



Candidatura NORTE 2015

## PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

Eixo Prioritário I  
Governança e Capacitação Institucional

NORTE - 07-0927-FEDER-000137

# NORTE 2015

## Ação 3



Ambiente e  
Ordenamento do Território

Inventário de emissões de poluentes atmosféricos na região Norte

RELATÓRIO FINAL

Dezembro 2014

<b>Título</b>	Inventário de emissões de poluentes atmosféricos na região Norte - Relatório Final elaborado no âmbito do Protocolo de colaboração estabelecido entre a CCDR Norte e a FCT/UNL
<b>Data</b>	Dezembro 2014
<b>Equipa</b>	<p>Coordenação FCT/UNL:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Doutor Francisco Ferreira</li> </ul> <p>Equipa técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hugo Maciel</li> <li>• Joana Monjardino</li> <li>• Patrícia Barbedo</li> <li>• Paulo Pereira</li> </ul>
<b>FCT/UNL</b>	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
<b>CCDR Norte</b>	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte

# Índice

RESUMO EXECUTIVO .....	8
I. Preâmbulo.....	9
II. Enquadramento Legal.....	10
III. Desenvolvimento do Inventário de Emissões Atmosféricas da Região Norte.....	11
III.1 Nota Introdutória.....	11
III.2 Âmbito, Poluentes e Sectores de Atividade.....	11
III.2.1 Âmbito Geográfico .....	12
III.2.2 Âmbito Temporal .....	13
III.2.3 Poluentes Atmosféricos .....	13
III.2.4 Sectores de Atividade .....	14
III.3 Estimativa de Emissões do Inventário – Aspetos gerais .....	15
III.4 Estimativa das Emissões Estacionárias – Abordagem Bottom-up .....	18
III.4.1 Recolha e Tratamento da Informação Base.....	18
III.4.1.1 Preparação do Inquérito à Indústria .....	18
III.4.1.2 Recolha de Outra Informação Base .....	20
III.4.2 Estimativa de Emissões Atmosféricas.....	21
III.4.2.1 Monitorização .....	22
III.4.2.2 Fatores de Emissão .....	22
III.4.2.3 Balanço de Massa.....	27
III.5 Estimativa de Emissões de Fontes Estacionárias - Abordagem Top-down.....	28
III.5.1 Consumo de Combustível Fósseis.....	28
III.5.1.1 Recolha e Tratamento da Informação Base.....	28
III.5.1.2 Calibração dos Consumos Bottom-up com Top-Down .....	29
III.5.1.3 Estimativa de Emissões Atmosféricas .....	31
III.5.2 Consumo de Biomassa no Sector Doméstico.....	34

III.5.2.1	Recolha e Tratamento da Informação Base.....	35
III.5.2.2	Estimativa de Emissões Atmosféricas.....	36
III.6	Estimativa de Emissões de Fontes Móveis.....	39
III.6.1	Recolha e Tratamento da Informação Base.....	39
III.6.2	Estimativa de Emissões Atmosféricas.....	42
III.6.2.1	Concelhos da região Norte.....	42
III.6.2.2	Concelho do Porto .....	46
III.6.2.3	Integração das duas abordagens de estimativa de emissões.....	48
IV.	Resultados.....	57
IV.1	Partículas (PM <sub>10</sub> ) .....	58
IV.2	Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ).....	62
IV.3	Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> ).....	66
IV.4	Monóxido de Carbono (CO) .....	70
IV.5	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	74
IV.6	Tendência evolutiva das emissões e apreciação global.....	78
V.	Considerações Finais.....	85
VI.	Referências bibliográficas .....	87
	Anexo I – Zonas NUT da região Norte.....	89
	Anexo II – Inquérito aos operadores industriais da região Norte.....	91
	Anexo III – Emissões por concelho.....	95

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Conceitos utilizados na classificação das emissões de poluentes atmosféricos da Região Norte .....	16
Tabela 2. Informação extraída dos relatórios de autocontrolo das emissões.....	21
Tabela 3. Poder calorífico inferior e fator de emissão de CO <sub>2</sub> para combustíveis abrangidos no inventário .....	24
Tabela 4. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Combustão – Equipamento Não Especificado .....	25
Tabela 5. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Combustão – Caldeiras, Turbinas a Gás e Motores .....	25
Tabela 6. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Combustão – Outros Equipamentos .....	26
Tabela 7. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Processo .....	26
Tabela 8. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Processo (continuação).....	27
Tabela 9. Consumos considerados no cálculo top-down das fontes estacionárias em 2012 e 2013 .....	31
Tabela 10. Poder calorífico inferior .....	32
Tabela 11. Fatores de emissão por poluente e sector de atividade .....	32
Tabela 12. Estimativa da quantidade de lenha queimada para aquecimento do ambiente na região Norte em 2012 e 2013 .....	35
Tabela 13. Fatores de emissão utilizados no cálculo das emissões de poluentes atmosféricos na Região Norte no sector da combustão doméstica.....	37
Tabela 14. Estimativa de emissões com origem na utilização de lareiras para aquecimento do ambiente na região Norte, em 2012 e 2013 (resultados expressos em t e t/km <sup>2</sup> agregados para o nível NUT III).....	38
Tabela 15. Consumo anual de combustíveis no sector rodoviário, na região Norte .....	40
Tabela 16. Número de veículos registados na região Norte.....	40
Tabela 17. Fatores de emissão por tipologia de veículo e de combustível consumido.....	42
Tabela 18. Fatores de emissão de CO <sub>2</sub> por tipo de combustível consumido.....	43
Tabela 19. Consumo específico e distância anual percorrida por tipologia de veículos .....	43
Tabela 20. Fatores de emissão ponderados para cada um dos poluentes, para 2012 e 2013, por tipo de combustível .....	46
Tabela 21. Estimativa do total emitido pelo tráfego rodoviário na área de abrangência da CCDR-N em 2012 e 2013 .....	48
Tabela 22. Estrutura do inquérito a enviar às principais empresas da região Norte .....	91

## Índice de Figuras

Figura 1. Mapa representativo da região Norte (zonas, aglomerações e concelhos) .....	13
Figura 2. Representação esquemática das etapas metodológicas da estimativa de emissões da região Norte..	17
Figura 3. Representação do inquérito base endereçado aos operadores industriais da região Norte .....	19
Figura 4. Localização das instalações a considerar no cálculo de emissões da região Norte pela abordagem bottom-up .....	20
Figura 5. Representação esquemática do método de calibração dos consumos de combustível .....	29
Figura 6. Comparação do consumo de combustível bottom-up com os totais regionais em 2012 e 2013.....	30
Figura 7. Representação da metodologia de contagem e caracterização de veículos da região Norte .....	41
Figura 8. Composição do parque automóvel contabilizado nas campanhas de caracterização realizadas no terreno em 2014.....	44
Figura 9. Distribuição da frota de veículos ligeiros de passageiros e de mercadorias, por combustível e cilindrada em 2014 .....	45
Figura 10. Identificação do peso relativo de cada norma EURO, por tipologia de veículos .....	45
Figura 11. Contadoras de tráfego na cidade do Porto associadas ao sistema GERTRUDE .....	46
Figura 12. Variação diária típica do volume de tráfego horário médio obtido através dos dados do sistema GERTRUDE .....	47
Figura 13. Emissões totais anuais associadas ao sector dos transportes rodoviários na região Norte em 2012 e 2013.....	49
Figura 14. Consumo de combustível no sector dos transportes rodoviários na região Norte em 2012 e 2013 ..	49
Figura 15. Desagregação das emissões por tipo de combustível para o ano de 2012 .....	50
Figura 16. Desagregação das emissões por tipo de combustível para o ano de 2013 .....	50
Figura 17. Emissão de poluentes por tipo de combustível (ano 2013).....	51
Figura 18. Desagregação das emissões por tipologia de veículos para o ano de 2012 .....	52
Figura 19. Desagregação das emissões por tipologia de veículos para o ano de 2013 .....	53
Figura 20. Variação das emissões de NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> e SO <sub>2</sub> por tipologia de veículos em 2011 e 2013 .....	54
Figura 21. Variação das emissões de CO e CO <sub>2</sub> por tipologia de veículos em 2011 e 2013.....	55
Figura 22. Desagregação das emissões rodoviárias no concelho do Porto, por norma EURO, em 2013 .....	56
Figura 23. Estimativa de emissões de PM <sub>10</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%).....	58
Figura 24. Estimativa de emissões de PM <sub>10</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t) .....	58
Figura 25. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de PM <sub>10</sub> , em 2013, por sector de atividade .....	59
Figura 26. Espacialização das emissões de PM <sub>10</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012 .....	61
Figura 27. Espacialização das emissões de PM <sub>10</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013 .....	61
Figura 28. Estimativa de emissões de SO <sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%) .....	62
Figura 29. Estimativa de emissões de SO <sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t).....	62

Figura 30. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de SO <sub>2</sub> , em 2013, por sector de atividade .....	63
Figura 31. Espacialização das emissões de SO <sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012 .....	65
Figura 32. Espacialização das emissões de SO <sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013 .....	65
Figura 33. Estimativa de emissões de NO <sub>x</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%) .....	66
Figura 34. Estimativa de emissões de NO <sub>x</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t) .....	66
Figura 35. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de NO <sub>x</sub> , em 2013, por sector de atividade .....	67
Figura 36. Espacialização das emissões de NO <sub>x</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012.....	69
Figura 37. Espacialização das emissões de NO <sub>x</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013.....	69
Figura 38. Estimativa de emissões de CO por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%) .....	70
Figura 39. Estimativa de emissões de CO por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t).....	70
Figura 40. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de CO, em 2013, por sector de atividade .....	71
Figura 41. Espacialização das emissões de CO estimadas por concelho da região Norte em 2012 .....	73
Figura 42. Espacialização das emissões de CO estimadas por concelho da região Norte em 2013 .....	73
Figura 43. Estimativa de emissões de CO <sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%).....	74
Figura 44. Estimativa de emissões de CO <sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (kt) .....	74
Figura 45. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de CO <sub>2</sub> , em 2013, por sector de atividade .....	75
Figura 46. Espacialização das emissões de CO <sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012.....	77
Figura 47. Espacialização das emissões de CO <sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013.....	77
Figura 48. Evolução das emissões na região Norte por poluente no período 2010-2013.....	79
Figura 49. Resumo da estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano na região Norte .....	80
Figura 50. Resumo da estimativa de emissões em 2013 por sector de atividade na região Norte.....	81
Figura 51. Resumo da estimativa de emissões por sector de atividade, poluente e ano na região Norte .....	82
Figura 52. Contribuição das emissões de poluentes atmosféricos da região Norte face ao total nacional (estimativas para 2012) .....	83

## RESUMO EXECUTIVO

O presente documento consiste na atualização do inventário de emissões atmosféricas da região Norte para os anos de 2012 e 2013, seguindo as metodologias recomendadas para elaboração de inventários de emissões (abordagens: top-down e bottom-up). Estas metodologias de cálculo incidiram na estimativa das emissões dos poluentes PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>. O inventário foi desagregado ao nível do concelho e por seis sectores de atividade.

Em termos metodológicos destacam-se algumas das etapas do presente inventário:

- Para as estimativas de emissões efetuadas para cada sector de atividade pela metodologia top-down recorreu-se a dados de consumo de combustíveis por CAE da região, sendo aplicados os respetivos fatores de emissão;
- Para o cálculo das emissões dos sectores Produção de Eletricidade e Vapor e Indústria e Construção, pela abordagem bottom-up, optou-se por elaborar um inquérito a submeter a instalações previamente selecionadas;
- Para efeitos de estimativa das emissões poluentes associadas ao sector dos Transportes Rodoviários recorreu-se a uma metodologia para os concelhos da região Norte baseada nos dados de consumo de combustível por concelho, e outra mais detalhada e específica para o concelho do Porto baseada em dados de frota (com base em contagens no terreno);
- Determinaram-se as emissões de poluentes no sector Doméstico decorrentes da atividade de utilização de lareiras para aquecimento, que tem vindo a ser evidenciada como uma fonte significativa por várias entidades.

Relativamente aos resultados obtidos de estimativa de emissões de poluentes atmosféricos na região Norte verificou-se que:

- Entre os anos 2010 e 2012 registou-se uma tendência generalizada de diminuição das emissões que foi contrariada em 2013. Neste último ano, registou-se um aumento das mesmas para a maioria dos poluentes, principalmente devido à contribuição do sector dos Transportes Rodoviários (em 2013 ocorreu um aumento considerável no consumo de combustível neste sector). As emissões de SO<sub>2</sub> são uma exceção a este comportamento, decrescendo desde 2010, e de forma mais acentuada em 2013, principalmente como resultado da alteração de combustível em algumas fontes de combustão estacionárias de fuelóleo para gás natural;
- Os sectores Transportes Rodoviários, Doméstico e Produção de Eletricidade e Vapor apresentam as contribuições mais significativas para as emissões dos poluentes analisados;
- O sector da Indústria e Construção, apesar de não ser a maior fonte de emissão da região Norte, tem um peso relevante nas emissões de SO<sub>2</sub>.
- O sector Doméstico tem um contributo muito significativo para a emissão de CO e PM<sub>10</sub>.
- As zonas densamente povoadas que constituem as aglomerações da região Norte, bem como as áreas urbanas envolventes, a par das áreas industrializadas do Grande Porto, Ave e Minho-Lima, sobressaem na contribuição relativa das emissões para o total da região Norte, para a maioria dos poluentes analisados.

## **I. Preâmbulo**

O presente documento diz respeito ao relatório final das atividades desenvolvidas no âmbito do Protocolo celebrado entre a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N) e a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL). No âmbito das obrigações legais afetas à CCDR-N, a FCT/UNL tem vindo a prestar apoio técnico, nomeadamente nas ações com vista à elaboração do inventário das emissões de poluentes atmosféricos na região Norte.

Este documento visa transmitir informação atualizada, sobre as emissões de poluentes atmosféricos, colocando à disposição informação útil a ser utilizada nas ferramentas de apoio ao planeamento e gestão da qualidade do ar.

Apresentam-se de seguida os aspetos desenvolvidos conducentes à elaboração do inventário de emissões de poluentes atmosféricos na região Norte relativo aos anos de 2012 e 2013.

## II. Enquadramento Legal

De acordo com o estabelecido no Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, a proteção do ambiente atmosférico deve ser assegurada através de um conjunto de instrumentos que promovam a prevenção e o controlo das emissões de poluentes atmosféricos, nomeadamente através da inclusão de condições relativas à proteção do ambiente atmosférico no âmbito do licenciamento, autorização ou aprovação das instalações, nos termos previstos na legislação aplicável.

Este diploma visa também a implementação e o lançamento de programas de investigação e de desenvolvimento no domínio da prevenção e redução da poluição atmosférica, que tornem possível a satisfação de compromissos internos e internacionais, nomeadamente a elaboração e manutenção de um inventário nacional de fontes de emissão de poluentes atmosféricos.

Um inventário de emissões consiste numa listagem da quantidade de poluentes lançada para a atmosfera, numa dada área geográfica e num período de tempo de referência, pelas fontes emissoras aí localizadas.

Os inventários de emissões constituem uma base de trabalho fundamental no processo de gestão da qualidade do ar, revelando o peso das emissões a nível regional e nacional, identificando as principais fontes emissoras e respetivos poluentes, permitindo assim definir uma estratégia de intervenção nos casos mais problemáticos de poluição atmosférica.

Assim, o Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, no n.º 2 do art.º 8º estabelece ser competência da CCDR a realização, para cada ano civil, do inventário regional de emissões de poluentes atmosféricos na área territorial da respetiva jurisdição.

De acordo com o n.º 3 do referido artigo, é obrigatória a disponibilização às CCDR de toda a informação relevante e atualizada pelas entidades detentoras da mesma, públicas ou privadas, incluindo operadores e entidades responsáveis pela produção de dados estatísticos.

Neste sentido, competiu à CCDR-N a sistematização e análise da conformidade legal dos resultados da monitorização pontual remetidos pelas empresas da região Norte, por via dos relatórios de autocontrolo, constituindo uma das fontes de informação de base a constar no inventário de emissões atmosféricas que a CCDR-N elabora.

## III. Desenvolvimento do Inventário de Emissões Atmosféricas da Região Norte

### III.1 Nota Introdutória

Os inventários de emissões atmosféricas são instrumentos que permitem analisar, quer a quantidade, o tipo, e a localização das emissões que ocorrem numa determinada área geográfica durante um período de tempo. Os resultados dos inventários permitem identificar os sectores de atividade e os locais que emitem mais poluentes para a atmosfera e avaliar a sua contribuição respetiva para a qualidade do ar da região. Por esta razão auxiliam na tarefa de gestão da qualidade do ar, nomeadamente ao nível da seleção de estratégias de redução de emissões.

A atualização contínua do inventário de emissões em termos de fatores de emissão e dados de atividade deve seguir uma metodologia coerente com as recomendações europeias e compromissos internacionais (UNFCCC e UNECE).

A elaboração de um inventário de emissões atmosféricas é um processo que envolve recursos significativos: a informação base necessária encontra-se muitas vezes dispersa, sendo em alguns casos de difícil obtenção e o seu tratamento complexo. À escala regional, a obtenção de informação espacialmente pormenorizada e a consideração de dados de fontes pontuais individualizadas assume uma relevância acrescida, uma vez que o nível de detalhe requerido é maior.

### III.2 Âmbito, Poluentes e Sectores de Atividade

O inventário de emissões atmosféricas, segundo os guias de boas práticas internacionais, nomeadamente o IPCC Good Practice Guidance e o EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook, deve ser:

- Transparente – corretamente documentado permitindo que as estimativas sejam replicáveis;
- Consistente – a níveis metodológicos diferentes;
- Comparável – estruturado de forma a permitir uma boa comparação da informação com padrões nacionais e internacionais;
- Completo – estimando todas as fontes de poluentes;
- Específico – recorrendo sempre que possível a dados reais e específicos para as fontes poluentes;
- Preciso – não incorrendo em sobre ou sub estimativas.

Para garantir estas características importa iniciar o processo de construção do inventário com a definição de um conjunto de parâmetros, tais como:

1. Âmbito geográfico;
2. Âmbito temporal;
3. Poluentes atmosféricos;
4. Sectores de atividade.

### III.2.1 Âmbito Geográfico

Para além da seleção da região sobre a qual vai incidir o inventário – Região Norte - é necessário definir corretamente as unidades que a compõem (concelhos) para assegurar uma correta alocação espacial das emissões.

O inventário de emissões atmosféricas da região Norte (região estatística NUTII) abrange 86 concelhos que ocupam uma área de cerca de 21 278 km<sup>2</sup>. As zonas NUT (que de acordo com o Regulamento CE n.º 1059/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de Maio de 2003, relativo à instituição de uma Nomenclatura Comum das Unidades Territoriais Estatísticas – NUTS, estão subdivididas em três níveis: NUTS I, NUTS II e NUTS III) que integram a região Norte e respetivos concelhos, que são mencionadas ao longo do presente documento, estão indicadas no Anexo I.

Embora este inventário abranja toda a região Norte, em determinados aspetos foi dado maior enfoque, em termos de recolha de informação individualizada, às zonas desta região definidas como “aglomerações” no âmbito da aplicação do Decreto-Lei 102/2010, de 23 de Setembro, uma vez que para as restantes zonas a informação disponível e atualizada é de mais difícil obtenção.

Em termos das obrigações de avaliação e gestão da qualidade do ar a nível nacional, e na sequência da transposição da Diretiva Quadro da Qualidade do Ar (Diretiva 96/62/CE, revogada pela Diretiva 2008/50/CE, transposta para a legislação nacional através do Decreto-Lei 102/2010, de 23 de Setembro), o território nacional foi dividido em Zonas e Aglomerações, que se definem da seguinte forma:

- Zona - “área geográfica de características homogéneas, em termos de qualidade do ar, ocupação do solo e densidade populacional”;
- Aglomeração - “zona caracterizada por um número de habitantes superior a 250 000 ou em que a população seja igual ou fique aquém de tal número de habitantes, desde que não inferior a 50 000, sendo a densidade populacional superior a 500 habitantes/km<sup>2</sup>”.

A região Norte, representada na Figura 1, engloba, no seu território, seis zonas das quais quatro são aglomerações:

- Aglomerações: Porto Litoral, Vale do Ave, Vale do Sousa e Braga;

- Zonas: Norte Litoral e Norte Interior.

O inventário regional de emissões apresenta-se desagregado espacialmente ao nível do concelho.

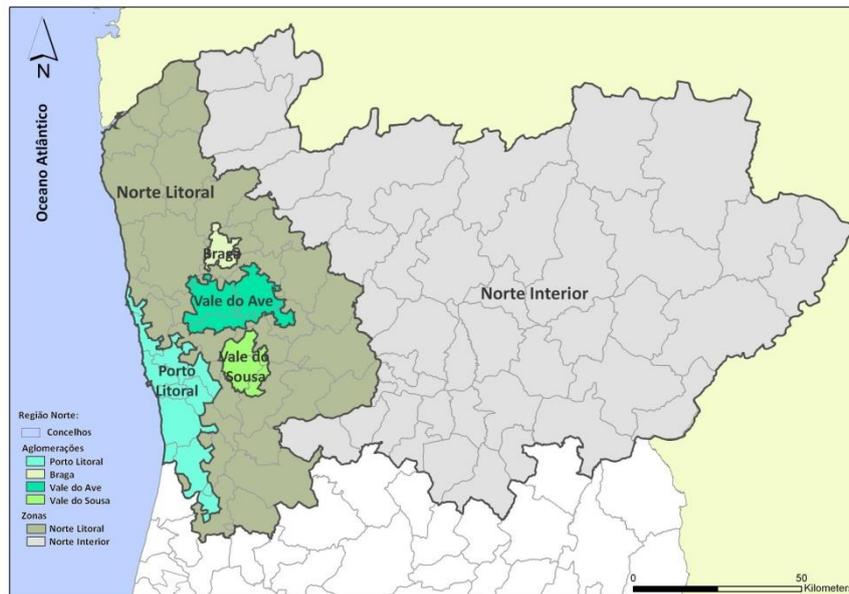


Figura 1. Mapa representativo da região Norte (zonas, aglomerações e concelhos)

### III.2.2 Âmbito Temporal

O âmbito temporal compreende os anos para os quais se irá proceder ao cálculo das emissões. Uma vez que a realização de um inventário se afigura como uma tarefa complexa e cuja recolha de informação de base é bastante exaustiva, pretende-se que o período de referência seja o mais atual possível mas sem comprometer a disponibilidade de dados de atividade.

