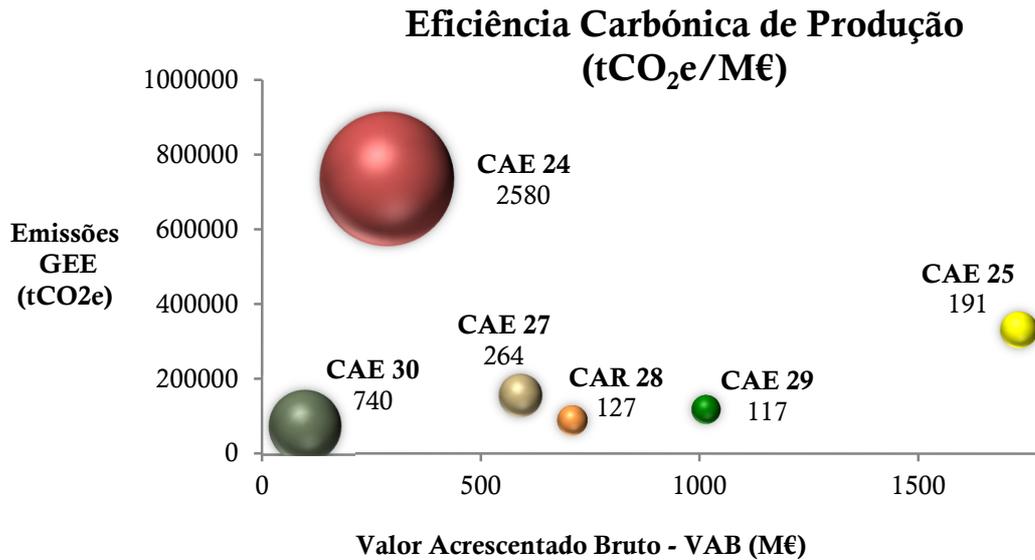


Figura 18. Eficiência Carbónica de Produção dos subsectores do sector ME, a nível nacional, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Emissões de Âmbito 1: Pegada de Carbono Nacional

As emissões de Âmbito 1 representam, como apresentado na Tabela 11, cerca de 24% das emissões totais de GEE no sector ME. A Figura 19 mostra as diferentes fontes de emissão de Âmbito 1 nos subsectores do sector ME. A combustão estacionária é a fonte de emissão mais significativa em todos os subsectores. Destaca-se também a contribuição significativa das emissões de processo no fabrico de ferro e aço no subsector metalúrgico resultante da utilização de eléctrodos de carbono e de fluxos de carbonatos.

A Figura 20 apresenta a contribuição de cada um dos combustíveis fósseis utilizados em atividades de combustão nos diferentes subsectores. O gás natural aparece como o maior responsável de emissões de GEE.

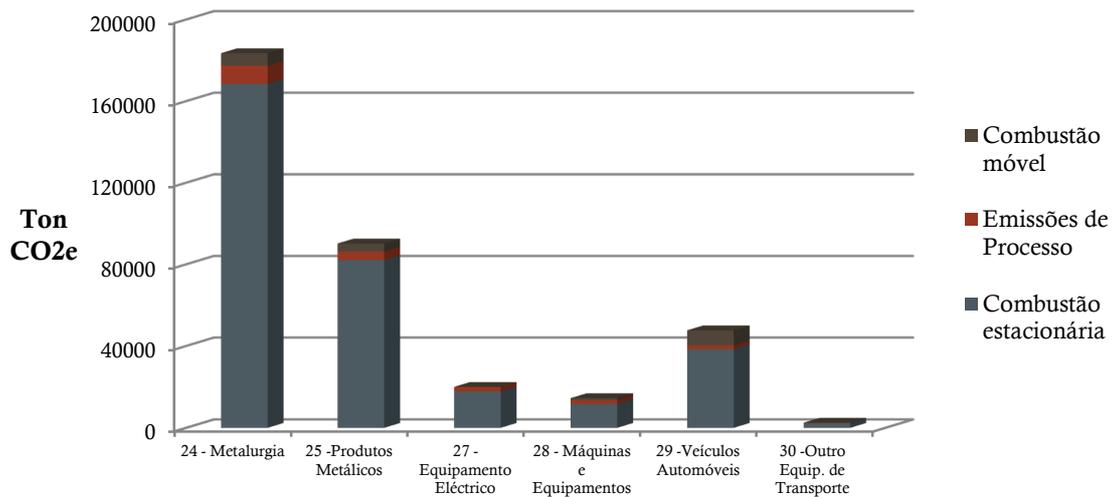


Figura 19. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 1 e subsectores do sector ME, a nível nacional, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

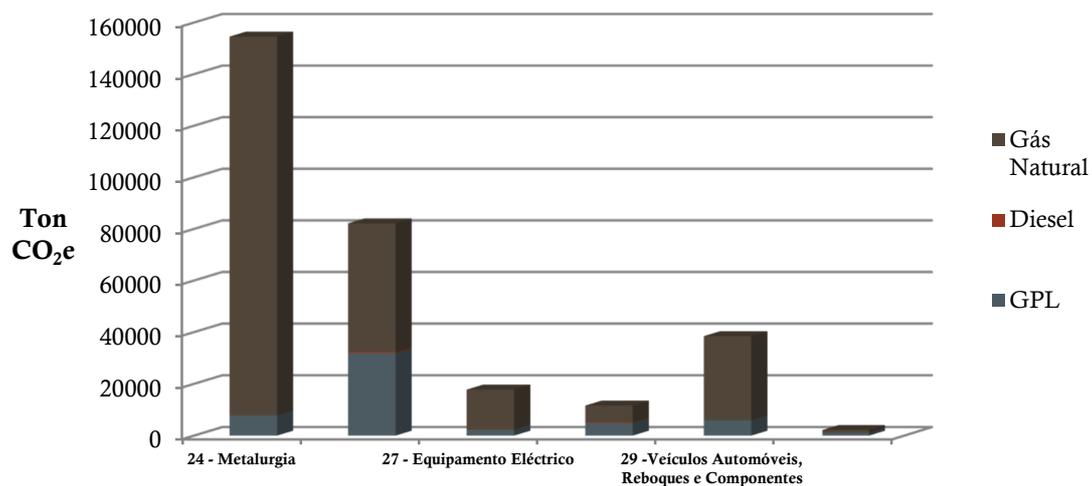


Figura 20. Emissões de GEE associados aos combustíveis utilizados em atividades de combustão e distribuídas pelos subsectores do sector ME, a nível nacional, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Emissões de Âmbito 3: Pegada de Carbono Nacional

Tal como referido na secção “Metodologia de Inventariação”, as emissões resultantes do transporte dos produtos exportados no sector ME não estão incluídas no Âmbito 3 desta análise.

A informação disponível relativa à produção nos diferentes subsectores não é uniforme. Se no caso do subsector Metalurgia de Base (CAE 24) existe informação disponível sobre a produção total em peso (ton), nos restantes subsectores misturam-se toneladas de produção do produto X com nº de peças do produto Y. Para complicar ainda mais a tarefa,

a descrição dos produtos não facilita a tradução do nº de peças em peso (ton): por exemplo, no subsector CAE 25, existe produção avaliada em termos de nº de peças produzidas de “Moldes para borracha ou plástico, para moldagem por injeção ou por compressão”.

A Figura 21 mostra que as emissões de Âmbito 3 devem-se quase exclusivamente ao consumo de água distribuída, representando apenas cerca de 1% do total de emissões do sector ME. A geração de resíduos apresenta valores residuais, uma vez que apenas foram contabilizados como fonte de emissão os resíduos incinerados.

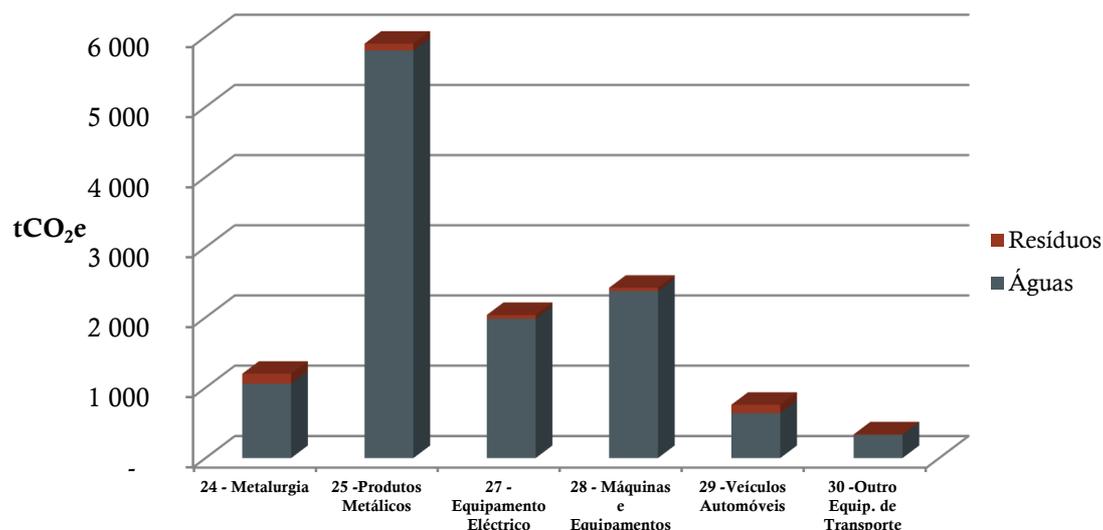


Figura 21. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 3 e subsectores do sector ME, a nível nacional, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Pegada de Carbono: Regiões Norte, Centro e Alentejo (NUTs II)

O inventário de GEE no sector ME para as regiões Norte, Centro e Alentejo, desagregado pelas diferentes fontes de emissão, é apresentado na Tabela 12.

Tabela 12. Resultado estimado do inventário das emissões de GEE no sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo. Fonte: Elaboração própria

	Fonte de Emissão	Emissões (ton CO ₂ e)	
Âmbito 1	Combustão Estacionária	180.691	198.783
	Emissões do Processo	8.625	
	Combustão Móvel	9.468	
Âmbito 2	Eletricidade	704.451	704.451
Âmbito 3	Água	9.799	10.121
	Resíduos	322	
	Transporte	-	
TOTAL			913.355

As regiões Norte, Centro e Alentejo, representando uma grande maioria do território nacional e da economia portuguesa, contribuem apenas com 61% das emissões totais do sector ME a nível nacional. De acordo com a Figura 22, o sector da Metalurgia de Base muito contribui para este resultado, uma vez que as emissões das regiões em análise representam apenas cerca de metade das suas emissões nacionais. Estes resultados são consistentes, por exemplo, com o facto das instalações da siderurgia nacional, instaladas no Seixal, serem responsáveis por uma quantidade muito significativa da produção metalúrgica portuguesa.

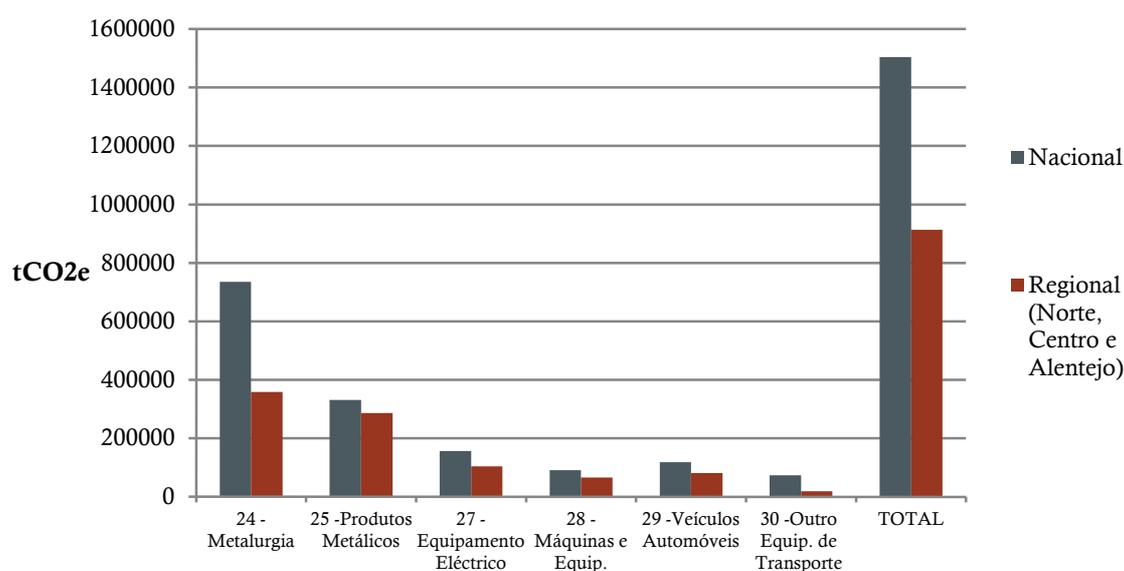


Figura 22. Comparação entre a Pegada de Carbono Nacional e das regiões Norte, Centro e Alentejo, desagregada pelos subsectores do sector ME, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

A Figura 23 mostra que as emissões do Âmbito 2 (consumo de eletricidade) continuam dominantes em todos os subsectores, variando entre 75% (produção de veículos automóveis) e 90% (outro equipamento de transporte) do total de emissões de GEE. Comparando com o que acontece a nível nacional, o peso de cada um dos âmbitos nos diferentes subsectores é menos variável.