Sendo 2014 o ano de realização do inventário, os anos de referência das emissões nele contidas reportam-se a 2012 e 2013, por serem estes os últimos anos para os quais existe um conjunto de estatísticas regionais disponíveis.

### III.2.3 Poluentes Atmosféricos

A estimativa de emissões num inventário pode abranger parte ou a totalidade (num cenário de grande disponibilidade de informação) de um conjunto muito variado de poluentes atmosféricos: desde gases de efeito estufa a gases acidificantes e metais pesados.

A escolha dos poluentes a estimar deve ter por base critérios bem definidos, tais como:

- Legislação existente e aplicável;

- Importância para a qualidade do ar da região.

No presente inventário da região Norte, são estimadas as emissões dos seguintes poluentes:

- partículas em suspensão (PM<sub>10</sub>),
- dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>),
- óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>),
- monóxido de carbono (CO) e
- dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

O objetivo do presente inventário prende-se com as estimativas das emissões de poluentes atmosféricos na região Norte, não sendo preparado no âmbito da verificação do cumprimento do Protocolo de Quioto. Como tal, as emissões de CO<sub>2</sub> associadas à queima de biomassa são consideradas juntamente com os restantes combustíveis fósseis.

### III.2.4 Sectores de Atividade

A nível nacional, no âmbito dos compromissos comunitários e internacionais assumidos relativamente à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (UNFCCC), à Convenção sobre Poluição Atmosférica Transfronteira de Longo Alcance (UNECE) e à Diretiva relativa aos Tetos Nacionais de Emissões (UE), Portugal, através da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), submete anualmente o Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos (INERPA). Os grandes sectores de atividade para os quais se estimam as emissões nesse âmbito são:

- Energia;
- Indústria;
- Uso de Solventes;
- Agricultura;
- Florestas;
- Resíduos.

Os inventários regionais, ainda que adaptados para a realidade da sua escala, podem adotar uma estrutura semelhante à seguida no INERPA. No entanto como os recursos para a elaboração dos inventários regionais são escassos e a especificidade de cálculo muito maior, é muitas vezes necessário restringir o âmbito sectorial. Na escolha dos sectores sobre os quais se vai focar o inventário, podem ser utilizados critérios como:

- O impacto espetável do sector nas emissões (para um ou mais poluentes) totais da região;

- A previsível ligação do sector a problemas de qualidade do ar da região;
- A não inclusão do sector em anteriores inventários de emissões.

Tendo em conta estes critérios, o atual inventário de emissões irá focar-se em cinco sectores de atividade:

- Transportes Rodoviários (emissões de combustão móvel);
- Produção de Eletricidade e Vapor (emissões da combustão estacionária);
- Indústria e Construção (emissões da combustão e processo estacionária);
- Comércio/ Serviços (emissões da combustão estacionária);
- Doméstico (emissões da combustão estacionária);
- Agricultura/ Florestas/ Pescas (emissões da combustão estacionária).

### III.3 Estimativa de Emissões do Inventário – Aspetos gerais

Para a estimativa de emissões num inventário regional existem duas grandes abordagens, que apesar de distintas são complementares para garantir um inventário preciso, específico e completo:

- Estimativa de emissões a nível global para cada sector de atividade - Top-down;
- Estimativa de emissões ao nível de cada fonte poluente - Bottom-up.

Numa abordagem **top-down** as emissões são estimadas a nível dos grandes sectores de atividade sendo utilizados dados estatísticos da região em estudo, usualmente desagregados ao nível do concelho. Esta estimativa de emissões permite:

- O cálculo de todas as emissões sectoriais;
- Uma leitura da distribuição espacial das emissões de poluentes atmosféricos na região;
- Compreender o contributo de cada sector de atividade nas emissões totais da região.

No entanto, ao estimar-se as emissões atmosféricas usando dados estatísticos regionais perde-se detalhe:

- Na aplicação de fatores de emissão gerais não é possível considerar as especificidades do funcionamento de uma dada fonte pontual;
- Ficam de fora fontes de emissão para as quais não existe informação estatística a nível regional.

A abordagem **bottom-up** permite resolver este problema focando-se no detalhe das várias fontes poluentes consideradas. Com esta abordagem é possível:

- Conhecer a fundo o funcionamento de uma dada fonte poluente;
- Identificar possíveis fontes poluentes não consideradas pela metodologia top-down aumentando assim a abrangência do inventário;
- Ajustar as metodologias de cálculo às especificidades das fontes poluentes consideradas.

Devido ao facto desta abordagem necessitar de um consumo intensivo de recursos, tanto na recolha da informação como no cálculo das emissões, não é possível aplicá-la a todas as fontes de emissão existentes na região. É neste facto que reside a complementaridade das duas abordagens, o bottom-up focaliza-se no cálculo detalhado das emissões nas fontes mais importantes da região, enquanto que o top-down permite estimar as restantes emissões de acordo com o nível de atividade do sector em análise.

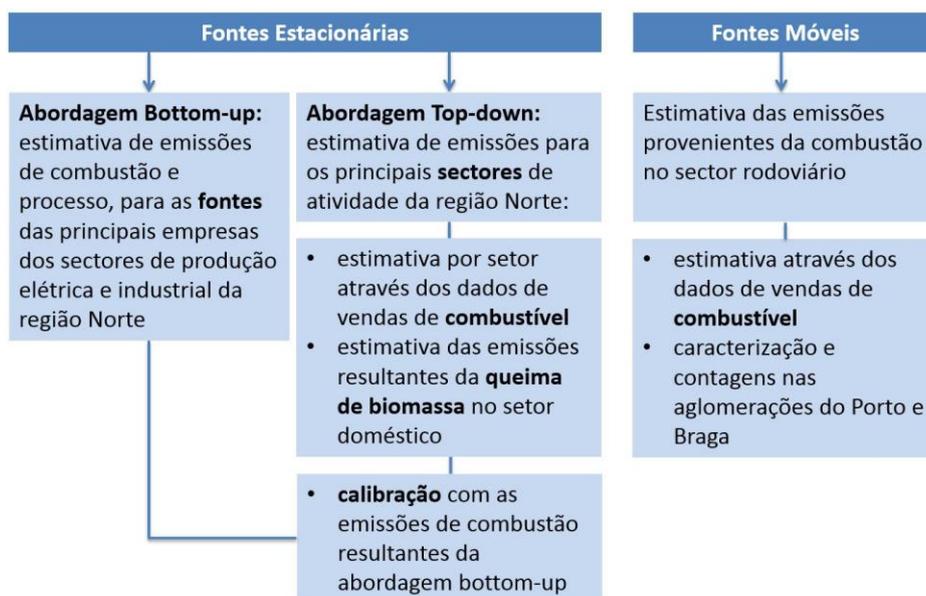
Antes de proceder à descrição das metodologias utilizadas neste inventário importa clarificar alguns conceitos que serão utilizados para classificar as fontes de emissão da Região Norte (Tabela 1).

**Tabela 1. Conceitos utilizados na classificação das emissões de poluentes atmosféricos da Região Norte**

Conceito	Explicação
Fontes	Origem da emissão de poluentes atmosféricos.
Fonte Estacionária	Fonte que não se move podendo ser pontual ou difusa.
Fonte Móvel	Fonte que se movimenta - sector dos transportes.
Emissão/Fonte Pontual	Emissão/fonte que se pode atribuir a um determinado ponto no espaço, usualmente associada a uma chaminé.
Emissão/Fonte Difusa (ou em Área)	Emissão/fonte sem ponto de emissão definido, usualmente atribuída a uma área (incluindo unidade de território).
Emissão/Fonte de Combustão	Emissão/fonte associada a um equipamento onde existe queima de combustível (fóssil ou biomassa).
Emissão/Fonte de Processo	Emissão/fonte resultantes do processo de fabrico de uma dada instalação industrial, não envolvendo combustão.

Tendo em conta a abrangência sectorial deste inventário, a estimativa de emissões irá realizar-se de acordo com as seguintes fases (representadas na Figura 2):

1. Estimativa de emissões de combustão e processo em fontes estacionárias para as principais empresas dos sectores da produção elétrica e indústria da região Norte, recorrendo à abordagem bottom-up (emissões estacionárias);
2. Estimativa das emissões para os principais sectores de atividade da região Norte recorrendo à abordagem top-down (emissões estacionárias):
  - a. Calibração com as emissões de combustão resultantes da abordagem bottom-up;
  - b. Estimativa das emissões resultantes da queima de biomassa no sector doméstico;
3. Estimativa das emissões provenientes da combustão no sector rodoviário (emissões móveis).



**Figura 2. Representação esquemática das etapas metodológicas da estimativa de emissões da região Norte**

Para o cálculo de emissões neste inventário foram seguidas as metodologias descritas na bibliografia especializada, nomeadamente os documentos:

- EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook - 2009;
- IPCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories;
- IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - 2000.

A aplicação destas metodologias será descrita em maior detalhe nos próximos capítulos.

## III.4 Estimativa das Emissões Estacionárias – Abordagem Bottom-up

### III.4.1 Recolha e Tratamento da Informação Base

#### III.4.1.1 Preparação do Inquérito à Indústria

A recolha de informação detalhada sobre o funcionamento de uma dada unidade industrial é um processo moroso e com elevado consumo de recursos. Parte da informação necessária para a estimativa de emissões encontra-se disponível em diversas fontes de informação nomeadamente:

- Licenças Ambientais produzidas de acordo com as normas relativas à Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP);
- Título de Emissão de Gases com Efeito de Estufa (TEGEE) enquadrados no Comércio Europeu de Licença de Emissões (CELE).

Apesar destas fontes de informação terem dados relevantes para um inventário regional, possuem um conjunto de problemas que não possibilitam a sua utilização de forma sistemática no processo de estimativa de emissões. Nomeadamente:

- Caracterizarem o funcionamento das fontes poluentes num período temporal muito específico, muitas vezes fora do âmbito do inventário;
- Não apresentarem dados essenciais para o cálculo de emissões como por exemplo consumos de combustível;
- A informação disponibilizada não se encontra sintetizada com o detalhe suficiente para ser utilizada num inventário de emissões atmosféricas.

Para contornar este problema optou-se por elaborar um inquérito a submeter às instalações que se identifiquem como mais relevantes para o cálculo de emissões na região Norte, à semelhança do efetuado no âmbito do inventário anterior, já que se revelou um método eficaz e adequado para a obtenção da informação pretendida (representado na Figura 3). Assim, para os anos de 2012 e 2013, os operadores inquiridos atualizaram a informação ao nível das quantidades de matérias-primas e produtos, do processo produtivo e dos equipamentos indicados.

O referido inquérito foi delineado com o objetivo de recolher toda a informação necessária para a estimativa de emissões bottom-up do inventário, englobando os aspetos de identificação da empresa, processo produtivo e características relativas aos equipamentos e chaminés. Este consta do Anexo II –, capítulo onde se abordam alguns aspetos mais detalhados da sua metodologia.

**IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA**

Nome da Empresa

Nome da Unidade

Morada

Contacto  
 Nome:  
 Telefone:  
 Email:

Classificação da Actividade Económica (CAE)

---

**PROCESSO PRODUTIVO**

Descrição Geral

Descrição do Processo Produtivo

Diagrama do Processo Produtivo

Quantidades Consumidas / Produzidas  
 Incluir também nesta tabela o consumo de combustíveis.

	Material	Quantidade Real (anual)		Unidade	Observações
		2010	2011		
Matérias Primas					
Produtos					

---

**EQUIPAMENTOS E CHAMINÉS**

Equipamentos

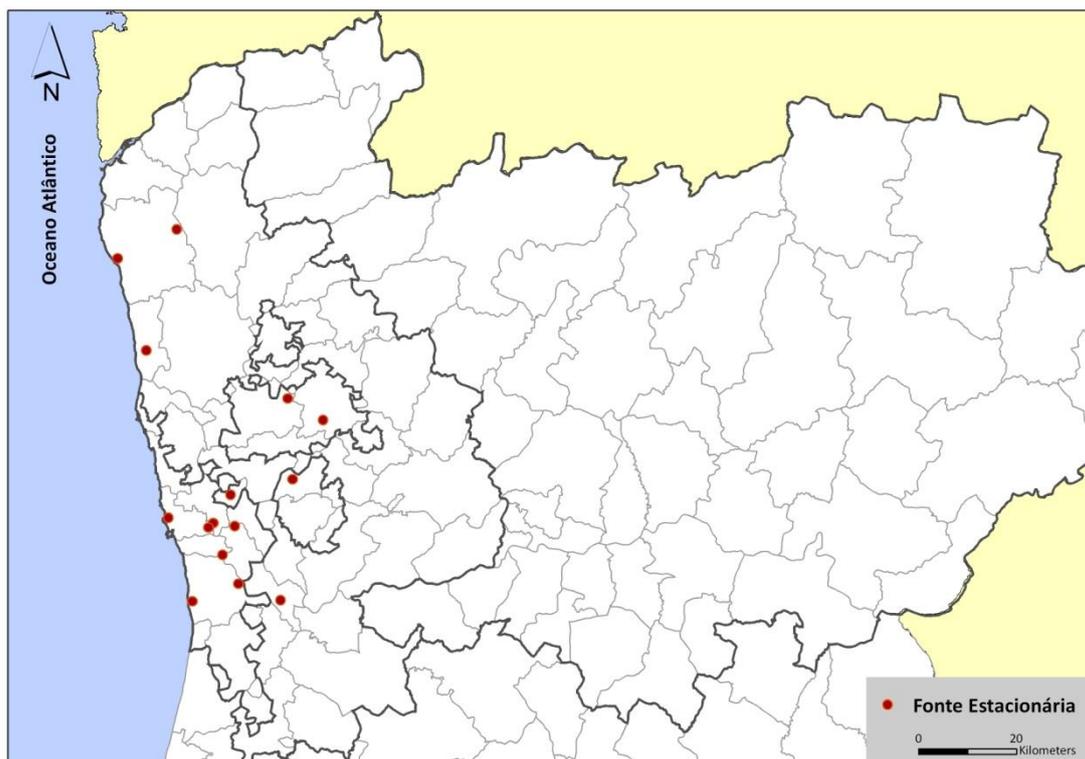
Equipamentos de Combustão  
 Equipamentos Associados à queima de combustível.

Designação	Tipo	Especificações Técnicas	Processos Associados	Potência Térmica	Funcionamento Total de Horas	Tipo de Combustível			Consumo de Combustível (anual)		Observações
						Designação	PCI (MJ/kg)	Teor de Enxofre	2010	2011	

Inquérito / ExemploPreenchimento

**Figura 3. Representação do inquérito base endereçado aos operadores industriais da região Norte**

A Figura 4 representa a distribuição espacial das instalações industriais consideradas para efeitos de estimativa de emissões em 2012 e 2013 na Região Norte.



**Figura 4. Localização das instalações a considerar no cálculo de emissões da região Norte pela abordagem bottom-up**

### *III.4.1.2 Recolha de Outra Informação Base*

Para garantir uma maior celeridade na obtenção de respostas ao inquérito enviado às instalações industriais, não foram incluídos nesse questionário dados de monitorização das fontes pontuais, pelo que foi necessário recorrer a outras fontes de informação para obtenção dessa informação.

Ao abrigo do Decreto-lei nº 78/2004 de 3 de Abril a CCDR-N recebe dados de monitorização das fontes pontuais das instalações industriais com monitorização pontual (relatórios de autocontrolo). Esses dados são essenciais para a estimativa de emissões bottom-up uma vez que permitem conhecer em maior detalhe o funcionamento das fontes poluentes existentes em cada instalação. Os dados de monitorização são enviados à CCDR-N através do seu Balcão Eletrónico, tendo a monitorização/submissão da informação um cariz periódico (trianual, bianual ou anual) dependendo dos requisitos definidos no Decreto-lei nº 78/2004 e na Licença Ambiental de cada instalação.

No que se refere às instalações que efetuam monitorização em contínuo, o reporte de dados é efetuado à Agência Portuguesa do Ambiente, pelo que foi necessário solicitar a esta entidade a informação necessária para quatro das instalações industriais. Na atualização do inventário de emissões para 2012 e 2013 verificou-se que não havia dados atualizados disponíveis pelo que se recorreu à informação recolhida aquando da realização do inventário anterior.

A Tabela 2 sintetiza a informação então extraída dos relatórios de autocontrolo, pontual e contínuo, para utilização no cálculo de emissões do inventário.

**Tabela 2. Informação extraída dos relatórios de autocontrolo das emissões**

<b>Tipo</b>	<b>Dados</b>
Informação Geral Sobre a Fonte	Empresa Data de Recolha Fonte e Sistema de Redução Forma da Chaminé Diâmetro da Chaminé
Condições de Exaustão do Efluentes Gasoso	Temperatura (K) Caudal Seco (Nm <sup>3</sup> /h) Velocidade do Efluente (m/s)
Emissões Monitorizadas	Parâmetro Monitorizado Concentração Medida (mg/Nm <sup>3</sup> ) Caudal Medido (kg/h)

É de salientar que se recorreu às Licenças Ambientais e aos Títulos de Emissão de Gases com Efeito de Estufa para completar dados em falta não preenchidos no inquérito ou para esclarecimento de dúvidas muito específicas que tenham surgido durante o processo de cálculo.

#### III.4.2 Estimativa de Emissões Atmosféricas

Os dados fornecidos no inquérito, bem como a informação recolhida junto dos relatórios de monitorização (quando disponíveis), foram compilados numa base de dados em Microsoft Excel especialmente estruturada para permitir o cálculo de emissões.

Tendo em conta os dados obtidos através das várias fontes de informação utilizadas no inventário é possível estimar emissões recorrendo às seguintes metodologias:

- **Monitorização** – estimativa de emissões para as fontes pontuais das instalações, através dos dados dos relatórios de monitorização;
- **Fatores de Emissão (FE)** – pesquisa bibliográfica para obtenção dos fatores de emissão que caracterizam equipamentos/ fontes/ regimes de funcionamento tipo, e que podem ser aplicados de forma generalizada para a estimativa de emissões;
- **Balanço de Massa** – quando existe uma ligação direta entre o poluente emitido e as matérias-primas processadas pelo equipamento/ fonte (não ocorrendo uma destruição do elemento de ligação).

Foi dada prioridade à utilização dos dados de monitorização compilados a partir da base de dados da CCDR-N e da APA, por se considerar que esta informação é a que melhor caracteriza o funcionamento

normal das fontes de emissão das instalações em estudo. É de salientar que o número de entradas na base de dados para cada fonte/ poluente/ ano é diminuta, uma vez que na maioria das fontes a monitorização ocorre semestralmente. Este facto faz com que a estimativa de emissões através dos relatórios de autocontrolo, apesar de mais próxima da realidade, não esteja isenta de problemas, uma vez que a existência de poucos dados não permite aferir a sua representatividade em termos do normal funcionamento da fonte, principalmente quando ocorrem grandes variações nas emissões de um semestre para o seguinte.

É de salientar que na elaboração do inventário da CCDR-N se seguiram de forma generalizada as três metodologias apresentadas anteriormente.

### III.4.2.1 Monitorização

Um dos parâmetros apresentados nos relatórios de autocontrolo é o caudal de poluente emitido em kg/h. Com este parâmetro e sabendo o número de horas de funcionamento da fonte é possível estimar as emissões anuais (em toneladas) dessa fonte utilizando a seguinte equação:

$$Emissão_{t/ano} = CaudalMedido_{kg/h} \times HorasFuncionamento_{h/ano} \times 10^{-3}$$

**Equação 1**

Para validação dos dados reportados procedeu-se ao cálculo do valor do Caudal Medido através do Caudal Seco e da Concentração de Poluente medida, de acordo com a seguinte equação:

$$CaudalMássico_{kg/h} = Concentração_{mg/Nm^3} \times CaudalSeco_{Nm^3/h} \times 10^{-6}$$

**Equação 2**

Este procedimento foi repetido para todos os poluentes e para todas as fontes de uma dada instalação. No final foi feita uma média anual dos valores de caudal (kg/h) por poluente e fonte obtidos.

### III.4.2.2 Fatores de Emissão

A aplicação de fatores de emissão tem duas funções neste inventário:

- Avaliar os resultados do cálculo de emissões através dos dados de monitorização;
- Estimar emissões para fontes (pontuais ou difusas) não monitorizadas.

Na pesquisa de fatores de emissão foram utilizadas as seguintes fonte de informação:

- EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook - 2009;

- IPCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories;
- IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - 2000;
- USEPA, AP42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors.

Os fatores de emissão podem ser expressos em diferentes unidades dependendo do tipo de fonte de emissão em causa, o que faz variar o processo de cálculo. Apesar de haver uma grande variabilidade, os FE agrupam-se normalmente em duas classes:

- Fontes de combustão – os fatores de emissão são expressos em g de poluente por GJ de energia produzida no processo de combustão (ou kg/GJ no caso do CO<sub>2</sub>);
- Fontes de processo – os fatores de emissão são expressos em massa de poluente (normalmente kg) por massa de material processado no processo/ equipamento em causa (nível de atividade).

A equação de seguida apresentada representa o cálculo de emissões através de FE para fontes de combustão:

$$Emiss\tilde{a}o_{t/ano} = FE_{g/GJ} \times (CC_t \times PCI_{GJ/t}) \times 10^{-6}$$

**Equação 3**

O parâmetro CC representa o consumo de combustível definido em toneladas (ou em m<sup>3</sup> quando o combustível é gasoso) e o PCI corresponde ao Poder Calorífico Inferior do combustível (se o combustível for expresso em m<sup>3</sup> o PCI é definido em GJ/m<sup>3</sup>).

Para o cálculo de emissões por fatores de emissão de processo recorre-se à seguinte equação.

$$Emiss\tilde{a}o_{t/ano} = FE_{kg/t} \times NA_t \times 10^{-3}$$

**Equação 4**

Dependendo do fator de emissão utilizado o nível de atividade (NA) pode ser definido numa unidade diferente da apresentada na equação anterior.

Na Tabela 3 encontram-se sintetizados os PCI utilizados para o cálculo de emissões bem como os respetivos FE de dióxido de carbono.