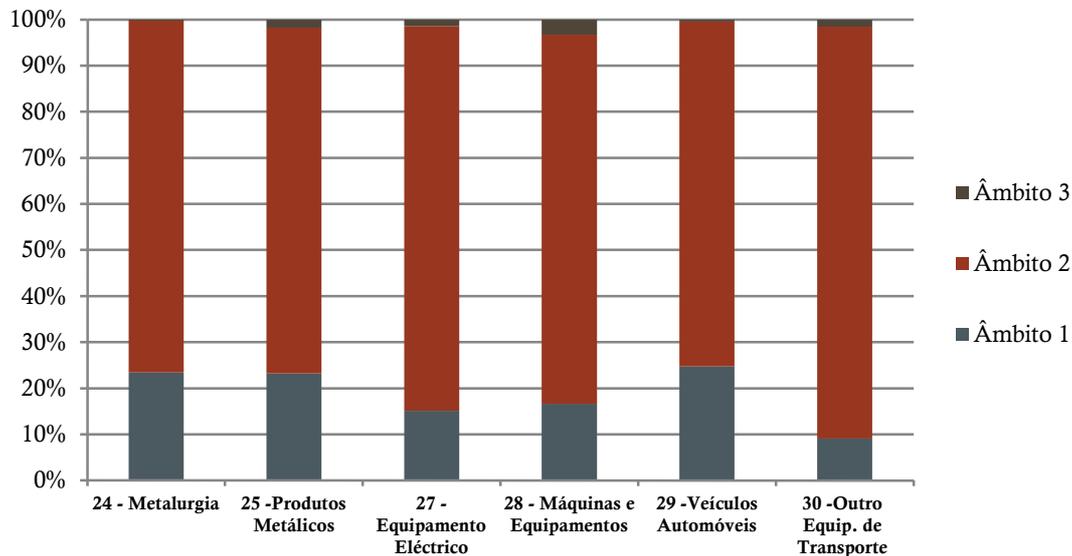


Figura 23. Emissões GEE desagregadas pelos subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012.
Fonte: Elaboração própria

Desagregando as emissões de GEE pelos subsectores do sector ME, nota-se a relevância partilhada pela metalurgia de base (39%) e produção de produtos metálicos (32%) – Figura 24. Comparando com os valores nacionais, a soma da percentagem do total de emissões destes dois sectores é exatamente igual, mas a diferença entre ambos é mais pequena. O sector CAE 30 continua a ser o menos representativo em termos de emissões de GEE (2%).

A Figura 25 mostra o indicador da “eficiência carbónica de produção” dos subsectores do sector ME nas regiões Norte, Centro e Alentejo. Tal como acontece na avaliação nacional, o sector metalúrgico de base apresenta o pior desempenho (1484 tCO₂e por cada M€ de valor acrescentado gerado) entre os subsectores do sector ME. Nas regiões NUTS II em análise, o segundo pior desempenho em relação à eficiência carbónica de produção é do sector de produção de equipamento eléctrico. Há outras duas diferenças significativas entre os resultados da análise nacional e regional: nesta última, o subsector CAE 29 apresenta o melhor desempenho; e, comparando com os resultados nacionais, o sector CAE 30 nas regiões Norte, Centro e Alentejo tem um desempenho muito melhor.

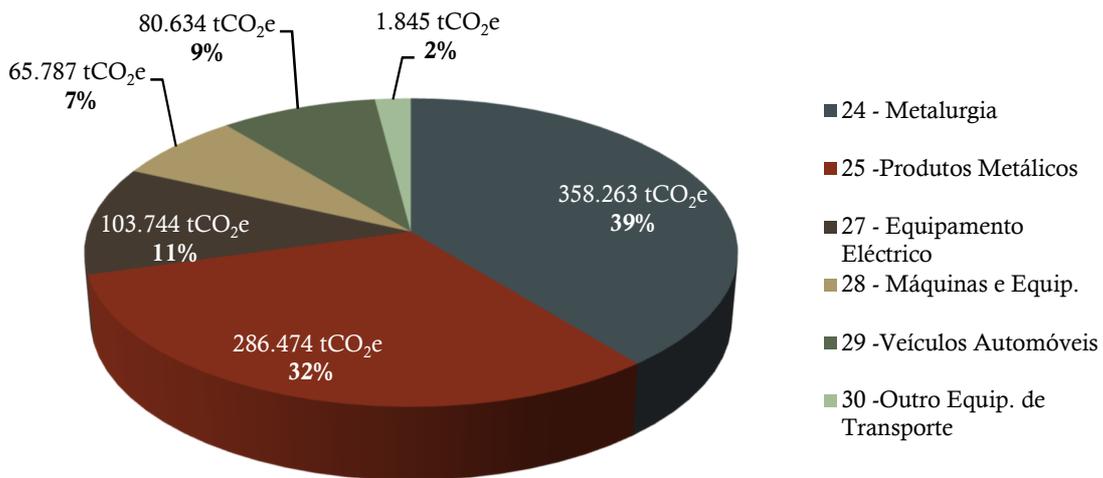


Figura 24. Distribuição da Pegada de Carbono do sector ME pelos seus subsectores, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

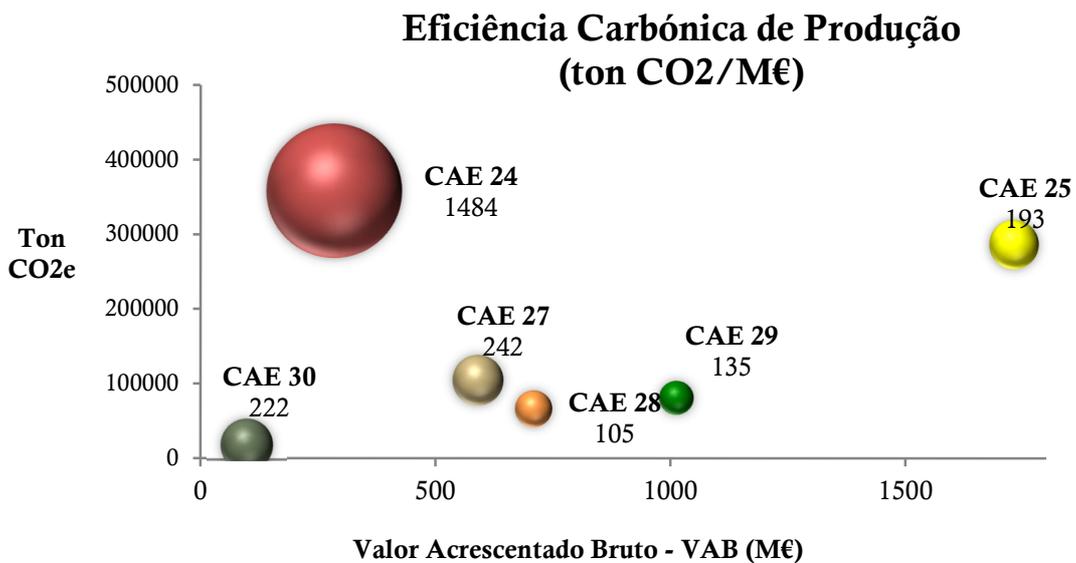


Figura 25. Eficiência Carbónica de Produção dos subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Emissões de Âmbito 1: Pegada de Carbono das regiões Norte, Centro e Alentejo

O desempenho regional (Figura 26 e Figura 27) e nacional (Figura 19 e Figura 20), em relação às emissões de Âmbito 1, não apresentam diferenças estruturais significativas.