**Tabela 3. Poder calorífico inferior e fator de emissão de CO<sub>2</sub> para combustíveis abrangidos no inventário**

Combustível	PCI	CO <sub>2</sub> (kg/GJ) <sup>i)</sup>	Fonte do FE
GPL	46,0 MJ/kg	62,8	IPCC,1996
Gasóleo para Aquecimento	42,6 MJ/kg	73,3	IPCC,1996
Fuelóleo	40,0 MJ/kg	76,6	IPCC,1996
Gás Natural	38,78 MJ/Nm <sup>3</sup>	55,8	IPCC,1996
Biomassa (madeira)	13,53 MJ/kg	109,6	IPCC,1996
Lixívia Negra	12,1 MJ/kg	73,3	APA, 2012
Tail-oil	40,36 MJ/kg	62,8	Igual ao GPL
Metanol	21,5 MJ/kg	62,8	Igual ao GPL
Resíduos Sólidos Urbanos	7,5 MJ/kg	1,5 % de resíduos	IPCC,1996
Resíduo Processual Combustível Gás	40,38 MJ/kg	- ii)	-
Gás de Refinaria	50,08 MJ/kg	- ii)	-

i) Inclui fator de oxidação;  
ii) Estimativa da emissão para este combustível foi feita através dos dados de monitorização

Os fatores de emissão existentes na bibliografia especializada caracterizam sempre grupos de fontes que partilham uma ou mais características em comum, como por exemplo, o facto de consumirem o mesmo tipo de combustível, terem a mesma potência térmica, ou participarem na mesma etapa do processo produtivo. Este facto conduz a que existam vários níveis de fatores de emissão (por vezes designados por Tiers em alguns documentos) de acordo com a sua abrangência:

- Os FE menos abrangentes caracterizam situações de funcionamento mais específicas o que poderá significar uma maior aproximação à realidade em análise;
- Os FE mais abrangentes consideram situações de funcionamento mais gerais que podem ser partilhadas por diferentes tipos de fontes/ equipamentos.

Neste inventário, sempre que possível, foram utilizados fatores de emissão específicos para o tipo de fonte de emissão em análise, sendo que, nos casos em que estes FE não se encontravam disponíveis, recorreu-se a FE mais agregados. Da Tabela 4 à Tabela 8 são apresentados os FE de combustão e de processo utilizados no presente inventário.

**Tabela 4. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Combustão – Equipamento Não Especificado**

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	NO <sub>x</sub>	70	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Gasoso	CO	25	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Gasoso	SO <sub>2</sub>	0,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Gasoso	PM <sub>10</sub>	0,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Líquido	NO <sub>x</sub>	100	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Líquido	CO	40	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Líquido	SO <sub>2</sub>	140	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Líquido	PM <sub>10</sub>	21,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009

**Tabela 5. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Combustão – Caldeiras, Turbinas a Gás e Motores**

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Caldeira	>1 MW, < 50MW	Gás Natural	NO <sub>x</sub>	70	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	>1 MW, < 50MW	Gás Natural	CO	20	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	>1 MW, < 50MW	Gás Natural	SO <sub>2</sub>	0,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	>1 MW, < 50MW	Gás Natural	PM <sub>10</sub>	0,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	>50 kW, < 1MW	Gás Natural	NO <sub>x</sub>	70	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	>50 kW, < 1MW	Gás Natural	CO	30	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	>50 kW, < 1MW	Gás Natural	SO <sub>2</sub>	0,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	>50 kW, < 1MW	Gás Natural	PM <sub>10</sub>	0,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	-	Biomassa	NO <sub>x</sub>	150	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	-	Biomassa	CO	300	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	-	Biomassa	SO <sub>2</sub>	20	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	-	Biomassa	PM <sub>10</sub>	66	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
Turbinas a Gás	> 50MW	Gasosos	NO <sub>x</sub>	153	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	> 50MW	Gasosos	CO	39,2	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	> 50MW	Gasosos	SO <sub>2</sub>	0,3	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	> 50MW	Gasosos	PM <sub>10</sub>	0,9	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	> 50MW	Gasóleo	NO <sub>x</sub>	398	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	> 50MW	Gasóleo	CO	1,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	> 50MW	Gasóleo	SO <sub>2</sub>	46,0	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	> 50MW	Gasóleo	PM <sub>10</sub>	3,0	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
Motores	< 50 MW	Gasóleo	NO <sub>x</sub>	1 450	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Gasóleo	CO	385	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Gasóleo	SO <sub>2</sub>	46,1	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	< 50 MW	Gasóleo	PM <sub>10</sub>	22,4	g/GJ	EMEP/EEA, 2009

**Tabela 6. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Combustão – Outros Equipamentos**

Sector	Equipamento	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Produção de Vidro	Forno de Fusão	Gás Natural	NO <sub>x</sub>	2 931	g/t vidro	EMEP/EEA, 2009
	Forno de Fusão	Gás Natural	CO	6,1	g/t vidro	EMEP/EEA, 2009
	Forno de Fusão	Gás Natural	SO <sub>2</sub>	1 962	g/t vidro	EMEP/EEA, 2009
Indústria Metalúrgica de Base	Forno de Reaquecimento	Gás Natural	PM <sub>10</sub>	5,6	g/GJ	USEPA, 2009
	Forno de Reaquecimento	Gás Natural	NO <sub>x</sub>	81,7	g/GJ	USEPA, 2009
	Forno de Reaquecimento	Gás Natural	CO	0,6	g/GJ	USEPA, 2009
	Forno de Fusão	Líquido/ Gasoso	PM <sub>10</sub>	1,2	kg/t alumínio	EMEP/EEA, 2009
	Forno de Fusão	Líquido/ Gasoso	NO <sub>x</sub>	449	g/t alumínio	EMEP/EEA, 2009
	Forno de Fusão	Líquido/ Gasoso	SO <sub>2</sub>	603	g/t alumínio	EMEP/EEA, 2009
	Lingoteiras	Gasosos	NO <sub>x</sub>	70	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	Lingoteiras	Gasosos	CO	25	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	Lingoteiras	Gasosos	SO <sub>2</sub>	0,5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	Lingoteiras	Gasosos	PM <sub>10</sub>	0.5	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
Refinação de Produtos Petrolíferos	Flare	Gás de Refinaria	NO <sub>x</sub>	32,2	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	Flare	Gás de Refinaria	CO	177,0	g/GJ	EMEP/EEA, 2009
	Flare	Gás de Refinaria	CO <sub>2</sub>	60	kg/GJ	APA, 2012
Tratamento e Eliminação de Resíduos	Grelha de combustão	Resíduos	NO <sub>x</sub>	1,8	kg/t resíduos	EMEP/EEA, 2009
	Grelha de combustão	Resíduos	CO	0,7	kg/t resíduos	EMEP/EEA, 2009
	Grelha de combustão	Resíduos	SO <sub>2</sub>	0,4	kg/t resíduos	EMEP/EEA, 2009
	Grelha de combustão	Resíduos	PM <sub>10</sub>	0 <sup>i)</sup>	kg/t resíduos	EMEP/EEA, 2009

i) Emissão após considerar tecnologia de remoção de partículas (FE praticamente 0).

**Tabela 7. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Processo**

Sector	Equipamento /Processo	Sistema de Controlo i)	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Alimentar – Produção de Cerveja	Caldeira de Ebulição	-	PM <sub>10</sub>	0,41	lb/1000bbl cerveja	USEPA, 1996
	Ventilação da Fermentação	-	CO <sub>2</sub>	2 100	lb/1000bbl cerveja	USEPA, 1996
	Envelhecimento	-	CO <sub>2</sub>	26	lb/1000bbl cerveja	USEPA, 1996
	Enchimento de Garrafas	-	CO <sub>2</sub>	0	lb/1000bbl cerveja	USEPA, 1996
	Enchimento de Barris	-	CO <sub>2</sub>	46	lb/1000bbl cerveja	USEPA, 1996
Alimentar – Processamento de Cereais	Recepção do malte	-	PM <sub>10</sub>	0,008	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Recepção do milho	Sem controlo	PM <sub>10</sub>	0,0039	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Recepção do Trigo	Sem controlo	PM <sub>10</sub>	0,0295	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Limpeza do Trigo	Ciclone	PM <sub>10</sub>	0,0095	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Moagem de Trigo	Sem controlo	PM <sub>10</sub>	17.5	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Armazenagem da farinha	Sem controlo	PM <sub>10</sub>	0,00315	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Expedição de Grãos	-	PM <sub>10</sub>	0,0145	kg/t grãos	USEPA, 1996
Alimentar – Produção de Rações	Recepção dos Cereais	-	PM <sub>10</sub>	0,00125	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Limpeza dos Cereais	Ciclone	PM <sub>10</sub>	0,0095	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Moagem dos Cereais	Filtro de Mangas	PM <sub>10</sub>	0.006	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Peletização - Arrefecedor	Ciclone	PM <sub>10</sub>	0,09	kg/t grãos	USEPA, 1996
	Expedição	Sem controlo	PM <sub>10</sub>	0,0008	kg/t grãos	USEPA, 1996

i) “-” não existe referência sobre sistemas de controlo na bibliografia.

**Tabela 8. Fatores de emissão utilizados no inventário da CCDR-N – Processo (continuação)**

Sector	Equipamento /Processo	Sistema de Controlo i)	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Indústria da Pasta e Papel	Tanque de Dissolução	-	NO <sub>x</sub>	0,5	kg/t pasta	EMEP, 2002
	Tanque de Dissolução	-	SO <sub>2</sub>	0,1	kg/t pasta	EMEP, 2002
	Tanque de Dissolução	-	PM <sub>10</sub>	3,1	kg/t pasta	EMEP, 2002
Indústria Metalúrgica de Base	Forno de Arco Eléctrico	Filtro de Mangas	NO <sub>x</sub>	130	g/t aço	EMEP/EEA, 2009
	Forno de Arco Eléctrico	Filtro de Mangas	CO	0,0017	g/t aço	EMEP/EEA, 2009
	Forno de Arco Eléctrico	Filtro de Mangas	SO <sub>2</sub>	60	g/t aço	EMEP/EEA, 2009
	Forno de Arco Eléctrico	Filtro de Mangas	PM <sub>10</sub>	24	g/t aço	EMEP/EEA, 2009
	Afinação	Sem controlo	NO <sub>x</sub>	0,0109	kg/t aço	USEPA, 2009
	Afinação	Sem controlo	CO	0,0113	kg/t aço	USEPA, 2009
	Afinação	Sem controlo	SO <sub>x</sub>	0,0159	kg/t aço	USEPA, 2009
Produção de Mobiliário de Madeira	Laminagem	-	PM <sub>10</sub>	9	g/t aço	EMEP/EEA, 2009
	Secagem de MDF	-	PM <sub>10</sub>	1,06	kg/Mg madeira	USEPA, 2009
	Secagem de MDF	-	NO <sub>x</sub>	0,19	kg/Mg madeira	USEPA, 2009
-	Secagem de MDF	-	CO	0,8	kg/Mg madeira	USEPA, 2009
-	Uso de Calcário	-	CO <sub>2</sub>	440	kg/t CaCO <sub>3</sub>	IPCC,1996
-	Uso de Carbonato de Sódio	-	CO <sub>2</sub>	415	kg/t Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	IPCC,1996

i) “-” não existe referência sobre sistemas de controlo na bibliografia.

### III.4.2.3 Balanço de Massa

A metodologia de balanço de massa foi aplicada na determinação da emissão de SO<sub>2</sub> a partir da percentagem de enxofre existente no combustível. É de salientar que também existem fatores de emissão de SO<sub>2</sub> (apresentado na tabela de FE de combustão) que na sua génese supõem um valor de percentagem de enxofre pré-definido. O cálculo do balanço de massa é especialmente relevante na validação das emissões de SO<sub>2</sub> determinadas através dos dados de monitorização.

A equação de seguida apresentada permite a estimativa das emissões de SO<sub>2</sub> através da percentagem de enxofre no combustível:

$$Emiss\tilde{a}o_{t/ano} = (\%S \times 10^{-2}) \times CC_t \times \left(\frac{64}{32}\right)$$

**Equação 5**

O parâmetro percentagem de enxofre (% S) foi obtido junto das instalações industriais através do inquérito, sendo praticamente nulo para o combustível gás natural.

## III.5 Estimativa de Emissões de Fontes Estacionárias - Abordagem Top-down

### III.5.1 Consumo de Combustível Fósseis

#### III.5.1.1 Recolha e Tratamento da Informação Base

Tendo em conta a abrangência sectorial do inventário, esta abordagem irá focar-se na estimativa das emissões de combustão estacionárias da região Norte. Para tal recorreu-se aos dados de consumo de combustíveis disponibilizados pela Direção Geral Energia e Geologia (DGEG) no seu sítio da internet (DGEG, 2014a e 2014b). A informação recolhida junto da DGEG está agrupada em duas temáticas:

- Vendas de Produtos de Petróleo no Mercado Interno;
- Consumo de Gás Natural no Mercado Interno.

Ambas as fontes de informação apresentam os dados discriminados por CAE (Classificação das Atividades Económicas) a dois dígitos e uma desagregação espacial a nível do concelho. Para facilitar o cálculo e posterior análise das emissões top-down a informação por CAE foi agrupada em cinco sectores de atividade:

- Agricultura/ Florestas/ Pescas
- Comércio/ Serviços
- Doméstico
- Indústria e Construção
- Produção de Eletricidade e Vapor

É de salientar que da listagem de produtos de petróleo disponibilizados pela DGEG se escolheram os mais importantes (de acordo com o nível de consumo) para os sectores de atividade abrangidos pelo inventário:

- Gás propano liquefeito (GPL) – agrega consumos de butano e propano;
- Gasóleo colorido para aquecimento<sup>1</sup> – designado neste inventário por gasóleo ou gasóleo para aquecimento;
- Thick fuel oil 1% - designado neste inventário por fuelóleo.

Esta informação foi compilada numa base de dados em Microsoft Excel, estruturada de forma a facilitar a análise dos dados e o cálculo das emissões.

---

<sup>1</sup> Este tipo de gasóleo é usualmente utilizado em equipamentos estacionários.

### III.5.1.2 Calibração dos Consumos Bottom-up com Top-Down

As emissões de parte do consumo de combustível obtido, por concelho, junto da DGEG já se encontram estimadas através da abordagem bottom-up. Para evitar dupla contagem de emissões é necessário retirar o consumo reportado pelas empresas no inquérito, ao total por atividade/concelho obtido junto da DGEG – designando-se esta etapa do cálculo de emissões por calibração dos consumos de combustível (representada na Figura 5).

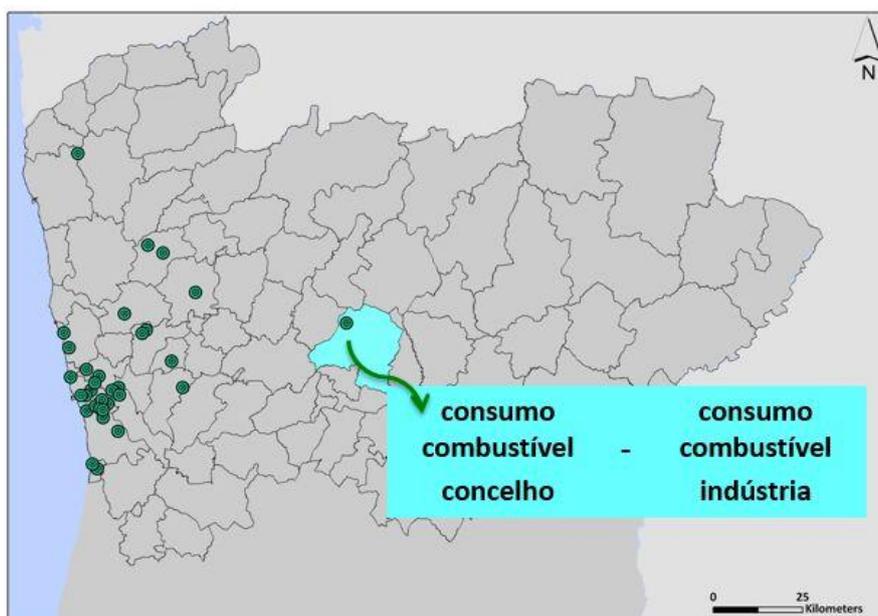
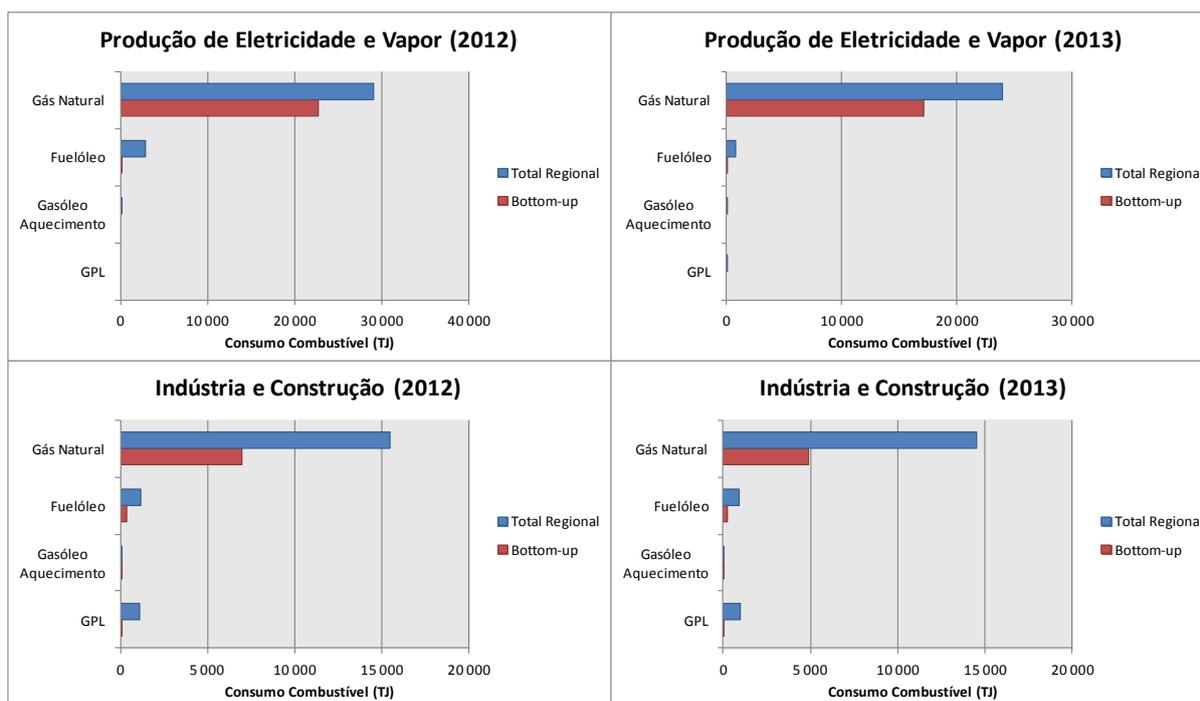


Figura 5. Representação esquemática do método de calibração dos consumos de combustível

Antes de proceder a este processo de calibração dos consumos de combustível é importante comparar os totais (em TJ) de combustíveis compilados nas duas fontes de informação (Figura 6). Este procedimento permite ainda aferir qual a representatividade do cálculo bottom-up (dados estimados) no total de combustível consumido na região (dados obtidos pela DGEG). De salientar que esta comparação é feita ao nível do sector de atividade para a totalidade dos concelhos da região Norte.



**Figura 6. Comparação do consumo de combustível bottom-up com os totais regionais em 2012 e 2013**

Através dos gráficos representados na Figura 6, relativos aos sectores de Produção de Eletricidade e Vapor e Indústria e Construção, verifica-se que:

- o consumo de combustível bottom-up representa uma grande parte (cerca de 75%) do consumo de gás natural no sector da Produção de Eletricidade e Vapor;
- para o sector da Indústria e Construção o fuelóleo do bottom-up representa cerca de 30% do total da região, enquanto que o Gás Natural se aproxima mais dos 35-40%;
- tanto no consumo de GPL como de Gasóleo para Aquecimento o bottom-up representa menos de 1% do total de região, o que pode ser justificado pelo consumo maioritário destes combustíveis em pequenos equipamentos de combustão que existem em indústrias de menor dimensão, não abrangidas pela metodologia bottom-up.

O consumo de combustível bottom-up possibilita a compilação da informação ao nível do sector de atividade e do concelho. Este facto permite uma calibração dos dados das duas fontes de informação com esta desagregação. Neste processo é necessário efetuar alguns ajustes, já que, aquando da comparação das duas fontes de informação, neste nível de desagregação, se registam incongruências: para alguns sectores de atividade/concelhos o consumo compilado nos inquéritos é superior à informação existente na DGEG. Para contornar esta questão optou-se por remover o consumo bottom-up ao total de consumo por concelho (ver equação seguinte), procedendo-se à desagregação dessa informação por sector de atividade e concelho.

$$CC_{TopDown_{Combustível/concelho}} = CC_{regional_{Combustível/concelho}} - CC_{BottomUp_{Combustível/concelho}}$$

**Equação 6**

Na Tabela 9 são apresentados os consumos de combustível pelo sector de atividade considerado no cálculo top-down das fontes estacionárias.

**Tabela 9. Consumos considerados no cálculo top-down das fontes estacionárias em 2012 e 2013**

Sector	2012				2013			
	GPL (t)	Gasóleo (t)	Fuelóleo (t)	Gás Natural (10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> )	GPL (t)	Gasóleo (t)	Fuelóleo (t)	Gás Natural (10 <sup>3</sup> Nm <sup>3</sup> )
Agricultura/ Florestas/ Pescas	429	267	0	474	377	268	0	476
Comércio/ Serviços	135 111	25 789	4 677	74 179	138 338	21 073	12 018	79 706
Doméstico	4 758	34 193	0	69 367	5 452	31 637	0	77 199
Indústria e Construção	24 187	1 443	24 257	260 009	21 749	1 214	16 944	267 001
Produção de Eletricidade e Vapor	0	3	63 737	163 018	21	10	20 032	200 493
<b>TOTAL</b>	<b>164 485</b>	<b>61 695</b>	<b>92 670</b>	<b>567 048</b>	<b>165 936</b>	<b>54 201</b>	<b>48 994</b>	<b>624 875</b>

Na tabela anterior importa salientar um decréscimo significativo do consumo de fuelóleo nos sectores Indústria e Construção e Produção de Eletricidade e Vapor de cerca de 50%. Isto resulta de um aumento no gás natural como principal combustível nesses sectores de atividade (de cerca de 10% em igual período).

### III.5.1.3 Estimativa de Emissões Atmosféricas

Para o cálculo das emissões de combustão estacionária é necessário conhecer:

- Consumo de combustível, normalmente expresso em massa (toneladas - t) ou volume (metros cúbicos – m<sup>3</sup>);
- Poder calorífico inferior (PCI) para transformar consumo de massa/ volume em energia (giga joules - GJ);
- Fator de emissão (FE) específico para cada poluente e combustível expresso em kg/GJ ou g/GJ).

Este procedimento de cálculo é semelhante ao descrito no capítulo da abordagem bottom-up para a estimativa de emissões de combustão (III.4.2.2):

$$Emiss\tilde{a}o_{t/ano} = FE_{g/GJ} \times (CC_t \times PCI_{GJ/t}) \times 10^{-6}$$

#### Equa\c7\~ao 7

Caso se esteja a trabalhar com volume de combust\~ivel deve-se substituir na equa\c7\~ao anterior o consumo de combust\~ivel por m<sup>3</sup> e o PCI por GJ/m<sup>3</sup>. Em termos do poder calor\~ifico inferior adotou-se como fonte de informa\c7\~ao a DGEG, garantindo-se desta forma coer\~encia com os dados de consumo de combust\~ivel. Os PCI utilizados encontram-se sintetizados na Tabela 10.

**Tabela 10. Poder calor\~ifico inferior**

Combust\~ivel	PCI
GPL	46,00 MJ/kg
Gas\~oleo para Aquecimento	42,6 MJ/kg
Fuel\~oleo	40,00 MJ/kg
G\~as Natural	38,78 MJ/Nm <sup>3</sup>

Para a obten\c7\~ao dos fatores de emiss\~ao recorre-se a bibliografia especializada nomeadamente:

- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2009;
- UNFCCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Reference Manual.

Os fatores de emiss\~ao utilizados encontram-se sintetizados na Tabela 11.

**Tabela 11. Fatores de emiss\~ao por poluente e sector de atividade**

Poluente	Sector	Unidade	GPL	Gas\~oleo	Fuel\~oleo	G\~as Natural
CO <sub>2</sub> <sup>i</sup>	Agricultura/ Florestas/ Pescas	kg/GJ	62,8	73,3	76,6	55,8
	Com\~ercio/ Servi\c7\~os	kg/GJ	62,8	73,3	76,6	55,8
	Dom\~estico	kg/GJ	62,8	73,3	76,6	55,8
	Ind\~ustria e Constru\c7\~ao	kg/GJ	62,8	73,3	76,6	55,8
	Produ\c7\~ao de Eletricidade e Vapor	kg/GJ	62,8	73,3	76,6	55,8
NO <sub>x</sub>	Agricultura/ Florestas/ Pescas	g/GJ	70,0	1 450,0	100,0	70,0
	Com\~ercio/ Servi\c7\~os	g/GJ	70,0	1 450,0	100,0	70,0
	Dom\~estico	g/GJ	50,0	1 450,0	68,0	50,0
	Ind\~ustria e Constru\c7\~ao	g/GJ	70,0	1 450,0	100,0	70,0
	Produ\c7\~ao de Eletricidade e Vapor	g/GJ	89,0	180,0	215,0	89,0
SO <sub>2</sub>	Agricultura/ Florestas/ Pescas	g/GJ	0,5	46,1	140,0	0,5
	Com\~ercio/ Servi\c7\~os	g/GJ	0,5	46,1	140,0	0,5
	Dom\~estico	g/GJ	0,5	46,1	140,0	0,5
	Ind\~ustria e Constru\c7\~ao	g/GJ	0,5	46,1	140,0	0,5

Poluente	Sector	Unidade	GPL	Gasóleo	Fuelóleo	Gás Natural
	Produção de Eletricidade e Vapor	g/GJ	0,3	460,0	485,0	0,3
<b>PM10</b>	Agricultura/ Florestas/ Pescas	g/GJ	0,5	22,4	21,5	0,5
	Comércio/ Serviços	g/GJ	0,5	22,4	21,5	0,5
	Doméstico	g/GJ	0,5	22,4	3,7	0,5
	Indústria e Construção	g/GJ	0,5	22,4	21,5	0,5
	Produção de Eletricidade e Vapor	g/GJ	0,9	2,0	18,0	0,9
<b>CO</b>	Agricultura/ Florestas/ Pescas	g/GJ	25,0	385,0	40,0	25,0
	Comércio/ Serviços	g/GJ	25,0	385,0	40,0	25,0
	Doméstico	g/GJ	30,0	385,0	46,0	30,0
	Indústria e Construção	g/GJ	25,0	385,0	40,0	25,0
	Produção de Eletricidade e Vapor	g/GJ	39,0	15,0	5,0	39,0
<b>Nota:</b> No caso do CO <sub>2</sub> a fonte de informação utilizada é o IPCC, para os restantes poluentes é o EMEP/ EEA. i) Já inclui fator de oxidação: 99,5% para GPL e gás natural e 99% para gasóleo e fuelóleo.						

Esta metodologia está de acordo com o nível Tier 1 definido no EMEP/ EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2009, sendo que a maioria dos fatores de emissão utilizados apresentam esse nível metodológico. No entanto, para alguns casos foram utilizados fatores de emissão Tier 2 para colmatar lacunas de informação Tier 1 ou por se considerar que se ajustam melhor à realidade do sector. Por exemplo, consideram-se fatores de emissão Tier 2 para o consumo de gás natural no sector doméstico, uma vez que estes são específicos para equipamentos residenciais, tais como, fogões.

### III.5.2 Consumo de Biomassa no Sector Doméstico

A combustão direta de biomassa trata-se de uma forma económica de obtenção de energia. A biomassa lenhosa traduz-se numa fonte primária de energia com elevada tradição no sector doméstico, sendo utilizada para aquecimento das habitações, aquecimento de águas sanitárias e preparação de alimentos.

De acordo com um inquérito efetuado em 2010, a lenha mantém-se como o principal recurso energético para o aquecimento de ar ambiente, representando cerca de 67% do consumo total de energia usada para esse fim em Portugal Continental (DGEG/INE, 2011). Em 2010 estima-se que se tenham utilizado 1 445 841 toneladas de lenha para aquecimento ambiente em Portugal Continental (adaptado de DGEG/INE, 2011).

A combustão residencial de biomassa lenhosa contribui com uma parcela importante das emissões de poluentes atmosféricos, o que motivou a estimativa das emissões provenientes deste sector em particular. Lareiras abertas (ou clássicas) apresentam baixa eficiência e emissões significativas de PM<sub>10</sub>, CO, COVNM e PAH, resultando da combustão incompleta. As lareiras fechadas têm maior eficiência e menores emissões poluentes (EMEP/EEA, 2009).

As emissões provenientes da combustão incompleta são principalmente resultado da mistura insuficiente do ar e do combustível na câmara de combustão, da falta de oxigénio disponível, temperatura demasiado baixa, curtos tempos de residência e elevadas concentrações de radicais (EMEP/EEA, 2009). Estas condições de combustão levam à produção de quantidades significativas de combustíveis não queimados, bem como à uma produção excessiva de CO e CO<sub>2</sub> (AP42, 1995).

O teor de humidade de um determinado combustível sólido é um fator importante para a eficiência da combustão. Teores de humidade demasiado altos provocam um aumento da quantidade de inqueimados, dado que existe um desvio de energia para a vaporização da água (Core *et al.*, 1982).

Na Europa, de acordo com várias publicações que surgiram na fase final da última década, a queima doméstica de biomassa é uma das principais fontes de partículas para a atmosfera, principalmente no Inverno (Gelencsér *et al.*, 2007; Krecl *et al.*, 2008; Puxbaum *et al.*, 2007).

De acordo com os Censos de 2011, em Portugal Continental existiam 976 400 alojamentos que utilizam madeira como combustível em lareira/ recuperador de calor, sendo que na região Norte se encontram 36% dos alojamentos com este tipo de sistema de aquecimento (INE, 2012).

### III.5.2.1 Recolha e Tratamento da Informação Base

De forma a efetuar a estimativa de emissões devido ao funcionamento de lareiras, tornou-se necessário recolher informação quanto ao consumo de lenha. Uma vez que não se dispõem de dados desagregados por região, para os anos de 2012 e 2013, optou-se por uma abordagem metodológica em que se começaram por considerar os resultados de um inquérito sobre os hábitos de utilização de lareiras, realizado em 2008 pela Universidade de Aveiro (Gonçalves, L., 2008). Conforme apresentado por L. Gonçalves, os resultados de consumo de lenha por tipo de lareira são disponibilizados com um nível máximo de desagregação por NUT III. De forma a desagregar estes consumos de NUT III para o nível do município, foram utilizados dados dos Censos de 2011 (INE, 2012), nomeadamente os quadros de “Alojamentos familiares, ocupados como residência habitual, segundo o aquecimento disponível no alojamento e a principal fonte de energia utilizada para aquecimento” e a sua relação com o número de alojamentos familiares clássicos do Anuário Estatístico da Região Norte (INE, 2011a e INE 2014).

A Tabela 12 apresenta as estimativas efetuadas, agregadas por NUT III, para os anos de 2012 e 2013, no que diz respeito ao cálculo da quantidade de lenha queimada para aquecimento do ambiente na região Norte. Verifica-se que é no Grande Porto que se encontra o maior número de alojamentos familiares. Em Alto Trás-os-Montes, apesar de haver menor número de alojamentos, é onde se consome mais lenha para aquecimento. Quanto às tipologias de lareiras, prevalecem as lareiras abertas face aos recuperadores de calor, equipamentos estes de instalação mais recente. De 2012 para 2013 houve um aumento no consumo de lenha para aquecimento.

**Tabela 12. Estimativa da quantidade de lenha queimada para aquecimento do ambiente na região Norte em 2012 e 2013**

Zona Geográfica	Alojamentos familiares clássicos (n.º) <sup>a</sup>	Alojamentos familiares segundo o aquecimento disponível no alojamento (n.º) <sup>b</sup>		Consumo de Lenha por Inverno (t) <sup>c</sup>		
		Lareira Aberta	Lareira Fechada	Total Lareiras	Lareira Aberta	Lareira Fechada
<b>Ano 2012</b>						
<b>Total Região Norte</b>	<b>1 863 034</b>	<b>249 531</b>	<b>100 743</b>	<b>865 399</b>	<b>623 992</b>	<b>241 406</b>
Minho-Lima	151 936	16 936	7 053	53 358	94 459	44 352
Cávado	192 910	25 831	12 590	85 504	57 077	28 427
Ave	223 347	31 775	12 148	111 740	80 763	30 977
Grande Porto	627 119	32 277	25 620	129 294	72 971	56 323
Tâmega	251 095	37 929	15 118	138 774	99 992	38 782
Entre Douro e Vouga	124 472	35 013	11 747	107 008	79 599	27 409
Douro	140 993	30 090	8 336	95 950	74 069	21 881
Alto Trás-os-Montes	151 162	39 400	8 053	143 822	122 140	21 682
<b>Ano 2013</b>						
<b>Total Região Norte</b>	<b>1 870 413</b>	<b>250 520</b>	<b>101 142</b>	<b>868 854</b>	<b>626 479</b>	<b>242 375</b>
Minho-Lima	152 680	17 019	7 087	53 597	94 893	44 556
Cávado	194 335	25 945	12 645	85 758	57 259	28 499
Ave	224 169	32 014	12 239	112 581	81 371	31 210
Grande Porto	628 844	32 381	25 702	129 710	73 206	56 504
Tâmega	252 403	38 113	15 191	139 447	100 477	38 970

Zona Geográfica	Alojamentos familiares clássicos (n.º) <sup>a</sup>	Alojamentos familiares segundo o aquecimento disponível no alojamento (n.º) <sup>b</sup>		Consumo de Lenha por Inverno (t) <sup>c</sup>		
		Lareira Aberta	Lareira Fechada	Total Lareiras	Lareira Aberta	Lareira Fechada
Entre Douro e Vouga	124 953	35 059	11 762	107 148	79 702	27 445
Douro	141 450	30 149	8 352	96 140	74 216	21 925
Alto Trás-os-Montes	151 579	39 553	8 085	144 379	122 613	21 766

**Fonte:**  
a) INE - Anuário estatístico regional 2012 e 2013 (III.8.6 - Estimativas do parque habitacional por município, 2008-2013)  
b) Estimativas a partir de INE - Censos 2011 (Alojamentos familiares, ocupados como residência habitual, segundo o aquecimento disponível no alojamento e a principal fonte de energia utilizada para aquecimento)  
c) Estimativas efetuadas segundo a distribuição percentual do consumo de lenha por tipologia de lareira (Gonçalves, L., 2008)

**Nota:** As estimativas dos alojamentos familiares clássicos apresentadas no anterior inventário de emissões (relativo aos anos de 2010 e 2011) foram atualizadas em baixa em 2014

### III.5.2.2 Estimativa de Emissões Atmosféricas

As emissões provenientes do funcionamento de lareiras são altamente variáveis e são uma função de muitas das características da madeira e das práticas de funcionamento. Em geral, as condições que promovem uma rápida taxa de queima e uma maior intensidade de chama promovem a combustão secundária e assim emissões mais baixas. Por outro lado, maiores emissões resultarão de uma velocidade de combustão lenta e uma mais baixa intensidade da chama (AP42, 1995).

O cálculo da quantidade de poluentes emitidos através da queima de biomassa lenhosa, no sector doméstico, foi realizado de acordo com a seguinte equação.

$$Emiss\tilde{a}o_{(t)} = Fator\ de\ Emiss\tilde{a}o_{(kg/kJ)} \times Poder\ Calor\acute{f}ico_{(kJ/kg)} \times Consumo\ de\ Lenha_{(t)}$$

**Equação 8**

Os fatores de emissão (FE) selecionados para efetuar as estimativas de gases emitidos foram os indicados no documento EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2009 (Tier 2, Residential combustion) (EMEP/EEA, 2009).

No que diz respeito às partículas em suspensão, para o sector da combustão doméstica, verifica-se que existem na literatura vários fatores de emissão que apresentam uma grande variabilidade de ordens de grandeza. Os fatores de emissão de partículas apresentam incertezas que oscilam entre os 50% e os 150% (EMEP/EEA, 2009), não se distinguindo os diferentes tipos de biomassa (Duarte, M., 2011). Para este poluente adotaram-se os fatores identificados num estudo experimental (CITEPA, 2005) cujas características se considera que se aproximam do cenário nacional (semelhança geográfica e climatológica, bem como, no tipo de equipamentos de aquecimento testados e atualidade do estudo).

Globalmente as designadas lareiras abertas, apresentam FE superiores quando comparadas com as lareiras fechadas. As primeiras, como se tratam de um equipamento no qual a câmara de combustão é aberta, estão sujeitas a variações nas condições do ambiente envolvente, provocando alterações na forma como a combustão decorre, influenciando a velocidade, a temperatura e consequentemente os perfis de emissão. Por outro lado, no caso dos recuperadores de calor, as condições de combustão são mantidas com maior estabilidade na câmara fechada, pelo que se obtêm FE mais baixos. Muito frequentemente, nos períodos iniciais da combustão, a admissão de ar à câmara é deficiente, provocando emissão acentuada de CO devido à carência de O<sub>2</sub> na combustão, não permitindo uma oxidação eficiente dos compostos (adaptado de Duarte, M., 2011).

Nos países mediterrânicos, são poucos os dados sobre fatores de emissão referentes à combustão residencial de biomassa. Na bibliografia e literatura internacional os FE indicados apresentam grandes incertezas associadas (adaptado de Ferreira, M., 2012).

Os fatores de emissão utilizados para estimar as emissões no presente inventário encontram-se indicados na Tabela 13.

**Tabela 13. Fatores de emissão utilizados no cálculo das emissões de poluentes atmosféricos na Região Norte no sector da combustão doméstica**

Poluente	FE	Fonte
PM <sub>10</sub>	Lareiras abertas: 2,88 x10 <sup>-07</sup> kg/kJ	CITEPA, 2005
	Lareiras fechadas: 1,92x10 <sup>-07</sup> kg/kJ	
NO <sub>x</sub>	50 g/GJ	EMEP/CORINAIR, 2009 Residential combustion, Tier 2 (Table 3-14. Emission factors for source category 1.A.4.b.i Fireplaces burning biomass)
SO <sub>2</sub>	10 g/GJ	
CO	Lareiras abertas: 69,6 g/kg biomassa	Procedimento experimental UA (Duarte, M., 2011)
	Lareiras fechadas: 74,7 g/kg biomassa	
CO <sub>2</sub>	112 000 kg/TJ	IPCC, 2006 Stationary Combustion in the residential categories

O poder calorífico inferior (PCI) depende das espécies lenhosas. As espécies florestais utilizadas para biomassa variam de país para país e de região para região, em função da distribuição geográfica, da disponibilidade e dos custos. Segundo o inquérito ao consumo de energia no sector doméstico (DGEG/INE, 2011) a biomassa lenhosa consumida a nível nacional é constituída por:

- pinho (37%) maioritariamente,
- eucalipto (21%),
- azinho (7%),
- sobreiro (5%) e
- resíduos florestais (4%).

No presente inventário foi utilizado o poder calorífico médio para madeira, indicado pela DGEG, de 14 700 KJ/kg (Diário da República, 2008).

A Tabela 14 apresenta os resultados de estimativa de emissões de poluentes atmosféricos com origem na utilização de lareiras para aquecimento ambiente na região Norte, em 2012 e 2013, em unidade de massa (toneladas) e unidade de massa por área (t/km<sup>2</sup>).

**Tabela 14. Estimativa de emissões com origem na utilização de lareiras para aquecimento do ambiente na região Norte, em 2012 e 2013 (resultados expressos em t e t/km<sup>2</sup> agregados para o nível NUT III)**

Emissões (t)		Ano 2012					Ano 2013				
Zona Geográfica		PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Total Região Norte		3 323	636	63 433	127	1 424 793	3 336	639	63 686	128	1 430 482
Minho-Lima		226	39	10 146	8	87 848	227	39	10 193	8	88 243
Cávado		362	63	6 244	13	140 774	363	63	6 263	13	141 192
Ave		429	82	8 191	16	183 968	433	83	8 253	17	185 353
Grande Porto		468	95	9 374	19	212 869	469	95	9 404	19	213 554
Tâmega		533	102	10 172	20	228 478	535	102	10 221	20	229 586
Entre Douro e Vouga		414	79	7 856	16	176 179	415	79	7 866	16	176 408
Douro		375	71	7 058	14	157 972	376	71	7 072	14	158 285
Alto Trás-os-Montes		578	106	10 636	21	236 788	581	106	10 677	21	237 706
Emissões (t/km <sup>2</sup> )		Ano 2012					Ano 2013				
Zona Geográfica	Área (km <sup>2</sup> )	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Total Região Norte	21 286	0.16	0.03	2.98	0.01	66.94	0.16	0.03	2.99	0.01	67.20
Minho-Lima	2 219	0.10	0.02	4.57	0.00	39.59	0.10	0.02	4.59	0.00	39.77
Cávado	1 246	0.29	0.05	5.01	0.01	113.00	0.29	0.05	5.03	0.01	113.33
Ave	1 451	0.30	0.06	5.64	0.01	126.76	0.30	0.06	5.69	0.01	127.72
Grande Porto	1 023	0.46	0.09	9.16	0.02	208.04	0.46	0.09	9.19	0.02	208.71
Tâmega	1 988	0.27	0.05	5.12	0.01	114.92	0.27	0.05	5.14	0.01	115.47
Entre Douro e Vouga	861	0.48	0.09	9.12	0.02	204.55	0.48	0.09	9.13	0.02	204.82
Douro	4 032	0.09	0.02	1.75	0.00	39.18	0.09	0.02	1.75	0.00	39.26
Alto Trás-os-Montes	8 466	0.07	0.01	1.26	0.00	27.97	0.07	0.01	1.26	0.00	28.08

Verifica-se que na região Norte, de 2012 para 2013, houve um aumento no consumo de lenha para aquecimento o que se repercutiu nas emissões de poluentes que sofreram um ligeiro incremento.

O sector doméstico contribui com um grande peso de emissões, destacando-se as de PM<sub>10</sub> e CO.

Alto Trás-os-Montes, Tâmega e Grande Porto encabeçam a lista de sub-regiões com maiores emissões de poluentes atmosféricos devido à utilização de lenha para aquecimento ambiente (Tabela 14). Se forem tidos em conta os resultados expressos em unidade de massa por área (t/km<sup>2</sup>), destacam-se antes as sub-regiões de Entre-Douro e Vouga e o Grande Porto, principalmente pelo facto de terem uma área mais pequena que as restantes.

As sub-regiões de Alto-Trás-os-Montes e Tâmega, apesar de apresentarem uma baixa densidade habitacional face à realidade da Região Norte, são as que apresentam uma maior taxa de utilização de lenha para aquecimento e onde se verifica uma maior incidência de lareiras clássicas. Já no Grande Porto, há maior densidade habitacional, no entanto, nesta sub-região, os alojamentos são mais modernizados, registando-se menor consumo de lenha (recorrendo-se a outros meios para o aquecimento) e uma maior taxa de instalação de recuperadores de calor, o que se repercute em emissões de PM<sub>10</sub> mais baixas face à utilização de lareiras abertas ou clássicas.

## III.6 Estimativa de Emissões de Fontes Móveis

### III.6.1 Recolha e Tratamento da Informação Base

Para efeitos de estimativa das emissões poluentes associadas ao sector dos Transportes Rodoviários foi necessário reunir informação diversa relativa à região Norte, nomeadamente:

- dados de vendas de combustível (dados DGEG, relativos aos anos 2012 e 2013);
- parque automóvel da região Norte (número e tipo de veículos) (dados ISP, 2012 e 2013);
- distância percorrida (dados APA, INE);
- composição da frota quanto à tipologia, combustível utilizado, cilindrada e norma EURO (através de campanhas de contagem e caracterização de veículos).