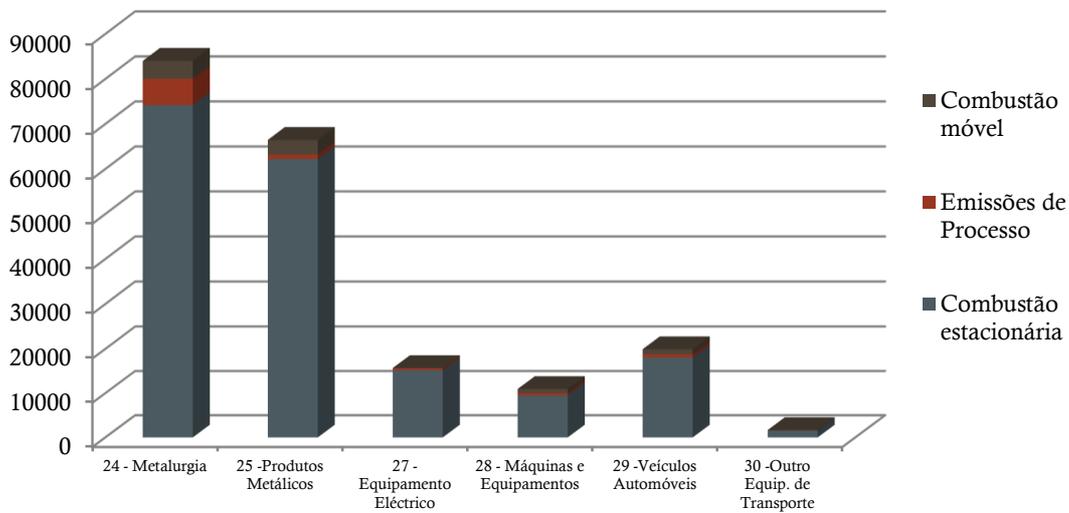


Figura 26. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 1 e subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

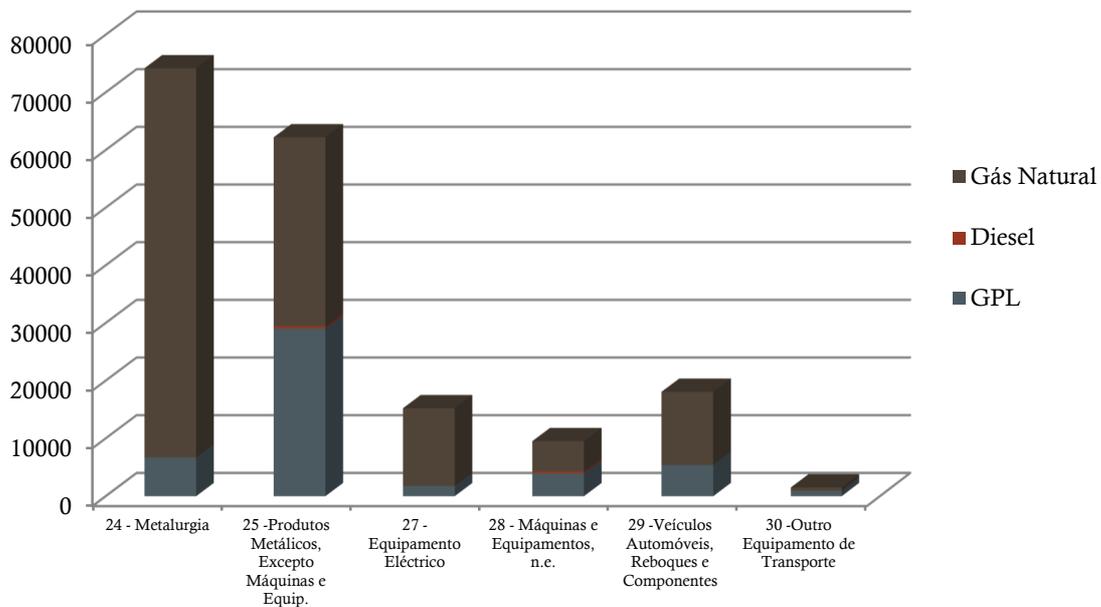


Figura 27. Emissões de GEE associados aos combustíveis utilizados em actividades de combustão e distribuídas pelos subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Emissões de Âmbito 3: Pegada de Carbono das Regiões Norte, Centro e Alentejo

Tal como sucede a nível nacional, a Figura 28 mostra que as emissões de Âmbito 3 devem-se quase exclusivamente ao consumo de água distribuída. A geração de resíduos apresenta valores residuais, uma vez que apenas foram contabilizados como fonte de emissão os resíduos incinerados.

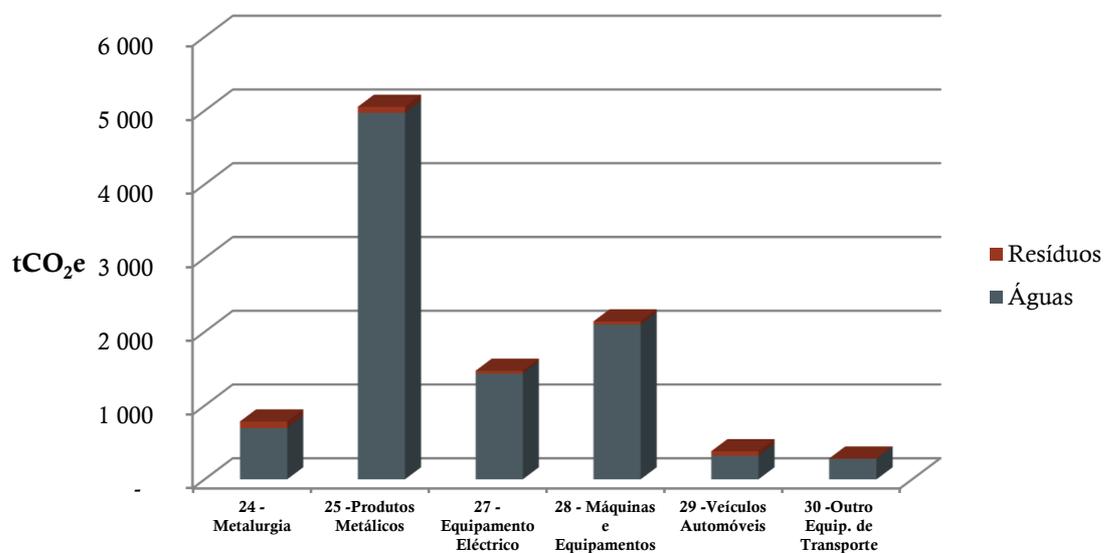


Figura 28. Emissões de GEE distribuídas pelas fontes de emissão de âmbito 3 e subsectores do sector ME, para as regiões Norte, Centro e Alentejo, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Pegada de Carbono: o impacto do transporte de mercadorias

Metalurgia de Base: o impacto do transporte das exportações

Em 2012, 58% das vendas da produção do subsector Metalurgia de Base foram direcionadas para exportação. Assumindo uma relação direta entre as vendas de produtos (€) e a quantidade de produtos exportada (ton), foram exportadas cerca de 342.500 ton de material.