Para efeitos de estimativa das emissões poluentes associadas ao sector dos Transportes Rodoviários, recorreu-se a duas metodologias distintas: uma metodologia genérica para os concelhos da região Norte, baseada nos dados de consumo de combustível (top-down), e uma metodologia mais detalhada e específica para o concelho do Porto, baseada em dados de frota e nível de atividade (número e tipologias de veículos, distância percorrida, velocidade média de circulação).

Para o cálculo das emissões móveis da região Norte, desagregadas espacialmente ao nível do concelho, recorreu-se a dados de vendas de combustível para os anos de 2012 e 2013. Estes dados são disponibilizados pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), sendo que o código CAE abrangido é o 49 - *Transportes terrestres e transportes por oleodutos ou gasodutos* (DGEG, 2014). O total de combustíveis consumidos em 2010 e 2013 na região Norte apresenta-se na Tabela 15. Verifica-se que houve uma diminuição no consumo dos combustíveis entre 2010 e 2012 seguida de um aumento em 2013.

**Tabela 15. Consumo anual de combustíveis no sector rodoviário, na região Norte**

Ano	Consumo combustível (t)		
	Gasolina	Diesel	GPL
2010	437 039	1 406 409	7 650
2011	366 821	1 292 606	7 613
2012	346 508	1 219 810	8 085
2013	372 871	1 356 426	8 432

Segundo dados do Instituto de Seguros de Portugal (ISP) o parque automóvel (com matrícula e seguro) na região Norte aumentou de 2012 para 2013 (ASF/ ISP, 2014) (Tabela 16).

**Tabela 16. Número de veículos registados na região Norte**

Ano	Veículos na região Norte (n.º)
2012	2 230 391
2013	2 269 913

Para o cálculo das emissões por concelho associadas ao sector do tráfego rodoviário, foi necessário efetuar uma caracterização detalhada dos veículos, em termos de tipologia e combustível utilizado, cilindrada e norma EURO associada (as normas EURO dizem respeito ao padrão europeu de emissões de veículos novos comercializados na União Europeia). Para tal, foi realizado um conjunto de campanhas de contagem e caracterização de tráfego, em diversos locais da região Norte (nos períodos de hora de ponta da manhã, início da tarde e ao final do dia), concretamente:

- Porto (VCI/Antas; Rua da Constituição; Rua Damião de Góis)
- Vila Nova de Gaia, Santo Ovídeo (Av. da República)
- Matosinhos (Rotunda AEP)
- Braga, Circular Sul (junto Bragaparque)
- Gondomar, IC29 (Saída Gondomar Centro)

Também se efetuou a caracterização da frota de Táxis e de Pesados de mercadorias (Porto de Leixões).

A Figura 7 representa o tipo de ação no terreno levada a cabo de contagem e caracterização de veículos.



**Figura 7. Representação da metodologia de contagem e caracterização de veículos da região Norte**

Para as estimativas de emissões efetuadas para a cidade do Porto, foram solicitados os dados de tráfego médio horário (TMH) correspondentes à circulação rodoviária na cidade do Porto (obtidos através de contadoras automáticas).

## III.6.2 Estimativa de Emissões Atmosféricas

### III.6.2.1 Concelhos da região Norte

Aos valores de vendas anuais de gasolina, gasóleo e GPL desagregadas por concelho foi aplicada a metodologia Tier 1 definida no EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook — 2009 (EMEP/EEA, 2009), que estabelece fatores de emissão para os poluentes PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO e CO<sub>2</sub> (combustão de óleo lubrificante) por tipo de veículo e quilograma de combustível consumido (Tabela 17).

**Tabela 17. Fatores de emissão por tipologia de veículo e de combustível consumido**

FE (g/kg combustível)	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub> (lubrificante)
Ligeiros passageiros (gasolina)	70,1	11,7	0,03	9,86
Ligeiros passageiros (diesel)	3,36	13,5	0,89	11,31
Ligeiros passageiros (GPL)	84,7	15,2	0,00	8,84
Ligeiros mercadorias	6,77	15,1	1,21	6,01
Pesados	7,44	34,7	1,00	2,71
Motociclos	515	4,44	4,28	50,4

Relativamente às emissões de SO<sub>2</sub>, estas foram obtidas através da seguinte equação:

$$Emiss\tilde{a}o_{SO_2,m} = 2 \times K_{S,m} \times FC_m$$

**Equação 9**

Onde:

$Emiss\tilde{a}o_{SO_2,m}$  = Emissões de SO<sub>2</sub> por tipo de combustível m (g)

$K_{S,m}$  = teor de enxofre do combustível m (g/g de combustível)

$FC_m$  = consumo total do combustível m (g)

Por fim, os fatores de emissão de CO<sub>2</sub> (EMEP/CORINAIR, Tier 1) decorrentes do consumo de combustíveis apresentam-se na Tabela 18.

**Tabela 18. Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> por tipo de combustível consumido**

Combustível	kg CO <sub>2</sub> / kg de combustível
Gasolina	3,160
Diesel	3,170
GPL	3,017

Para o cálculo das emissões atmosféricas, para além dos FE específicos para cada tipo de combustível, é fundamental determinar qual o consumo total de combustível associado a cada uma das tipologias de veículo. Para tal, é necessário obter informação relativa ao consumo específico de combustível associado a cada tipologia de veículo, assim como o número médio de quilómetros percorridos por ano. O consumo específico foi obtido de acordo com a metodologia Tier 1 do EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2009. O número médio de quilómetros percorridos anualmente pelos veículos ligeiros e pelos motociclos foi calculado com base nos valores expressos no relatório Portuguese Informative Inventory Report 1990 - 2010 (APA, 2012b), que por sua vez foram obtidos através dos registos dos centros de inspeção periódica obrigatória de veículos (IPO). A distância anual média percorrida pelos veículos pesados foi obtida com base nas estatísticas nacionais (INE, 2011b). Os valores assim obtidos apresentam-se na Tabela 19.

**Tabela 19. Consumo específico e distância anual percorrida por tipologia de veículos**

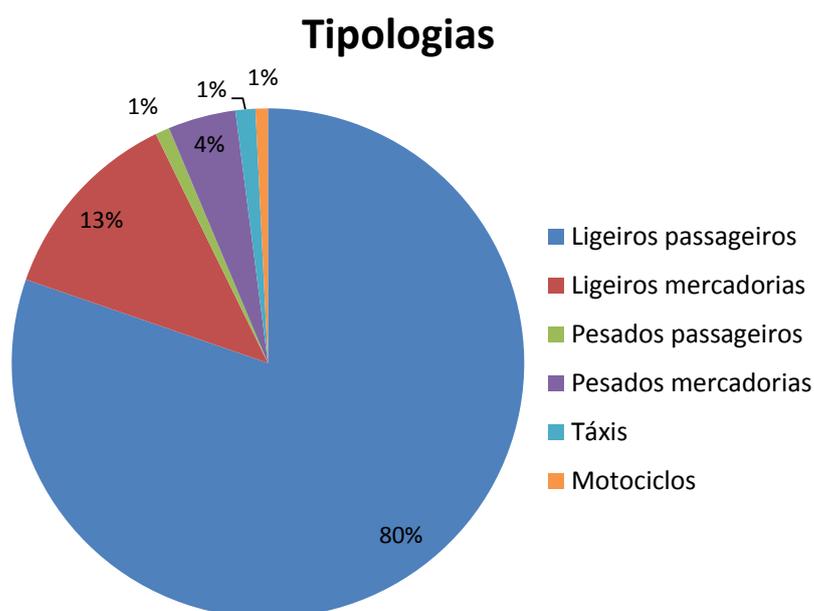
Tipologia	Consumo específico (g/km)	km/ano
Ligeiros passageiros gasolina	70	10 669
Ligeiros passageiros diesel	60	18 334
Ligeiros mercadorias	80	18 838
Pesados	240	31 056
Motociclos	35	12 000

Os resultados globais das campanhas de caracterização de tráfego apresentam-se de seguida, na Figura 8, Figura 9 e Figura 10, verificando-se que:

- relativamente à tipologia de veículos, os ligeiros de passageiros (incluindo táxis) constituem cerca de 82% do total de veículos, os ligeiros de mercadorias cerca de 12% e os veículos pesados (de ligeiros e de mercadorias) a cerca de 5% do tráfego total. Os motociclos correspondem a apenas 1% do tráfego rodoviário em circulação;
- cerca de 56% dos veículos ligeiros de passageiros utilizam como combustível a gasolina e 44% o diesel (percentagem esta que se alterou desde a última campanha de caracterização, altura em que os veículos ligeiros a gasolina tinham um peso de 70%), predominando as cilindradas

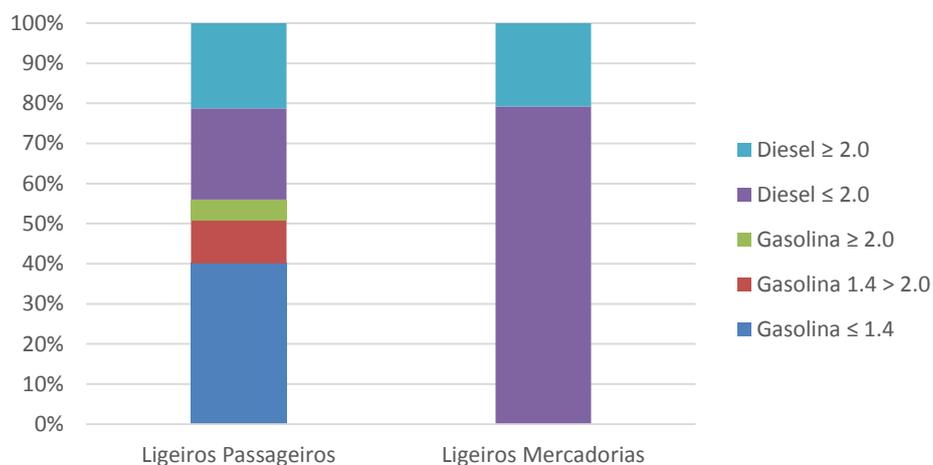
mais baixas (< 1.4 cm<sup>3</sup> no caso da gasolina e < 2.0 cm<sup>3</sup> no caso do diesel) tal como nos veículos ligeiros de mercadorias (79% dos veículos com cilindrada inferior a 2.0 cm<sup>3</sup>);

- no que diz respeito à idade dos veículos (e respetiva norma EURO de emissões), observou-se que as tipologias com maior incidência de veículos mais poluentes são os táxis e os motociclos (20% dos táxis e 66% dos motociclos contabilizados foi pré-EURO ou EURO 1). Em relação às últimas contagens, registou-se uma melhoria na percentagem de táxis mais poluentes (de 34% para 20% EURO 1 ou inferior). Nas restantes tipologias de veículos contabilizadas, o peso dos veículos mais antigos (isto é, EURO 1 ou inferior) é inferior a 13%. Os veículos ligeiros de passageiros e de mercadorias constituem as tipologias com frotas mais recentes, em que a percentagem das viaturas cumprindo o EURO 5 (as mais recentes) ultrapassa os 27%.



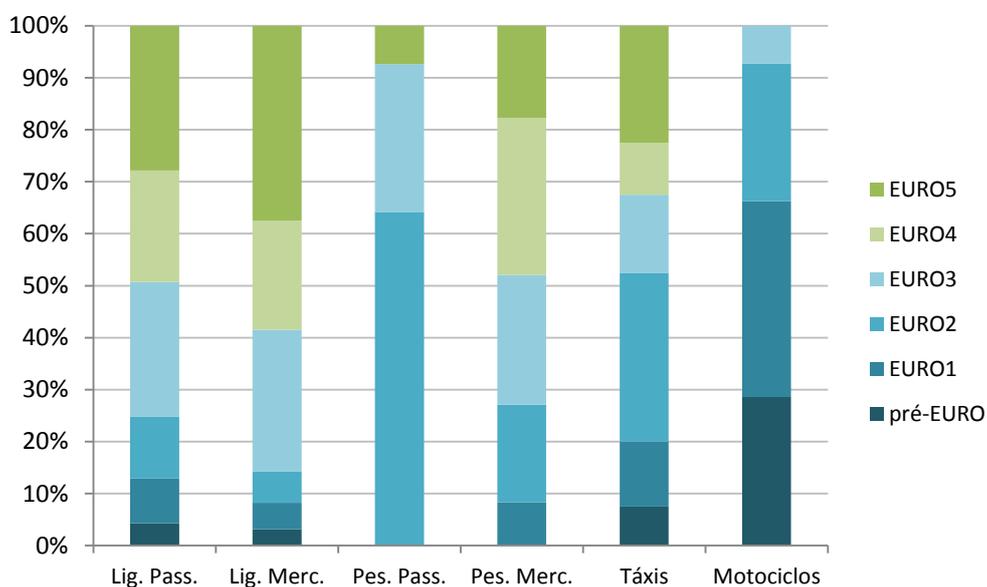
**Figura 8. Composição do parque automóvel contabilizado nas campanhas de caracterização realizadas no terreno em 2014**

## Veículos ligeiros



**Figura 9. Distribuição da frota de veículos ligeiros de passageiros e de mercadorias, por combustível e cilindrada em 2014**

## Tipologias e Normas EURO



**Figura 10. Identificação do peso relativo de cada norma EURO, por tipologia de veículos**

A recolha dos dados de caracterização da frota de veículos da região Norte, conjuntamente com a determinação da distância média percorrida por cada tipologia e dos fatores de consumo específico,

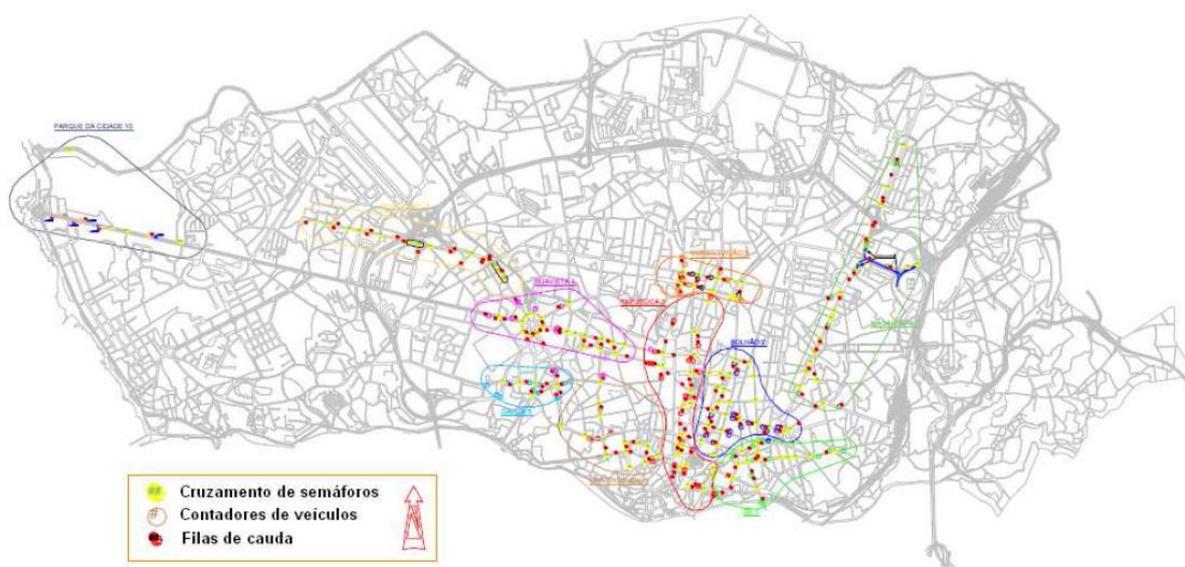
permitted to determine the weighted FE by type of fuel (Table 20), for the pollutants PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO and CO<sub>2</sub> (combustion of lubricating oil).

**Tabela 20. Fatores de emissão ponderados para cada um dos poluentes, para 2012 e 2013, por tipo de combustível**

FE ponderado por tipo de combustível (g/kg)	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub> (lubrificante)
Gasolina	74,3	11,6	0,1	10,2
Diesel	5,6	22,2	1,0	6,9
GPL	84,7	15,2	0,0	8,8

### III.6.2.2 Concelho do Porto

Face à importância do concelho do Porto na região Norte, encontra-se disponível mais informação relativa aos dados de atividade do sector dos Transportes Rodoviários, nomeadamente estimativas relativas ao TMH em circulação neste concelho. Dada esta representatividade, face à realidade regional, e de forma a estabelecer um perfil diário de tráfego (tipicamente urbano, com picos de tráfego correspondentes às horas de ponta da manhã e da tarde) foram tratados estatisticamente os dados de fluxo de tráfego automóvel da cidade do Porto. Estes dados foram obtidos com recurso a contadores estrategicamente localizados em algumas das principais vias do centro urbano da cidade do Porto. A divisão de tráfego da Câmara Municipal do Porto tem implementado um sistema de gestão de tráfego na área urbana do Porto (sistema GERTRUDE), subdividido em 10 zonas distintas representadas na Figura 11.



**Figura 11. Contadoras de tráfego na cidade do Porto associadas ao sistema GERTRUDE**

Com base nos dados obtidos pelas contadoras de tráfego integradas no sistema GERTRUDE foi possível estabelecer o perfil médio de variação do volume de tráfego da cidade do Porto, com o peso relativo de cada hora no total diário (Figura 12). Os dados mais recentes obtidos e processados estatisticamente foram os relativos ao ano de 2010 (Figura 12).



**Figura 12. Variação diária típica do volume de tráfego horário médio obtido através dos dados do sistema GERTRUDE**

De acordo com o relatório Mobilidade na Cidade do Porto - Análise das deslocações em transporte individual (CMP, 2007) existem cerca de 130 000 deslocações estimadas para os dias úteis no período de ponta da manhã (das 7:30 às 9:30). Tendo em conta que o TMH neste período é de cerca de 1,15 vezes superior ao TMH médio para um dia inteiro, estimou-se o número de movimentos médios diários registados na cidade do Porto de cerca de 113 000 viagens/dia.

Assumindo uma velocidade de circulação de 25 km/h (meio urbano) para os veículos ligeiros de passageiros e de mercadorias, e de 15 km/h para os veículos pesados, foram determinados os fatores de emissão para os poluentes PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e CO, de acordo com a metodologia EMEP/EEA. Adotou-se como distância média percorrida anualmente os mesmos valores assumidos na Tabela 19, com exceção dos táxis em que se assumiu uma distância média diária de 150 quilómetros, ou seja cerca de 55 000 quilómetros anuais.

As emissões de cada um dos poluentes (em toneladas/ano) são estimadas tendo em conta a sua tipologia e distância anual percorrida, de acordo com a Equação 10:

$$Emiss\tilde{a}o_p = \sum_i (FE_{pi}(v) \times N_i \times L_i) \times 10^{-6}$$

**Equação 10**

Onde:

$FE_{pi}$  = fator de emissão do poluente p (g/km) e tipologia de veículo i, em função da velocidade v (km/h)

$N_i$  = número de veículos da tipologia i

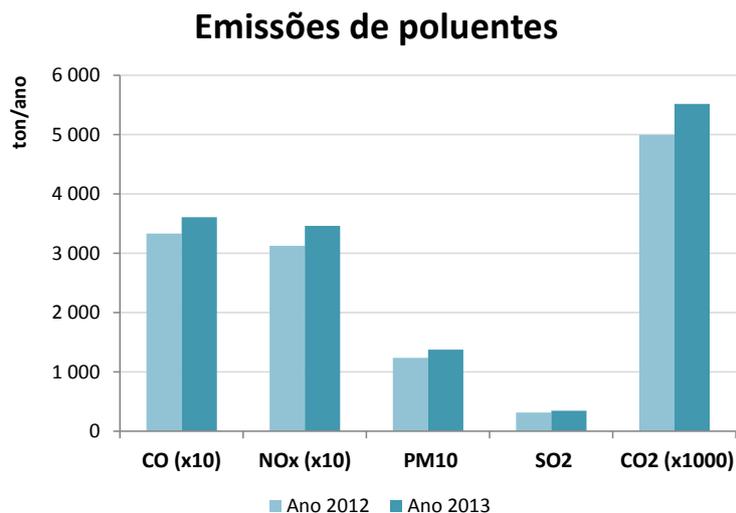
$L_i$  = distância anual percorrida pela classe de veículo i (km)

### III.6.2.3 Integração das duas abordagens de estimativa de emissões

Após a obtenção dos FE ponderados para o concelho do Porto (pelo método bottom-up) e para os restantes concelhos da região Norte (abordagem top-down), calcularam-se as emissões anuais de poluentes atmosféricos do sector dos Transportes Rodoviários. Os resultados totais anuais agregados para a região Norte, nos anos de 2012 e 2013, apresentam-se na Tabela 21 e na Figura 13. A Tabela 21 integra o total de emissões da região Norte incluindo a estimativa do concelho do Porto pelo método mais detalhado de bottom-up.

**Tabela 21. Estimativa do total emitido pelo tráfego rodoviário na área de abrangência da CCDR-N em 2012 e 2013**

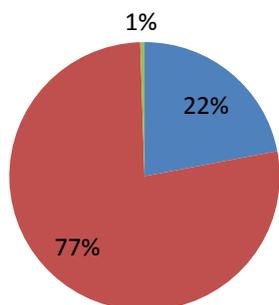
Poluente	CO		NO <sub>x</sub>		PM <sub>10</sub>		SO <sub>2</sub>		CO <sub>2</sub>	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Concelho do Porto	2 293	2 155	1 686	1 603	64	61	18	17	279 899	265 501
Restantes concelhos	31 015	33 910	29 571	33 001	1 175	1 316	296	329	4 718 263	5 251 301
<b>Total Região Norte</b>	<b>33 307</b>	<b>36 066</b>	<b>31 257</b>	<b>34 604</b>	<b>1 239</b>	<b>1 376</b>	<b>313</b>	<b>346</b>	<b>4 998 161</b>	<b>5 516 802</b>



**Figura 13. Emissões totais anuais associadas ao sector dos transportes rodoviários na região Norte em 2012 e 2013**

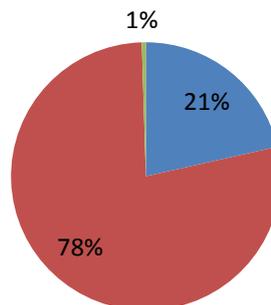
Desagregando as emissões por tipo de combustível (da Figura 14 à Figura 18), observa-se que as emissões de CO foram maioritariamente provenientes dos veículos a gasolina, enquanto que para os restantes poluentes avaliados a principal fonte emissora foram os veículos a gasóleo. Destaca-se o poluente PM<sub>10</sub> para o qual as emissões provêm em 98% do combustível diesel. Verifica-se que os veículos a gasolina e GPL emitem principalmente mais CO do que os a diesel, ao passo que veículos a diesel contribuem com maior percentagem de NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> face aos outros tipos de combustível (Figura 18).

**Consumo de combustível 2012**



■ Gasolina ■ Diesel ■ GPL

**Consumo de combustível 2013**



■ Gasolina ■ Diesel ■ GPL

**Figura 14. Consumo de combustível no sector dos transportes rodoviários na região Norte em 2012 e 2013**

### Emissões por tipo de combustível em 2012

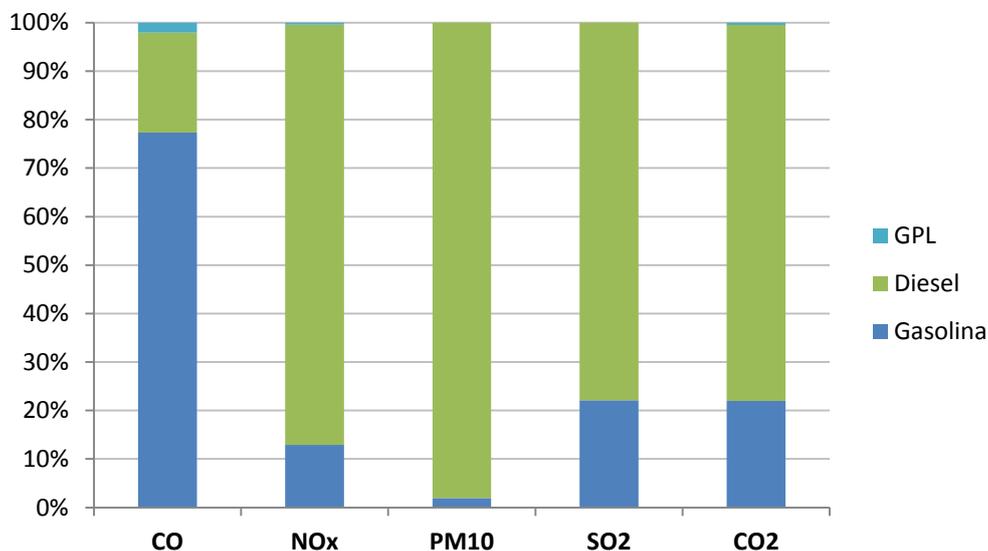


Figura 15. Desagregação das emissões por tipo de combustível para o ano de 2012

### Emissões por tipo de combustível em 2013

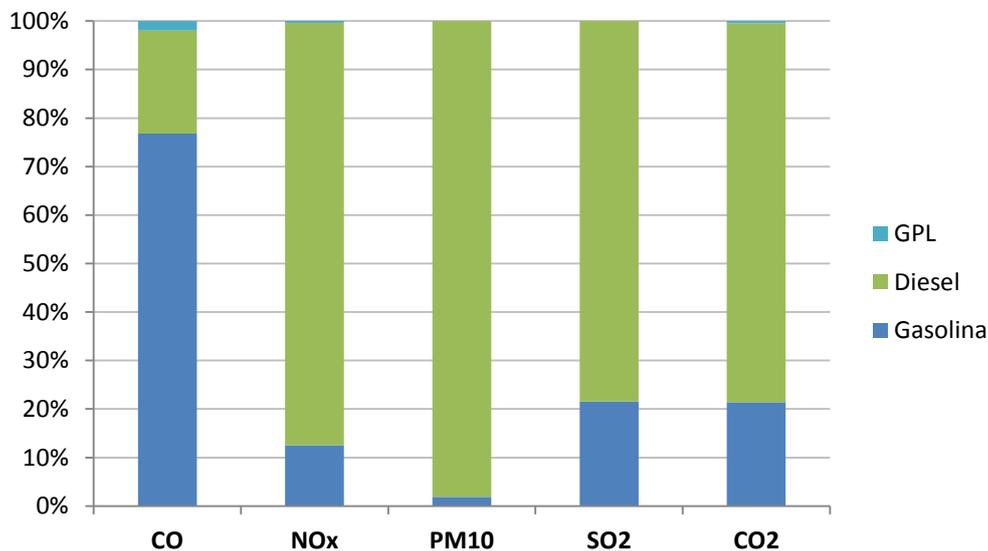
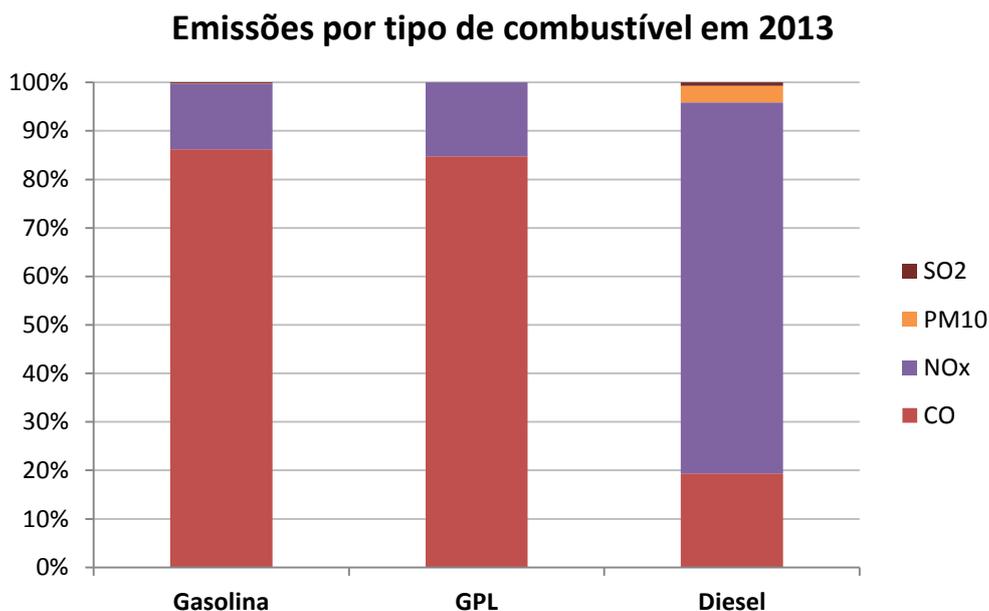


Figura 16. Desagregação das emissões por tipo de combustível para o ano de 2013



**Figura 17. Emissão de poluentes por tipo de combustível (ano 2013)**

Quanto à desagregação por tipologia de veículo para os anos de 2012 (Figura 18) e 2013 (Figura 19), observa-se que os veículos ligeiros de passageiros a gasolina foram a principal fonte de emissões de CO, seguidos dos veículos pesados. No caso do CO<sub>2</sub> e do SO<sub>2</sub> não se registou uma fonte claramente predominante, enquanto que no caso do NO<sub>x</sub> e das PM<sub>10</sub> as fontes predominantes foram os veículos diesel, nomeadamente veículos pesados e ligeiros de passageiros a diesel. Verifica-se que entre 2012 e 2013 a contribuição das tipologias de veículos para as emissões poluentes praticamente não variou. No entanto, face ao ano de 2011 ocorreu uma alteração na composição da frota circulante o que alterou a proporção da tipologia de veículos que contribuiu para as maiores emissões de poluentes (Figura 20 e Figura 21). Das estimativas efetuadas para 2011 e para 2013 verifica-se que se registou um aumento na contribuição dos ligeiros de passageiros a diesel e dos pesados e uma diminuição dos ligeiros de mercadorias. Esta variação de 2011 para 2013 é mais notória devido ao facto de as estimativas dependerem fortemente da caracterização de veículos efetuada no terreno.

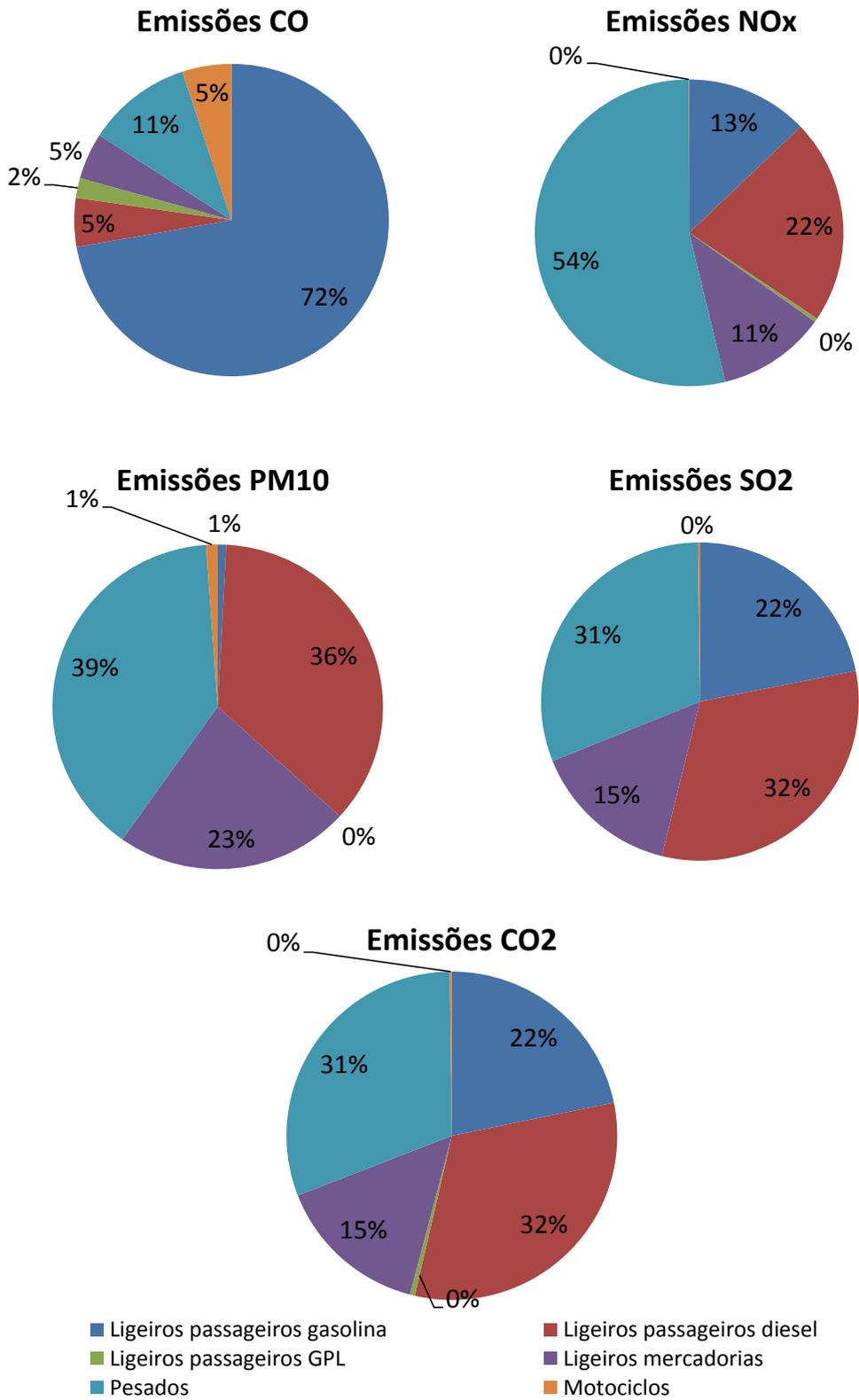


Figura 18. Desagregação das emissões por tipologia de veículos para o ano de 2012

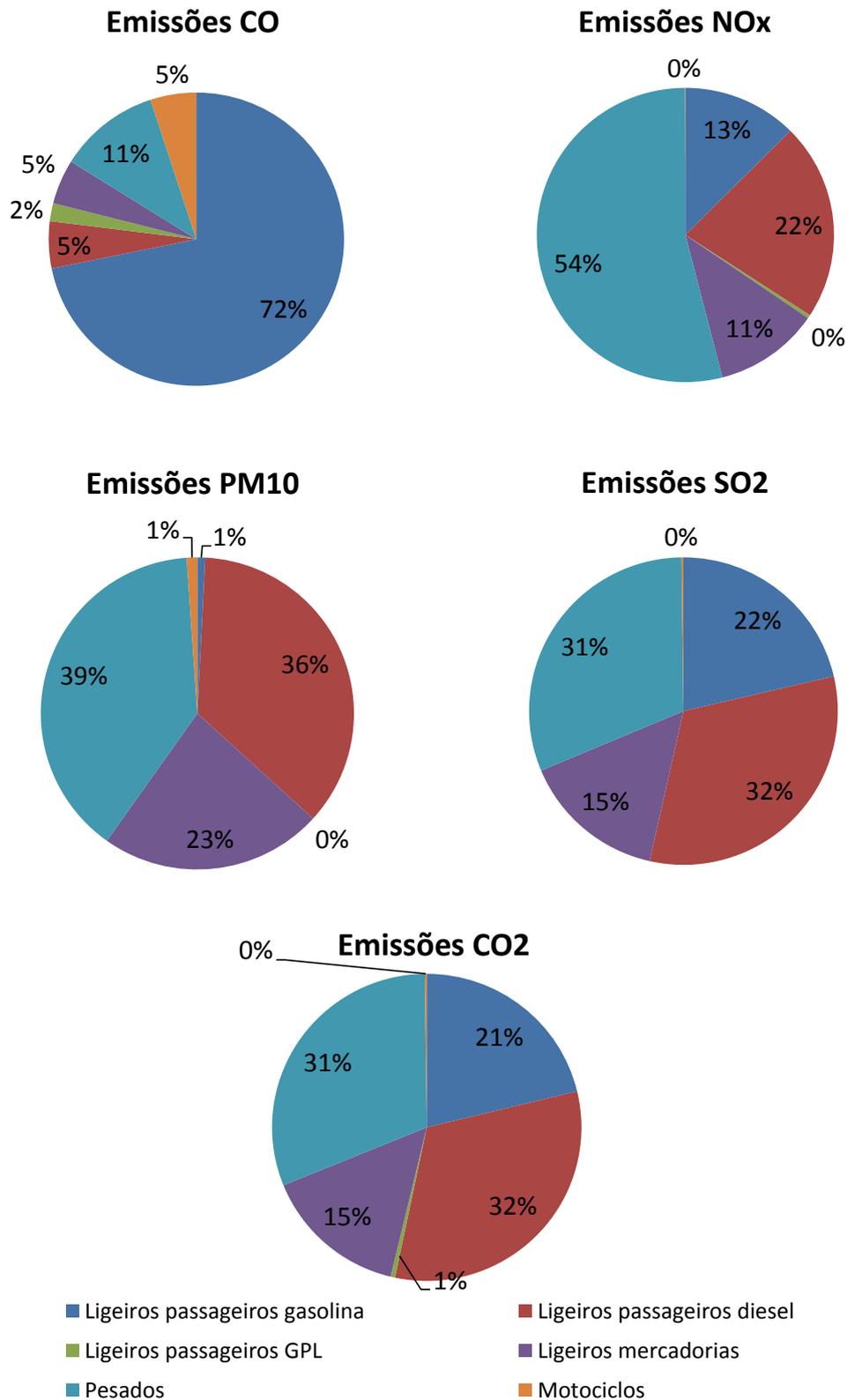
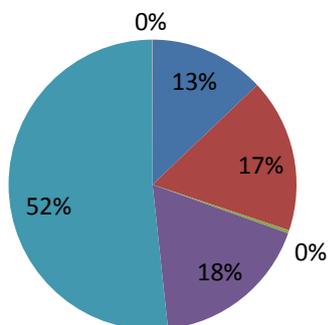
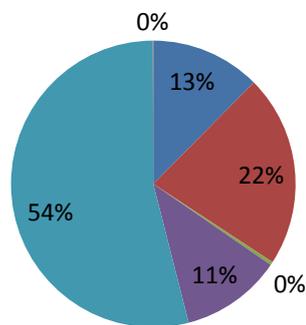


Figura 19. Desagregação das emissões por tipologia de veículos para o ano de 2013

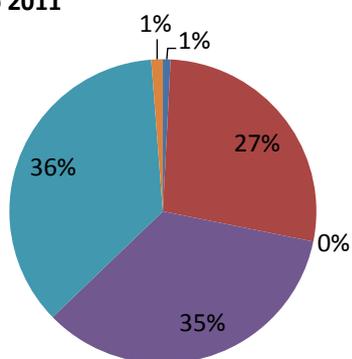
**Emissões NOx  
Ano 2011**



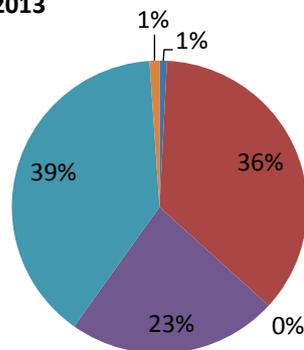
**Emissões NOx  
Ano 2013**



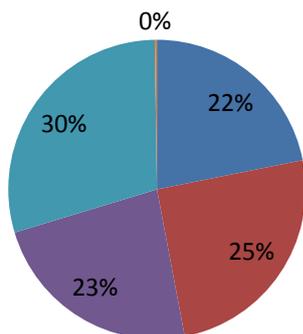
**Emissões PM10  
Ano 2011**



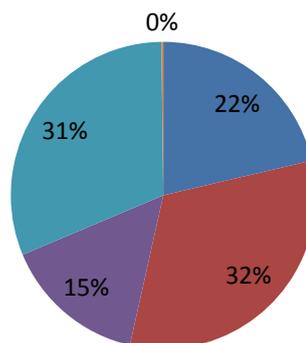
**Emissões PM10  
Ano 2013**



**Emissões SO2  
Ano 2011**



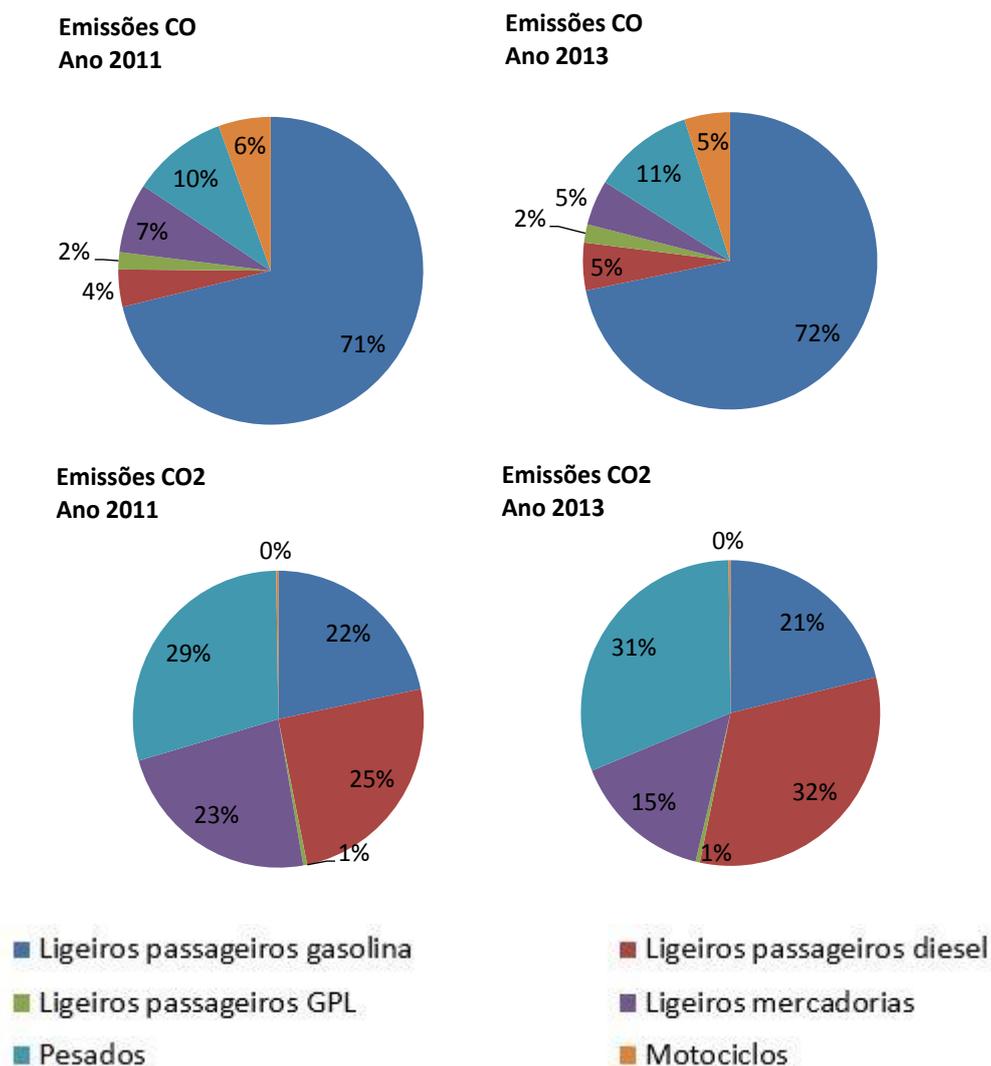
**Emissões SO2  
Ano 2013**



■ Ligeiros passageiros gasolina  
 ■ Ligeiros passageiros GPL  
 ■ Pesados

■ Ligeiros passageiros diesel  
 ■ Ligeiros mercadorias  
 ■ Motociclos

**Figura 20. Variação das emissões de NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> e SO<sub>2</sub> por tipologia de veículos em 2011 e 2013**



**Figura 21. Variação das emissões de CO e CO<sub>2</sub> por tipologia de veículos em 2011 e 2013**

A análise mais específica efetuada para o concelho do Porto, baseada nos dados de contagens e caracterização de tráfego na cidade, permitiu desagregar também as emissões de CO, NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> por norma EURO de emissões de veículos (Figura 22). Constatou-se que os veículos pré-EURO constituem a fonte predominante de emissões de CO, enquanto que as emissões de NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> provêm maioritariamente de veículos EURO 2 e EURO 3.