A Figura 29 mostra os principais destinos (e o seu peso relativo) das exportações do sector CAE 24. Para efeitos de cálculo das emissões de GEE resultantes do transporte das exportações contabiliza-se apenas a distância percorrida para os 10 principais destinos de exportação. O mercado europeu é o principal receptor dos produtos portugueses, destacando-se a Espanha (recebendo 30% das exportações portuguesas) e a Bélgica (17%). No mercado europeu o transporte de mercadorias é efetuado pela via rodoviária. Por outro lado, cerca de 23% das exportações são encaminhadas para países africanos (Angola, Argélia e Marrocos) e para o Brasil. Estas exportações são efetuados por transporte marítimo.

A mesma Figura 29 apresenta também a “responsabilidade” de cada país de destino nas emissões de GEE no transporte das exportações. As exportações para Espanha, apesar representarem a maior parcela de exportações, contabiliza cerca de metade (16%) das emissões de GEE das exportações para a Bélgica (30%). As exportações para Itália representam também uma quantidade significativa das emissões de GEE no transporte de exportações do subsector da Metalurgia de Base (17%).

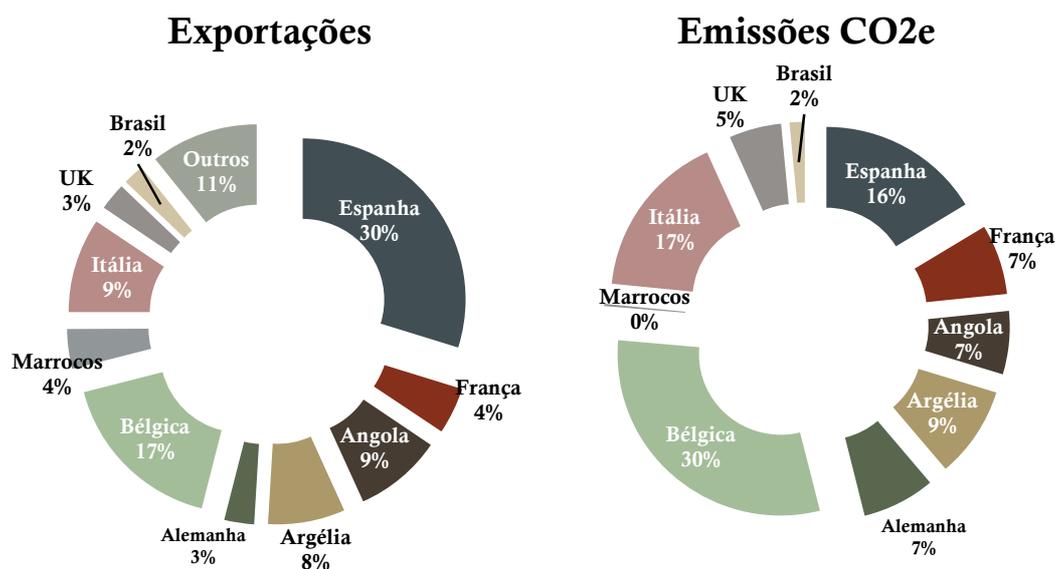


Figura 29. Distribuição, por país de destino, das exportações do subsector da Metalurgia de Base (CAE 24) e das emissões resultantes do transporte, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Assumindo que as emissões de Âmbito 3 resultam (quase) exclusivamente do transporte de mercadorias, o impacto do transporte de mercadorias exportadas na pegada de carbono

do subsector é visível na Figura 30. Em termos nacionais, o transporte de exportações representa 7% do total de emissões de GEE do subsector, enquanto que para as regiões Norte, Centro e Alentejo o peso é de 9%. Ao contabilizar as emissões resultantes do transporte de exportações de mercadorias no subsector, o indicador de eficiência carbónica do subsector aumentou assim naquela percentagem em ambas as situações (Tabela 13).

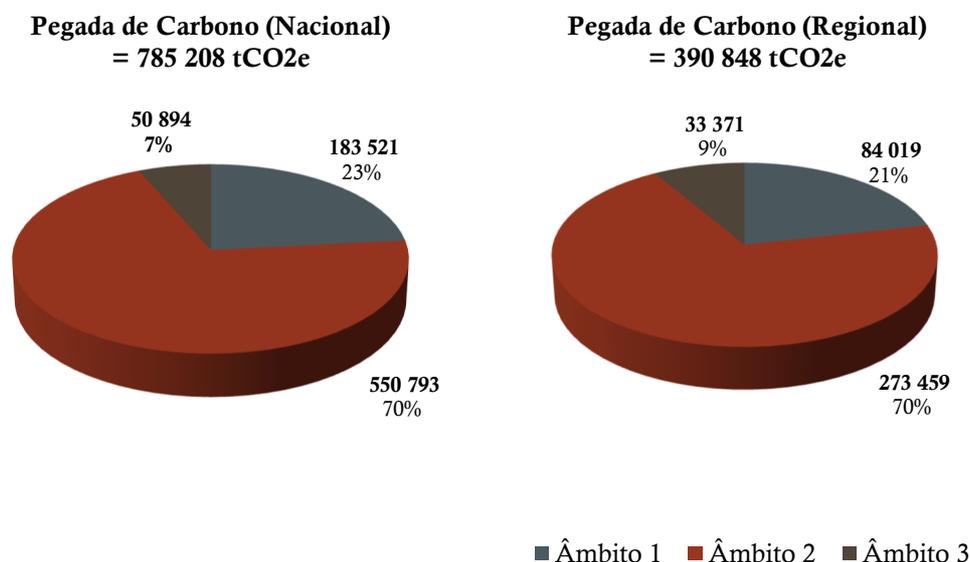


Figura 30. Pegada de Carbono incluindo o transporte de exportações do sector da Metalurgia de Base (CAE 24), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Tabela 13. Impacto da contabilização das emissões de GEE do transporte de exportações no Indicador de Eficiência Carbónica, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

	Nacional		Regional	
	Sem Exportações	Com Exportações	Sem Exportações	Com Exportações
Indicador de Eficiência Carbónica (tCO₂e/M€)	2581	2755 (↑7%)	1484	1619 (↑9%)

De modo semelhante ao realizado para a avaliação da Pegada de Carbono total dos subsectores do sector ME, é possível também calcular um “Indicador de Eficiência Carbónica no Transporte de Exportações”. Este indicador é calculado dividindo as emissões de GEE (kg CO₂e) no transporte de exportações pelas exportações transportadas (ton-km). Neste caso, o “Indicador de Eficiência Carbónica no Transporte de Exportações” tem o valor de 0,075 kg CO₂e/ton-km.

Produção de Automóveis: o impacto do transporte das exportações

A exportação de veículos automóveis em 2012 correspondeu a 94% da sua produção avaliada em termos financeiros (€). Assumindo uma relação direta entre as vendas de produtos (€) e a quantidade de produtos exportada (neste caso, número de veículos) tal

como no sector CAE 24, foram exportados cerca de 150.000 veículos, correspondendo a 210.000 ton.

A Figura 31 mostra os principais destinos (e o seu peso relativo) das exportações do sector CAE 29. O mercado europeu é o principal receptor dos produtos portugueses, destacando-se a Alemanha (recebendo 30% das exportações), a França (18%) e a Espanha (16%). Por outro lado, apenas 11% das exportações são encaminhadas para países extraeuropeus: China e Angola.

A preponderância da Alemanha é reforçada quando se analisa o impacto deste destino em relação às emissões totais de GEE no transporte de exportações do subsector Produção de Automóveis: 49% das emissões ocorrem no transporte de mercadorias para a Alemanha.

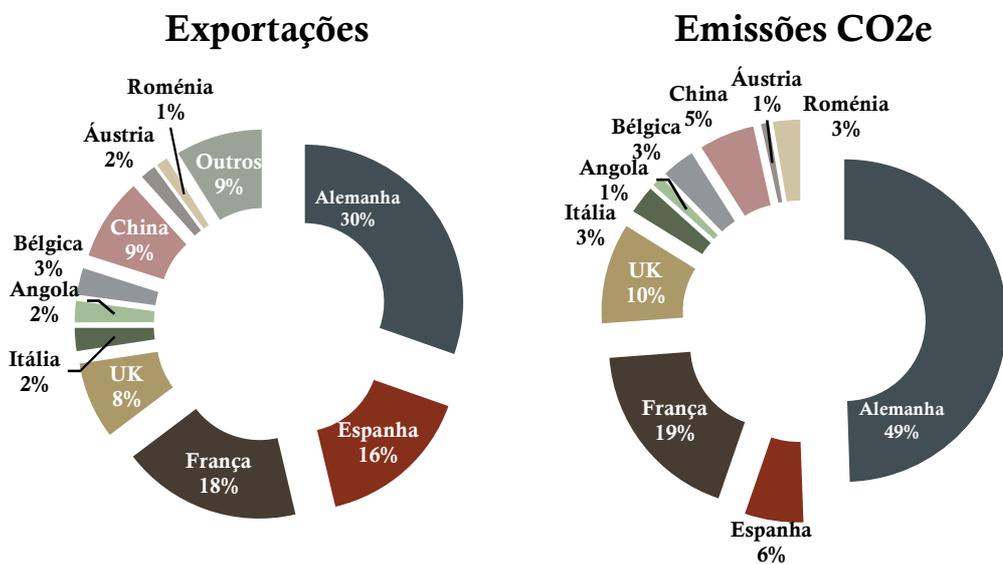


Figura 31. Distribuição, por país de destino, das exportações do subsector da Produção Automóvel (CAE 29) e das emissões resultantes do seu transporte, para o ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Neste subsector, a contabilização das emissões de GEE no transporte das exportações assume um papel muito relevante nas emissões totais: na avaliação a nível nacional, as emissões resultantes da exportação de veículos automóveis equivalem a 28% da pegada de carbono do subsector; nas regiões Norte, Centro e Alentejo o contributo das exportações é de 23% das emissões GEE totais.

Esta diferença de peso das emissões de GEE nas exportações entre os subsectores CAE 24 e CAE 29 deve-se ao facto de o primeiro ter um processo produtivo com uma utilização muito mais intensiva de energia. Assim, as emissões das exportações têm uma influência muito menor na pegada de carbono.

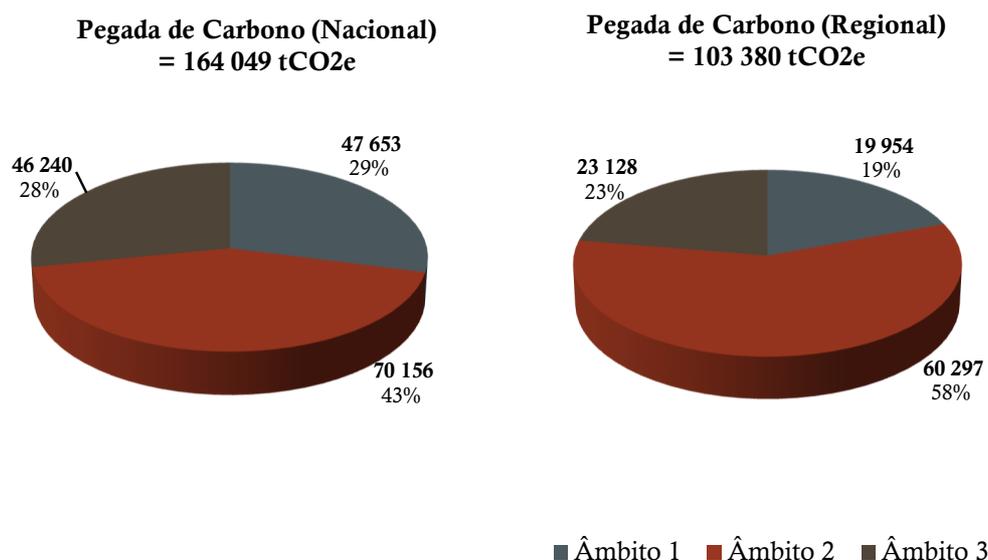


Figura 32. Pegada de Carbono incluindo o transporte de exportações do sector da Produção Automóvel (CAE 29), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Ao contabilizar as emissões resultantes do transporte de exportações de mercadorias no subsector, o indicador de eficiência carbónica do subsector aumentou assim naquela percentagem em ambas as situações (Tabela 14).

Tabela 14. Impacto da contabilização das emissões de GEE do transporte de exportações no Indicador de Eficiência Carbónica, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

	Nacional		Regional	
	Sem Exportações	Com Exportações	Sem Exportações	Com Exportações
Indicador de Eficiência Carbónica (tCO2e/M€)	117	162 (↑28%)	135	173 (↑23%)

O “Indicador de Eficiência Carbónica no Transporte de Exportações” para a Produção Automóvel tem o valor de 0,077 kg CO2e/ton-km, muito semelhante ao valor para o sector CAE 24.

Análise de cenários: o transporte das exportações no subsector “Produção de Automóveis”

A política de transportes fomentada pela UE tem vindo a enfatizar a importância da opção de meios de transporte mais eficientes, do ponto de vista carbónico, como um meio fundamental para atingir as metas ambientais a que os estados-membro se propuseram. Um das principais recomendações da UE vai no sentido de promover a utilização do transporte ferroviário como alternativa ao transporte rodoviário de mercadorias.

Neste contexto, são apresentados dois cenários em que a ferrovia se apresenta como uma solução fundamental no transporte de mercadorias:

- i. Cenário “50% ferroviário”: um cenário em que 50% das exportações para os principais destinos (medidas em ton) do ano 2012, no subsector da Produção Automóvel, seriam transportadas por via ferroviária para os seus destinos europeus (totalidade das exportações para Alemanha, França e Itália).
- ii. Cenário “75% ferroviário”: neste cenário, o transporte ferroviário é utilizado também nas exportações para Espanha, Reino Unido e Bélgica (em adição a Alemanha, França e Itália).