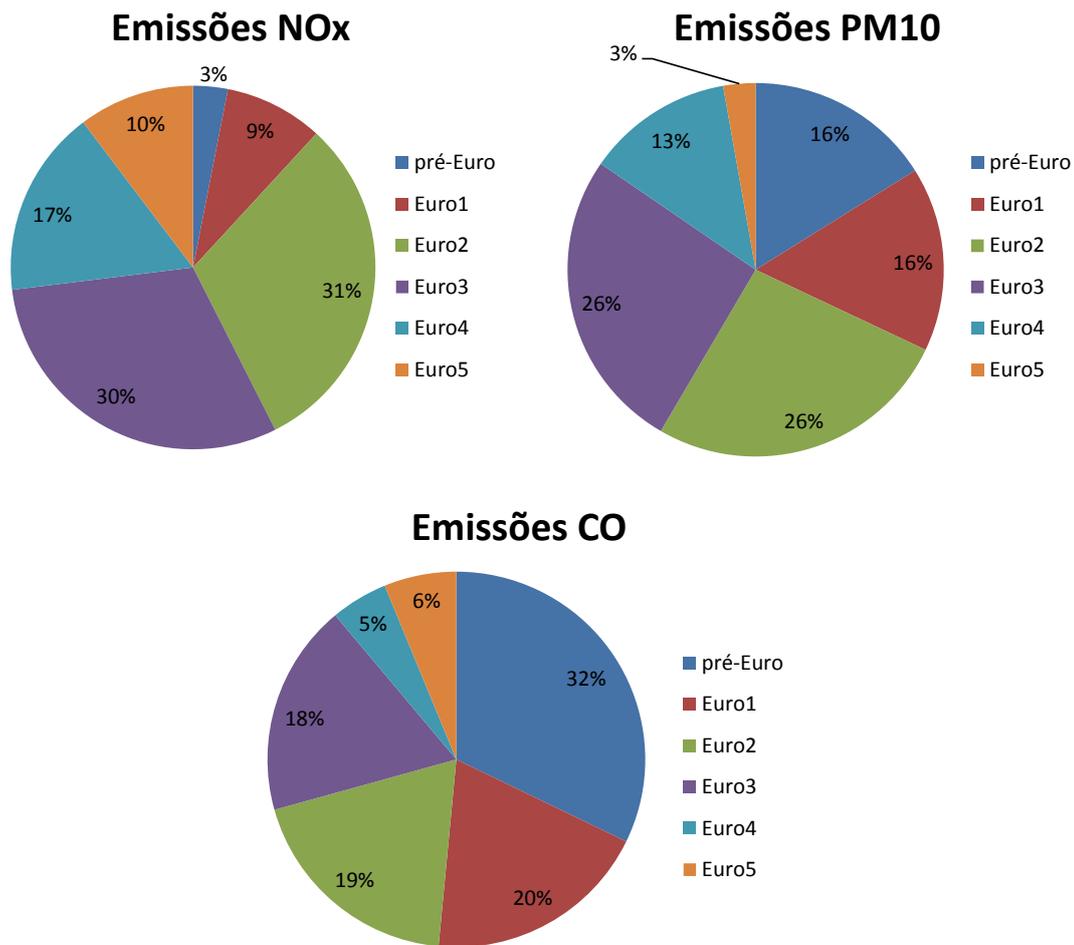


Figura 22. Desagregação das emissões rodoviárias no concelho do Porto, por norma EURO, em 2013

## IV. Resultados

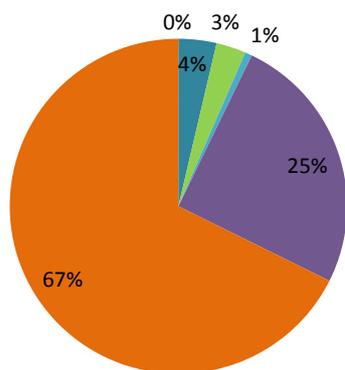
A estimativa de emissões efetuada permite agregar os resultados por sector de atividade e concelho da região Norte, para 2012 e 2013 (considerados os anos de referência do presente inventário de emissões). Nos próximos subcapítulos é feita uma análise mais aprofundada dos resultados obtidos por poluente, dando especial enfoque na comparação das emissões por sector de atividade, concelho e ano. No sub-capítulo “Apreciação global” integra-se o resultado do presente inventário com as estimativas das emissões relativas a anos anteriores (2010 e 2011), já que foram calculadas pelos mesmos métodos, permitindo desta forma observar a tendência evolutiva das mesmas.

Os resultados das emissões estimadas por poluente e concelho, para 2012 e 2013, constam do Anexo III.

## IV.1 Partículas (PM<sub>10</sub>)

No que diz respeito às partículas em suspensão, a Figura 23 e a Figura 24 representam as emissões totais estimadas para este poluente atmosférico por sector de atividade (total percentual e em toneladas).

### Emissões PM<sub>10</sub> 2012



### 2013

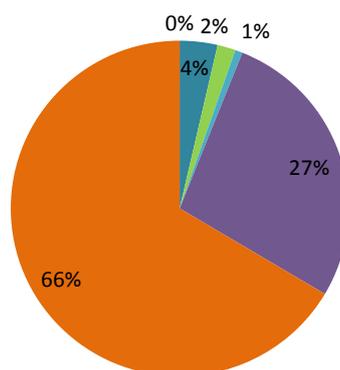


Figura 23. Estimativa de emissões de PM<sub>10</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%)

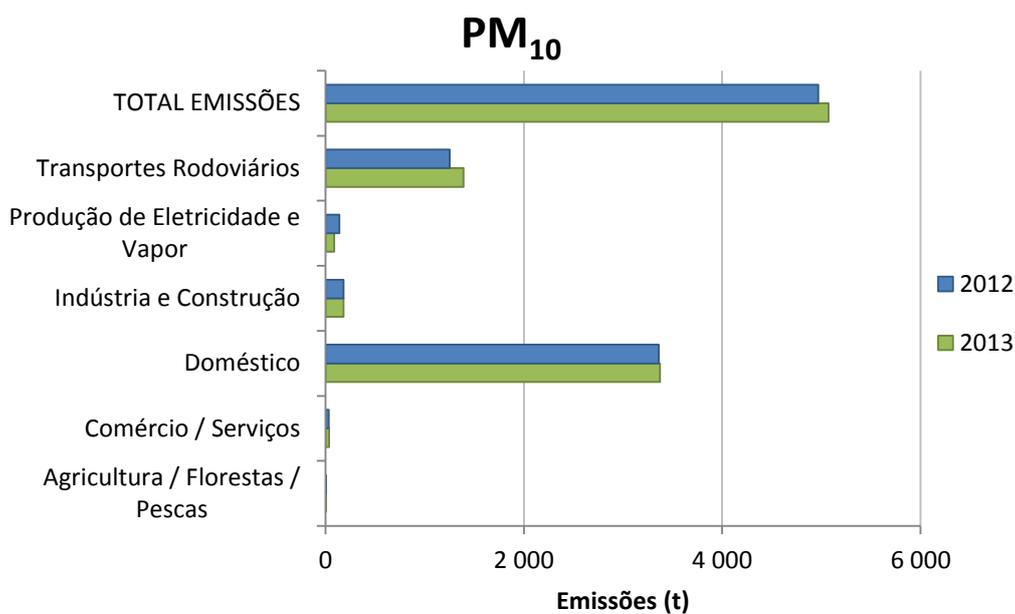
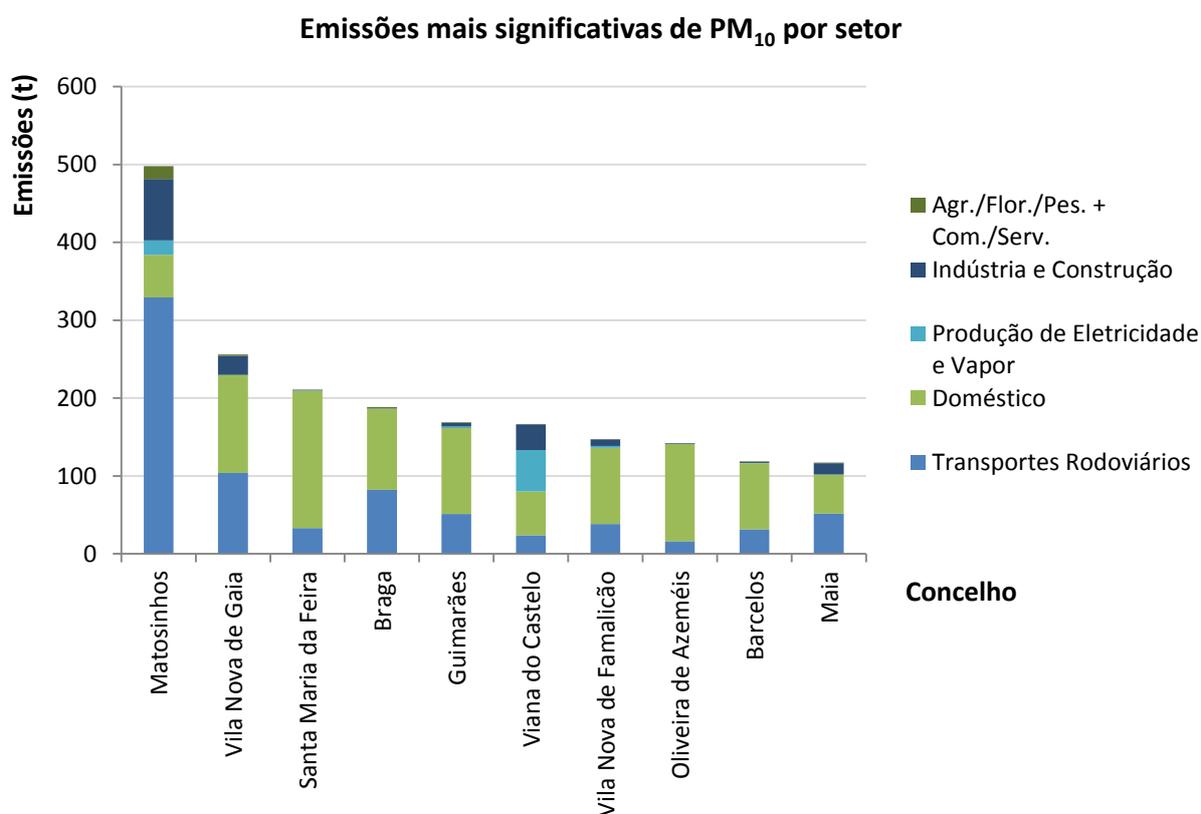


Figura 24. Estimativa de emissões de PM<sub>10</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t)

Dos gráficos apresentados é possível verificar o contributo significativo do sector Doméstico (cerca de 66% em 2013) para as emissões de PM<sub>10</sub> na região Norte. O principal contributo para as emissões deste sector resulta da queima de biomassa em lareiras para aquecimento do ar ambiente, que constituem sistemas de combustão ineficientes com produção de quantidades significativas de inqueimados, o que se repercute no fator de emissão utilizado (significativamente mais elevado em relação ao dos combustíveis fósseis). O contributo significativo das emissões deste sector é também evidenciado por alguns autores internacionais (Basur *et al.*, 2002) que referem que, para alguns poluentes, a emissão da queima de lenha no sector residencial chega a ser superior à queima de combustíveis fósseis no sector dos Transportes Rodoviários.

O aumento de emissões de PM<sub>10</sub> pelo sector doméstico tem sido ligeiro e gradual entre 2012 e 2013, no entanto, neste último ano o peso percentual deste sector diminuiu devido ao aumento das emissões no sector dos transportes rodoviários.

Para uma análise da contribuição de cada área geográfica para o total de emissões estimadas, apresentam-se na Figura 25 os dez concelhos com peso mais significativo na região Norte para o ano 2013. Este gráfico representa também os sectores de atividade que contribuem para esses valores.



**Figura 25. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de PM<sub>10</sub>, em 2013, por sector de atividade**

Os concelhos de Matosinhos, Vila Nova de Gaia e Santa Maria da Feira destacam-se relativamente às emissões de PM<sub>10</sub>, sendo o contributo do sector Doméstico (essencialmente consumo de lenha em lareiras) o que mais contribui para este facto em Vila Nova de Gaia e Santa Maria da Feira. Em Matosinhos é importante salientar o peso dos Transportes Rodoviários no concelho, sendo que para Vila Nova de Gaia este sector apresenta também um contributo importante apesar de inferior ao do sector Doméstico.

Na Figura 26 e Figura 27 apresenta-se a espacialização do total das emissões estimadas para a região Norte, incluindo todos os sectores de atividade, desagregadas ao nível do concelho, para 2012 e 2013. Salienta-se que nestas figuras as emissões são apresentadas por unidade de área (t/km<sup>2</sup>).

Tal como seria de esperar, as emissões de PM<sub>10</sub> em tonelada por km<sup>2</sup> ocorrem com maior expressão nos concelhos do litoral, mais densamente povoados, onde se concentra o maior consumo de combustíveis (fósseis e biomassa). Destes destacam-se Matosinhos, São João da Madeira, Porto e Vila Nova de Gaia.

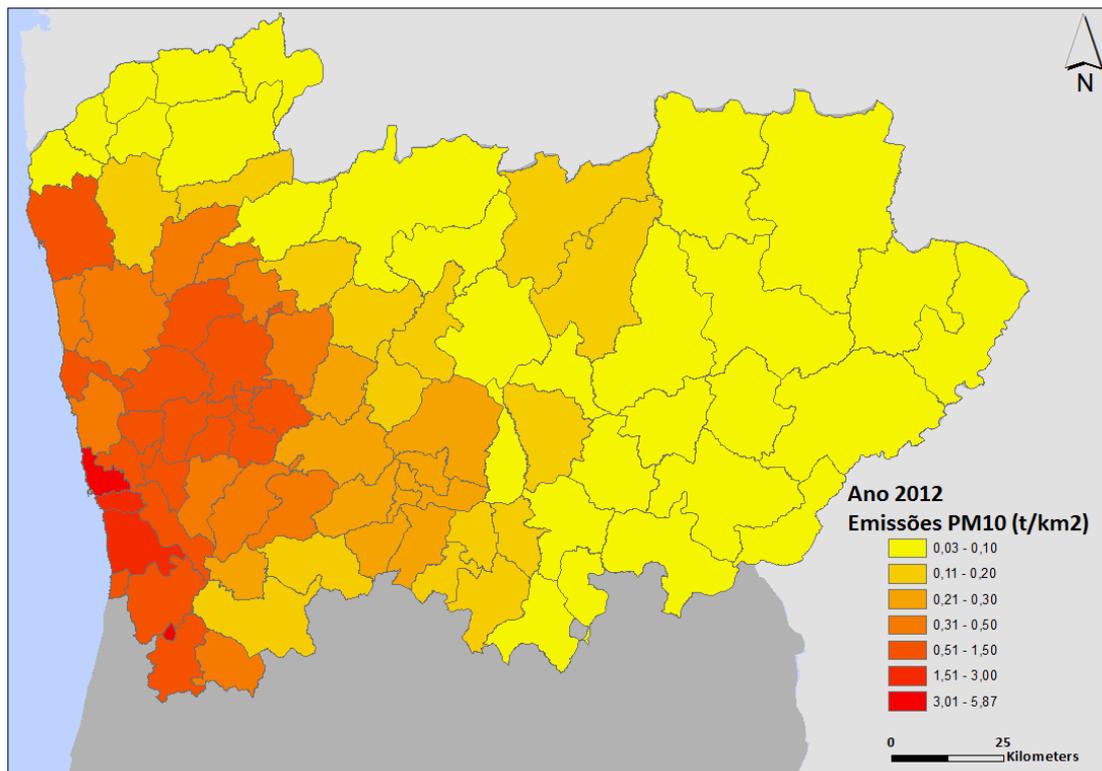


Figura 26. Espacialização das emissões de PM<sub>10</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012

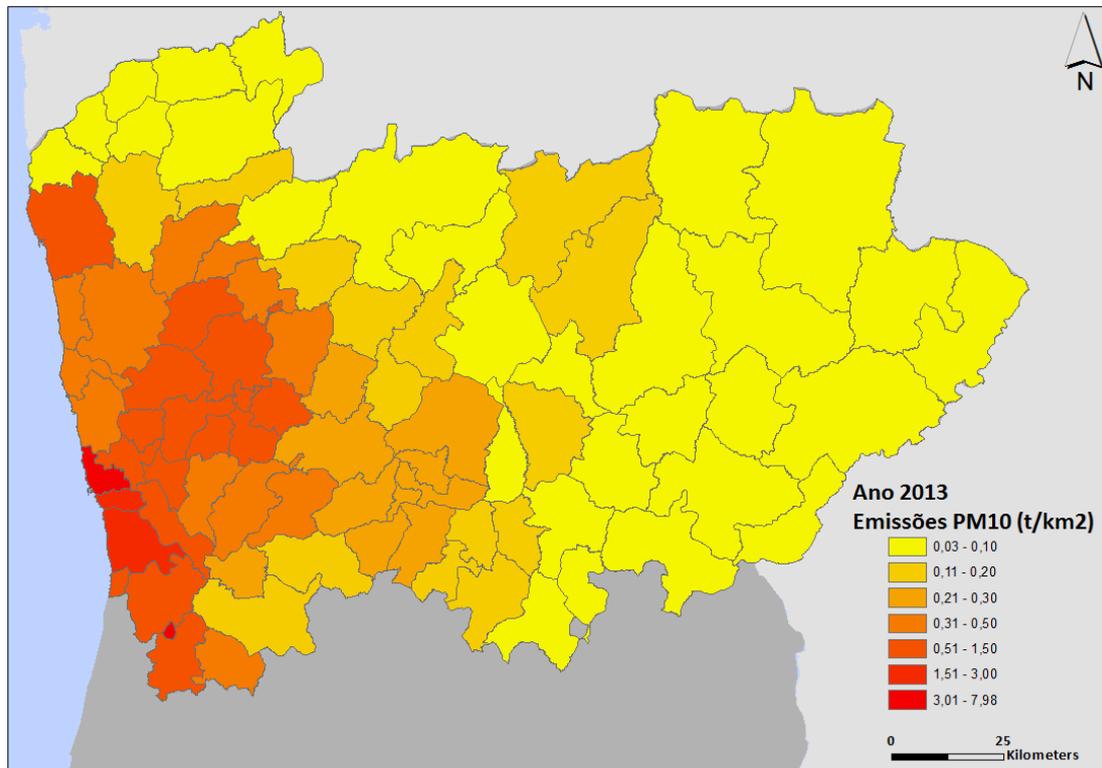


Figura 27. Espacialização das emissões de PM<sub>10</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013

## IV.2 Dióxido de Enxofre (SO<sub>2</sub>)

No que diz respeito ao dióxido de enxofre, a Figura 28 e a Figura 29 representam as emissões totais estimadas para este poluente atmosférico por sector de atividade (total percentual e em toneladas).

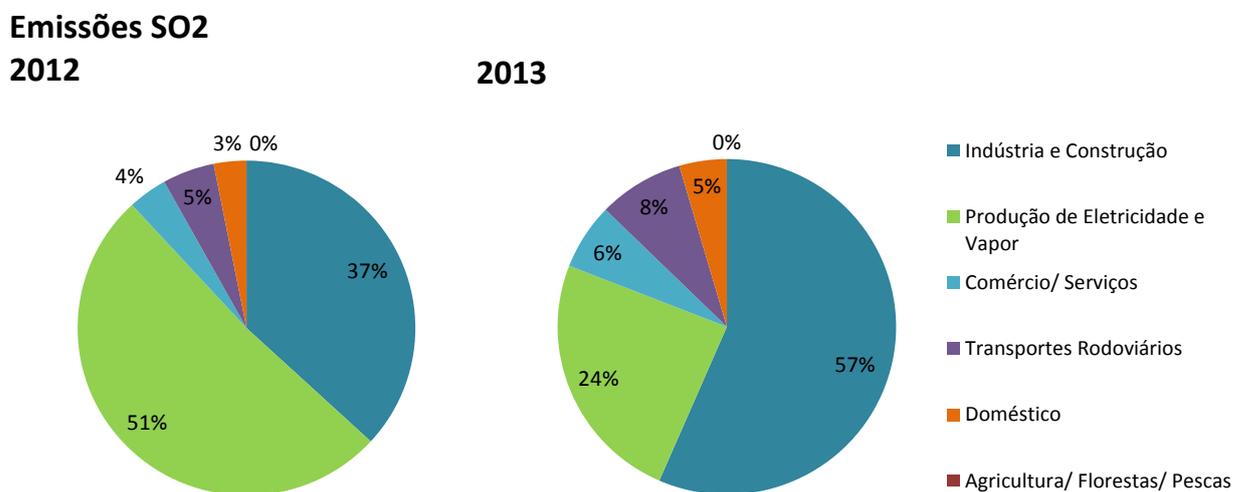


Figura 28. Estimativa de emissões de SO<sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%)

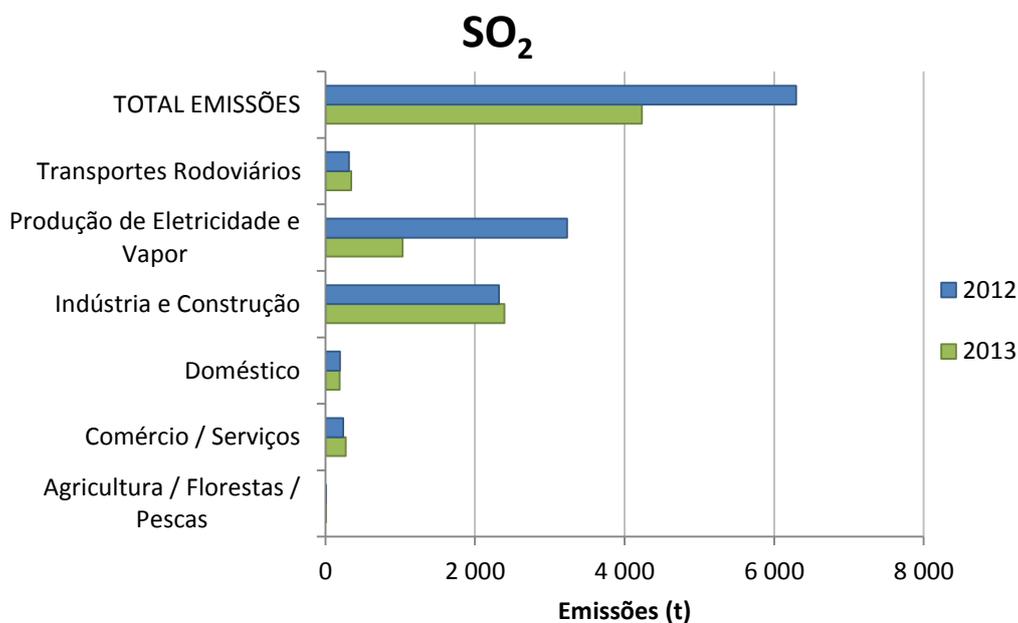
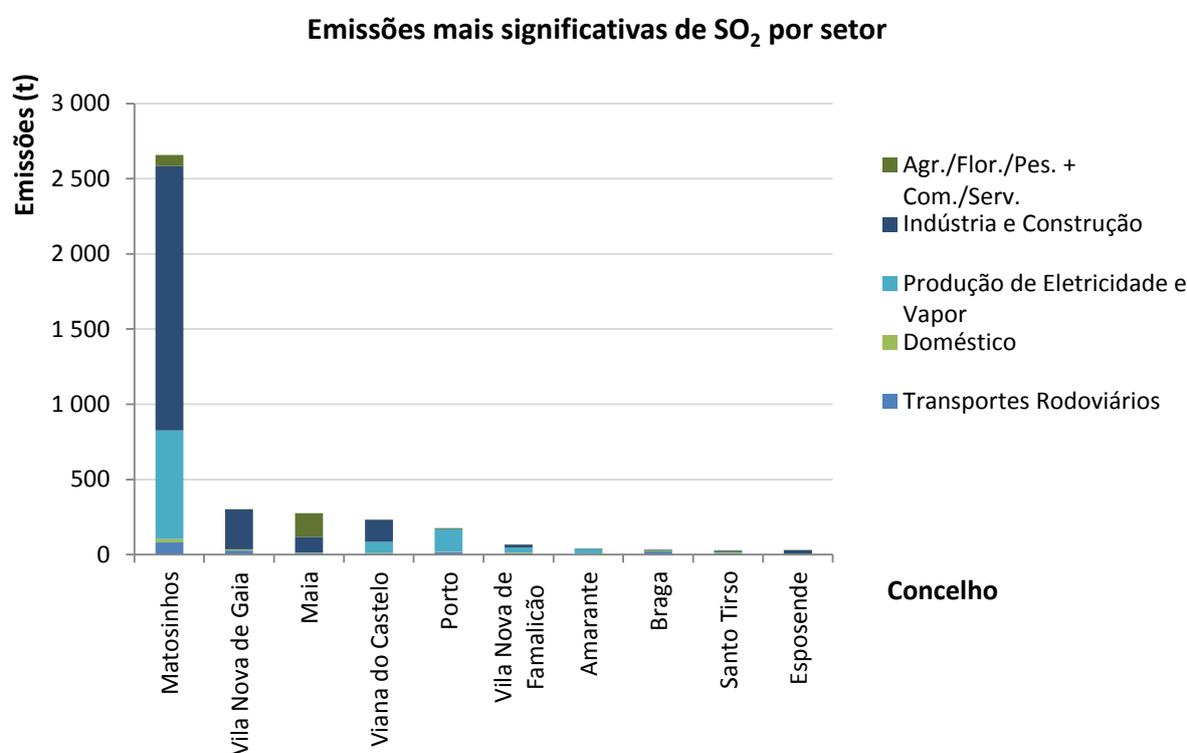


Figura 29. Estimativa de emissões de SO<sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t)

Ambos os sectores de Produção de Eletricidade e Vapor e Indústria e Construção contribuem significativamente para a emissão de SO<sub>2</sub> (na ordem dos 80% para os anos em análise) devido ao consumo de combustíveis fósseis, nomeadamente fuelóleo cuja percentagem de enxofre poder ir até 1%. O consumo deste combustível não é tão relevante noutros sectores de atividade.

O sector da Produção de Eletricidade e Vapor destaca-se em 2013 por ter uma significativa redução de SO<sub>2</sub> emitido. No ano de 2013, registou-se um aumento de emissões de outros poluentes, sendo o caso do SO<sub>2</sub> uma exceção a esta tendência, principalmente devido à alteração de combustível em algumas fontes de combustão estacionárias de fuelóleo para gás natural.

Para uma análise da contribuição de cada área geográfica para o total de emissões estimadas, apresentam-se na Figura 30 os dez concelhos com maior peso na região Norte para 2013. Este gráfico representa também os sectores de atividade que contribuem para esse cenário.

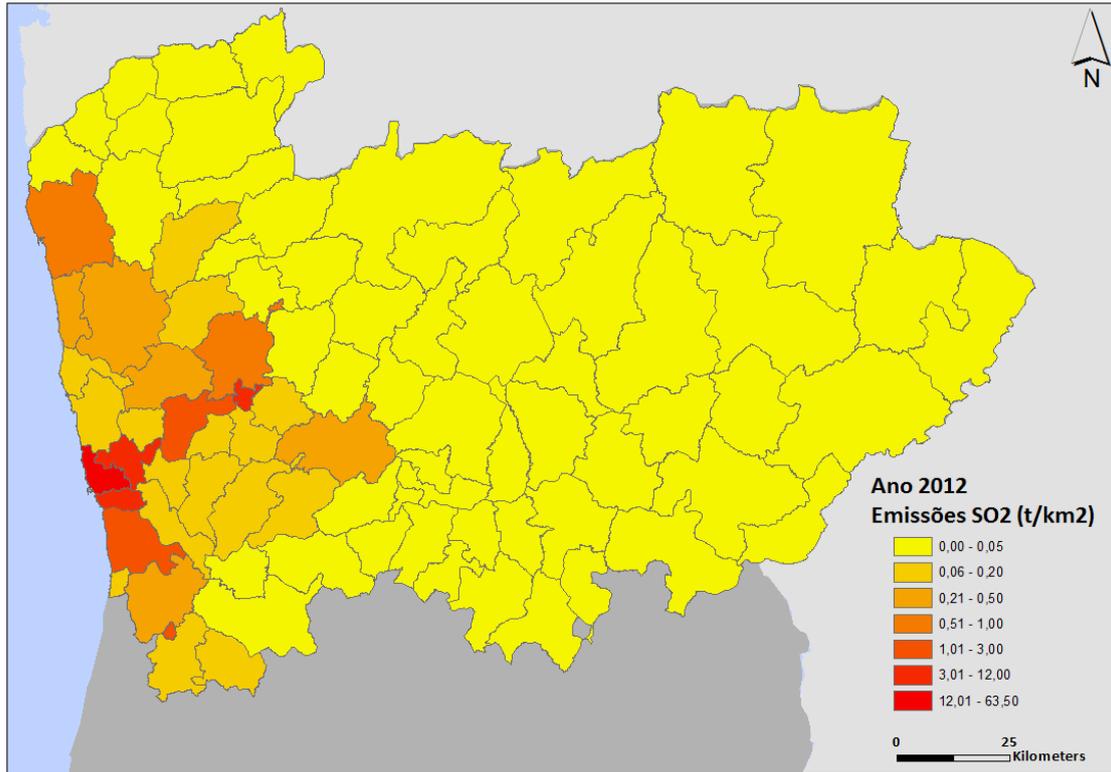


**Figura 30. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de SO<sub>2</sub>, em 2013, por sector de atividade**

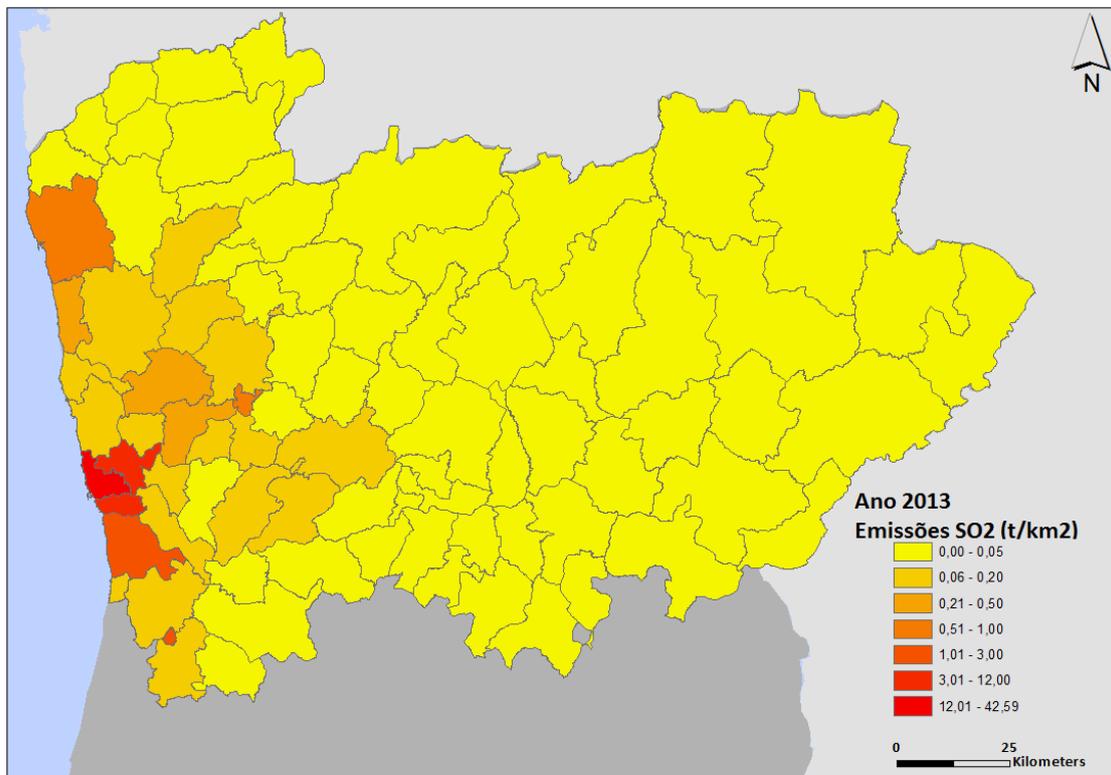
Verifica-se que o concelho de Matosinhos surge com as emissões mais elevadas de SO<sub>2</sub> devido ao contributo das instalações pertencentes aos sectores de Indústria e Construção, e Produção de Eletricidade e Vapor que lá se localizam, onde o consumo de combustíveis com elevado teor de enxofre é proeminente.

Na Figura 31 e Figura 32 apresenta-se a espacialização do total das emissões estimadas de SO<sub>2</sub> para a região Norte, incluindo todos os sectores de atividade, desagregadas ao nível do concelho, para 2012 e 2013. Salienta-se que nestas figuras as emissões são apresentadas por unidade de área (t/km<sup>2</sup>).

Como se pode observar, para este poluente destacam-se as emissões em área de Matosinhos, Porto e Maia, por serem concelhos onde se localizam importantes instalações dos sectores da Indústria e Construção e Produção de Eletricidade e Vapor. O facto de estes concelhos apresentarem áreas mais pequenas, faz também com que apresentem um peso relativo maior, nas emissões de SO<sub>2</sub> da região.



**Figura 31. Espacialização das emissões de SO<sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012**

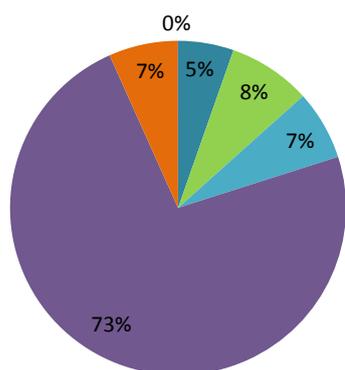


**Figura 32. Espacialização das emissões de SO<sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013**

### IV.3 Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>)

No que diz respeito aos óxidos de azoto, a Figura 33 e a Figura 34. Estimativa de emissões de NO<sub>x</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t) Figura 34 representam as emissões totais estimadas para este poluente atmosférico por sector de atividade (total percentual e em toneladas).

#### Emissões NO<sub>x</sub> 2012



#### 2013

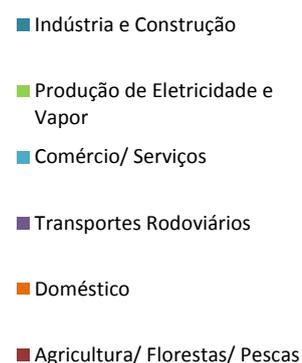
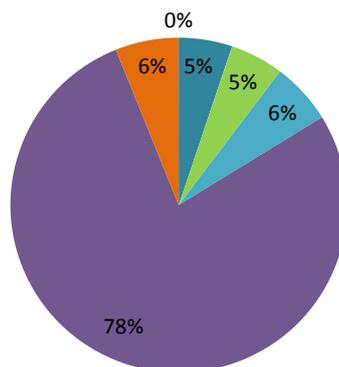


Figura 33. Estimativa de emissões de NO<sub>x</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%)

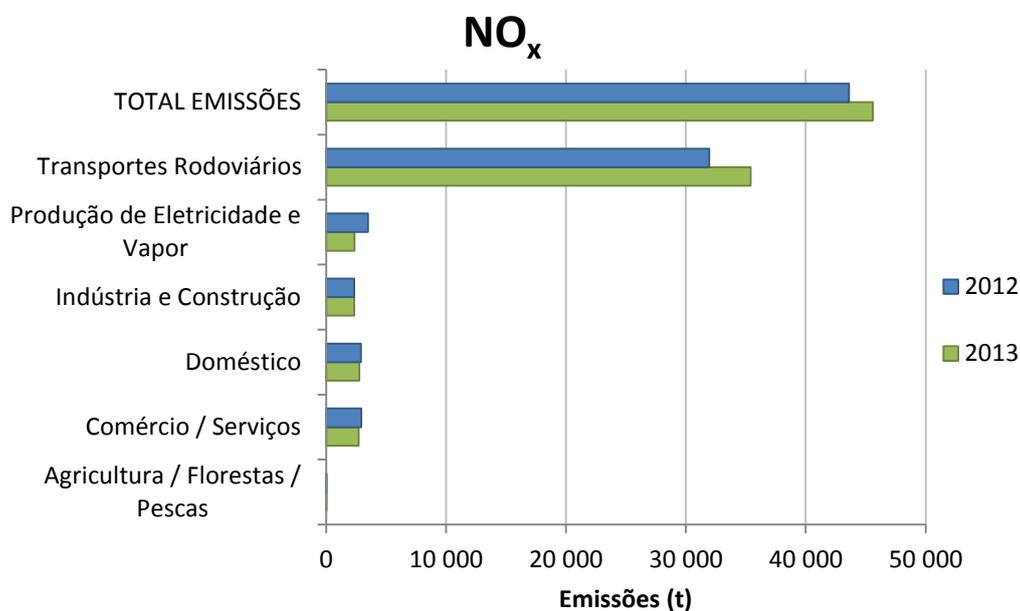
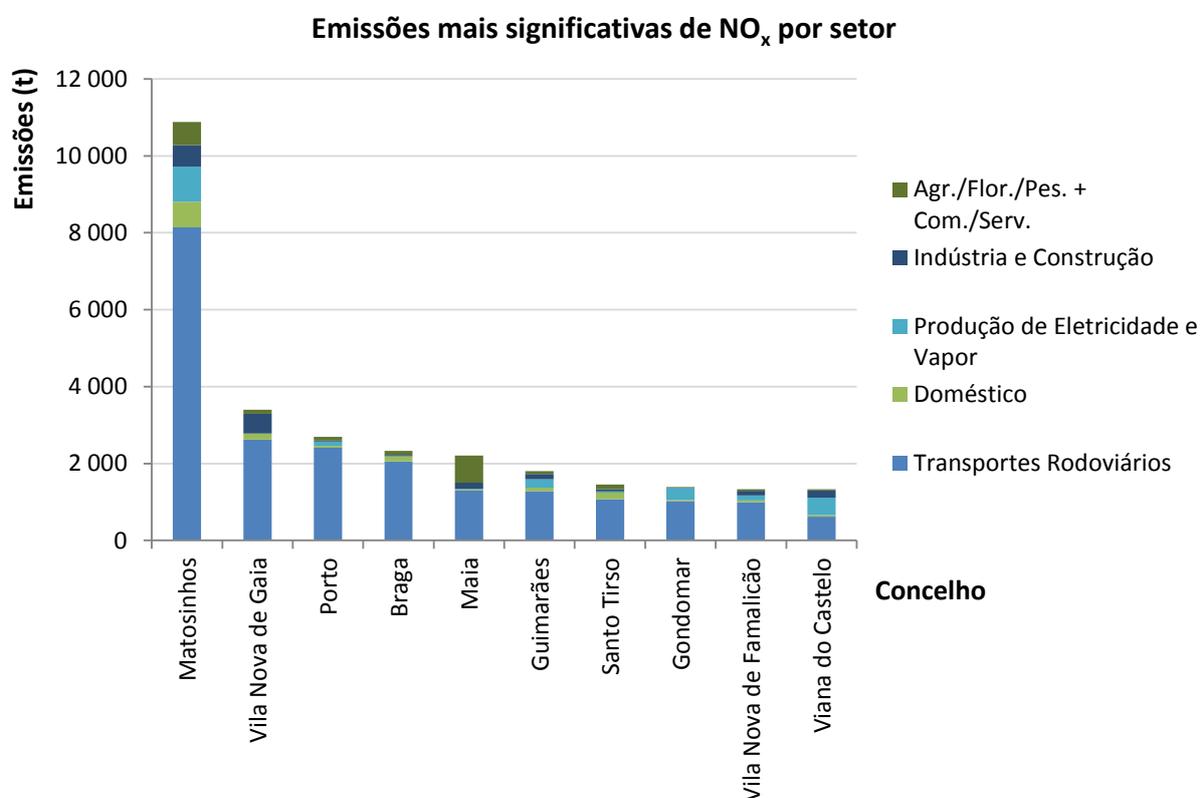


Figura 34. Estimativa de emissões de NO<sub>x</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t)

Para o poluente NO<sub>x</sub> verifica-se que o sector que mais se destaca em termos de emissões é dos Transportes Rodoviários (na ordem de grandeza dos 70%). Este facto deve-se maioritariamente ao contributo do fator de emissão, principalmente no que diz respeito ao gasóleo, que é superior aos fatores aplicados para os restantes sectores de atividade.

Verifica-se que de 2012 para 2013 se registou um aumento das emissões deste poluente no sector dos Transportes Rodoviários (e outro muito ligeiro no da Indústria e Construção) e uma diminuição nos restantes sectores.

Para uma análise da contribuição de cada área geográfica para o total de emissões de NO<sub>x</sub> estimadas, apresentam-se na Figura 35 os dez concelhos com maior peso na região Norte para o ano 2013. Este gráfico representa também os sectores de atividade que contribuem para esses valores.



**Figura 35. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de NO<sub>x</sub>, em 2013, por sector de atividade**

Os concelhos de Matosinhos e Vila Nova de Gaia destacam-se quanto ao total de emissões de NO<sub>x</sub>, sendo os que apresentam o maior consumo de combustível no sector dos Transportes Rodoviários.

Na Figura 36 e Figura 37 apresenta-se a espacialização do total das emissões estimadas para a região Norte, incluindo todos os sectores de atividade, desagregadas ao nível do concelho, para 2012 e 2013. Salienta-se que nestas figuras as emissões são apresentadas por unidade de área ( $t/km^2$ ).

As emissões de  $NO_x$  por unidade de área ocorrem com maior predominância nas aglomerações e concelhos mais densamente povoados da região, onde o tráfego rodoviário é mais significativo. Os concelhos de Matosinhos, Porto, São João da Madeira, Maia e Vila Nova de Gaia apresentam maior taxa de emissões por unidade de área, sendo que nos quatro primeiros casos esse facto é acentuado devido à área dos concelhos em relação a outros da região Norte.

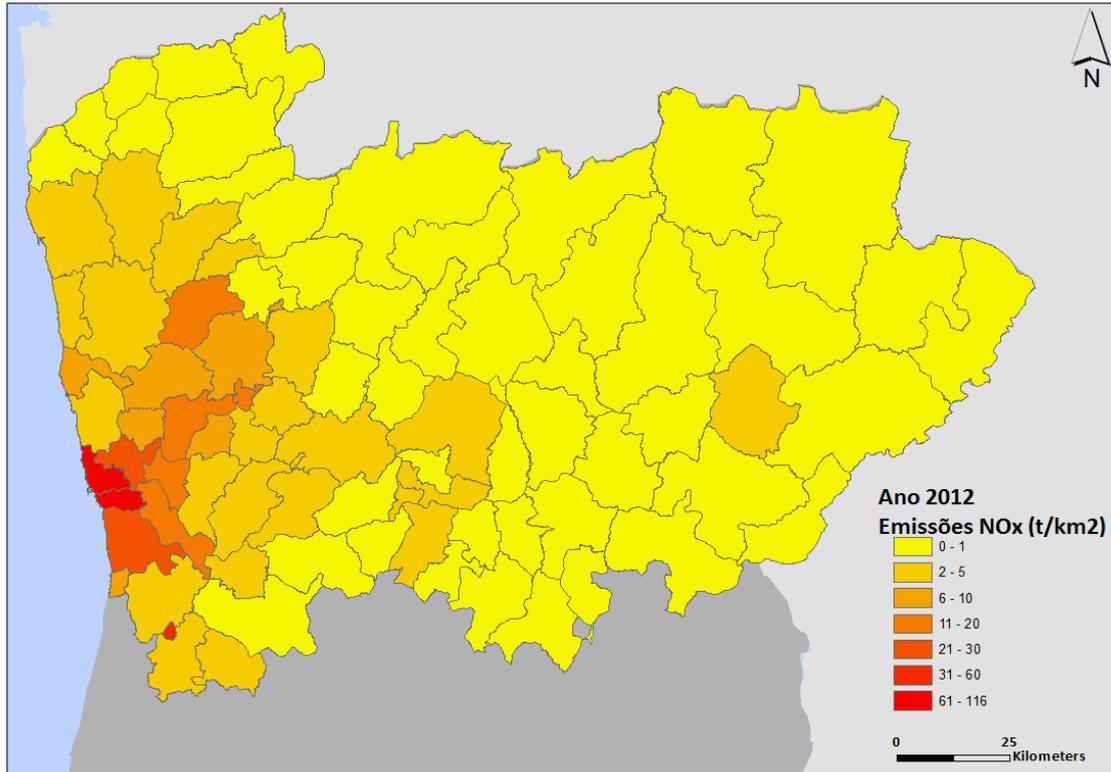


Figura 36. Espacialização das emissões de NO<sub>x</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012