Desta forma, será possível avaliar o impacto da opção ferroviária nas emissões totais do subsector em causa, comparando o resultado dos cenários “50% ferroviário” e “75% ferroviário” com o resultado apresentado na secção anterior (e que corresponde ao cenário “business as usual”, isto é, todas as exportações para o mercado europeu são transportadas utilizando a via rodoviária, e as restantes por via marítima).

A Figura 33 mostra o resultado da pegada de carbono da Produção de Automóveis considerando o cenário “50% Ferroviário”. É notória a diferença (-12%) do peso relativo das emissões de GEE de Âmbito 3 entre este cenário e o cenário “business as usual” (Figura 32). Por outro lado, o “Indicador de Eficiência Carbónica no Transporte de Exportações” tem o valor de 0,036 kg CO₂e/ton-km, menos de metade do cenário business as usual.

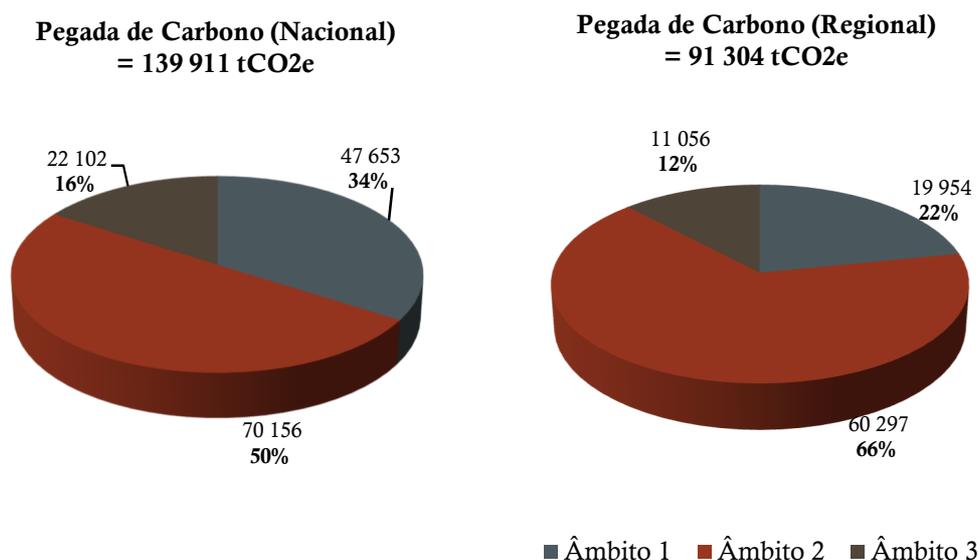
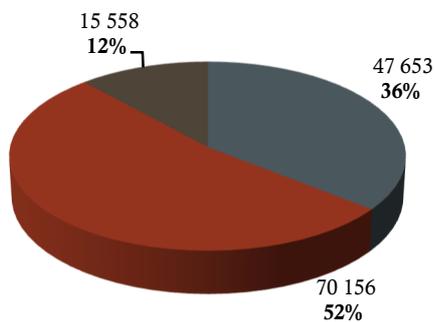


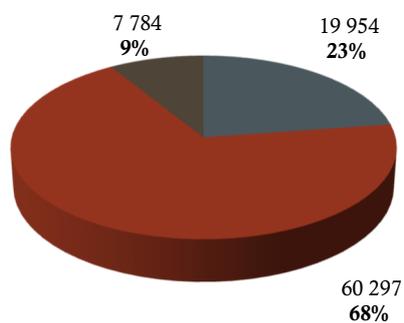
Figura 33. Pegada de Carbono no cenário “50% ferroviário” do sector da Produção Automóvel (CAE 29), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

A Figura 34 mostra o resultado da pegada de carbono da Produção de Automóveis considerando o cenário “75% Ferroviário”. Neste caso o peso relativo das emissões de GEE de Âmbito 3 baixa ainda mais consideravelmente em relação ao cenário “business as usual”, chegando a valores perto dos 10%. Em relação ao “Indicador de Eficiência Carbónica no Transporte de Exportações”, neste caso seu valor é de 0,025 kg CO₂e/ton-km, cerca de um terço do cenário business as usual.

Pegada de Carbono (Nacional)
= 133 367 tCO₂e



Pegada de Carbono (Nacional)
= 88 035 tCO₂e



■ Âmbito 1 ■ Âmbito 2 ■ Âmbito 3

Figura 34. Pegada de Carbono no cenário “75% ferroviário” do sector da Produção Automóvel (CAE 29), a nível nacional e para as regiões Norte, Centro e Alentejo, no ano 2012. Fonte: Elaboração própria

Conclusões

A realização de uma análise de contabilização da emissão de GEE numa indústria, processo ou, como neste caso, de um sector da economia, requer a disponibilidade de uma quantidade considerável de informação. De igual modo, o grau de precisão dos cálculos realizados no âmbito de uma análise deste tipo está também dependente da informação disponível para a realização dos cálculos necessários.

No cálculo da Pegada de Carbono do sector da Metalurgia e Metalomecânico (ME) apresentado neste relatório, a indisponibilidade de alguma dessa informação foi ultrapassada recorrendo a cálculos intermédios baseados em pressupostos assumidos e descritos ao longo do relatório. Por outro lado, o cálculo da Pegada de Carbono do sector ME foi limitado no seu âmbito. Destacam-se duas fontes de emissão que não foram incluídas neste relatório: as emissões decorrentes da utilização das várias matérias-primas e as emissões resultantes do transporte dos produtos exportados pelo sector. O carácter sectorial da análise apresentada neste relatório conduziu à decisão de não incluir aquelas duas fontes de emissão. A grande heterogeneidade dos subsectores, e respetivos processos de produção e produtos, do sector ME torna o cálculo destas duas fontes de emissão muito complexo. Por um lado, a diversidade de matérias primas utilizadas num sector deste tipo conduziria ao tratamento de uma quantidade muito considerável de dados, e que face aos meios disponíveis para realizar este trabalho se torna impossível. Por outro lado, essa mesma heterogeneidade torna muito difícil a recolha de informação sobre a produção, numa base de peso (toneladas), dos diferentes subsectores. E esta quantificação da produção é fundamental para realizar os cálculos necessários para quantificar as emissões de GEE na exportação de produtos do sector ME.

Por todas estas razões, importa referir que os resultados apresentados ao longo deste trabalho devem ser encarados como estimativas e, como tal, encarados com precaução. Fatores como a inexistência de dados, a utilização de valores médios ou típicos da literatura, e os pressupostos assumidos, tornam elevado o erro associado a estes cálculos. Os resultados deste relatório devem então ser tomados como verdadeiros, mas apenas num cenário de limitada confiança, como descrito.

Ainda assim, procedeu-se ao cálculo das emissões de GEE no sector ME, desagregados por 6 subsectores e com dois níveis de resolução geográfica: uma análise nacional e uma outra análise às regiões Norte, Centro e Alentejo (NUTs II).

Os resultados da Pegada de Carbono ao sector ME mostram o peso do consumo de energia elétrica no processo produtivo das indústrias deste sector: cerca de $\frac{3}{4}$ das emissões decorrem da utilização deste tipo de energia. Em relação à responsabilidade dos subsectores na emissão total de GEE do sector ME, destacam-se o sector da Metalurgia de Base (CAE 24) e o sector da Produção de Produtos Metálicos (CAE 25) – os dois

subsectores contabilizam cerca de 70% das emissões. A utilização do indicador de Eficiência Carbónica de Produção permite hierarquizar os diferentes subsectores em relação ao seu “desempenho carbónico”. O indicador mede as emissões de GEE por cada € de valor acrescentado gerado no subsector. Sem surpresa, o sector CAE 24 apresenta o pior desempenho entre todos os subsectores. Este é um sector com uma elevada intensidade energética e os seus produtos apresentam um baixo valor acrescentado. No outro extremo surge o sector da produção automóvel (CAE 29) e produção de máquinas e equipamentos (CA E28).

A análise englobando as indústrias do sector ME das regiões Norte, Centro e Alentejo, indica que estas são responsáveis por cerca de 61% das emissões nacionais do sector ME. Ainda que estas três regiões representem, territorialmente, a esmagadora maioria do território nacional, o seu peso em termos de emissões não parece corresponder a esse facto. Neste aspecto, a região de Lisboa e Vale do Tejo terá um peso óbvio nas emissões totais.

Ainda que as emissões do transporte de mercadorias não estejam incluídas na análise sectorial nacional e às regiões Norte, Centro e Alentejo, realizou-se uma análise específica aos sectores da Metalurgia de Base (CAE 24) e ao sector da produção de automóveis (CAE 29) de maneira a incluir este tipo de emissões.

O destino das exportações de ambos os sectores é composto, maioritariamente, pelo mercado europeu. Assim, considerou-se que toda a exportação europeia seria transportada pela via rodoviária, enquanto que a exportação extra-europeia se encaminha via marítima. Ainda que a inclusão deste tipo de emissão resulte num aumento lógico da Pegada de Carbono destes dois subsectores, o peso relativo deste tipo de emissões é bastante diferente: enquanto que no sector CAE 24 o seu peso relativo é pouco significativo, no sector CAE 29 atinge quase 30% das emissões de GEE totais do subsector. Foram ainda realizadas duas análises de cenário ao subsector CAE 29 para perceber o impacto da utilização do transporte ferroviário em alternativa ao rodoviário. O potencial impacto desta opção de transporte é significativa: “desviando” metade das exportações para a via ferroviária, as emissões resultantes da exportação de mercadorias baixa para cerca de metade.

Este relatório pode dar um importante contributo na definição das linhas estratégicas para um caminho de Baixo Carbono no sector. Identificam-se dois focos de interesse no que toca às fontes significativas de emissão de GEE: por um lado o consumo de eletricidade, e por outro a questão do transporte de mercadorias, nomeadamente das exportações. No primeiro caso, propõe-se a atuação em duas frentes: por um lado, na questão da promoção e implementação de medidas e políticas de eficiência energética na indústria; por outro lado, na aposta de fontes de energia alternativa, que permitam descarbonatar a produção de energia elétrica, fundamental no processo produtivo da indústria ME. No caso do transporte de mercadorias, a atuação deve focar-se numa alteração no tipo de transporte utilizado para tal, privilegiando sempre que possível o transporte ferroviário face ao rodoviário. Logicamente, este tipo de soluções e opções não está totalmente dependente

da vontade e capacidade de atuação das indústrias, sendo fundamental um esforço conjunto com os decisores políticos nas respectivas matérias.

Bibliografia

1. Kalogirou, S.A. – Environmental benefits of domestic solar energy systems. *Energy conversion and management*. Vol.45, n.º18-19 (2004), p. 3075-3092
2. EPA, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2012. (2013)
3. <http://newsroom.unfccc.int>
4. APA, Portuguese National Inventory Reporto on Greenhouse Gases, 1990 - 2012
5. http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/index_en.htm
6. INE, Estatísticas dos Transportes e Comunicações 2013
7. <http://www.eea.europa>.
8. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/specific-co2-emissions-per-tonne-2#tab-used-in-indicators>
9. CE Delft, Infras, Fraunhofer ISI, External Costs of Transport in Europe - Update Study for 2008, 2011
10. [eu/data-and-maps/figures/specific-co2-emissions-per-tonne-2#tab-used-in-indicators](http://ec.europa.eu/data-and-maps/figures/specific-co2-emissions-per-tonne-2#tab-used-in-indicators)
11. Skinner, I., van Essen, H., Smokers, R. and Hill, N. (2010) *Towards the decarbonisation of EU's transport sector by 2050* Final report produced under the contract ENV.C.3/SER/2008/0053 between European Commission Directorate-General Environment and AEA Technology plc; ver www.eutransportghg2050.eu
12. Comissão Europeia (2011), LIVRO BRANCO: Roteiro do espaço o u nico europeu dos transportes – Rumo a um sistema de transportes competitivo e económico em recursos
13. http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm
14. <http://www.ploran.com/art> ¹ http://www.ploran.com/artigos/portugal_eficiencia_2015.pdf
15. Site ADENE: <http://www2.adene.pt/pt-pt/SubPortais/SGCIE/SGCIE/Enquadramento/Paginas/welcome.aspx>
16. PNAEE 2015 - Sumário, <http://www2.adene.pt/pt-pt/PNAEE/Documents/PortugalEficiencia2015VersaoSumario.pdf>
17. Reforma da Fiscalidade Verde, <http://www.anecra.pt/gabecono/pdf/prfv.pdf>
18. INE, Estatísticas da Produção Industrial 2011
19. ANEME, Anuário da Metalurgia e Electromecânica, 27ª Edição, 2013

20. Augusto Mateus & Associados, Sector Metalúrgico e Metalomecânico: Diagnóstico Competitivo e Análise Estratégica, 2011
21. Manual de Produção + Limpa – Indústria Metalomecânica
22. IPCC, Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007
23. GHG Protocol website, www.ghgprotocol.org
24. WBCSD, A Corporate Accounting and Reporting Standard, 2004
25. <http://www.pacificcarbontrust.com/buying-offsets/how-it-works/>
26. Agência Portuguesa do Ambiente, Portuguese national inventory report on greenhouse gases, 1990 – 2012, 2014
27. IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006
28. EPA, 2003. The Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol - Direct Emissions from Iron& Steel Production
29. Chapter 4 - Metal Industry Emissions - IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006
30. EPA, Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol, 2003
31. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013
32. APA, <http://www.apambiente.pt>
33. Euronatura, AmbiCidades – A Resposta das Cidades às Alterações Climáticas, 2009
34. IPCC, Chapter 5 - Waste Emissions - IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2006
35. EPA, The Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol - Optional Emissions from Commuting, Business Travel and Product Transport, 2008
36. Site do Instituto Nacional de Estatística, <http://www.ine.pt>
37. Site da Direção Geral de Energia e Geologia, <http://www.dgeg.pt>
38. IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006
39. EPA, 2003. The Climate Leaders Greenhouse Gas Inventory Protocol - Direct Emissions from Iron& Steel Production
40. DEFRA, 2010 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors , 2010.

Projecto co-financiado por:

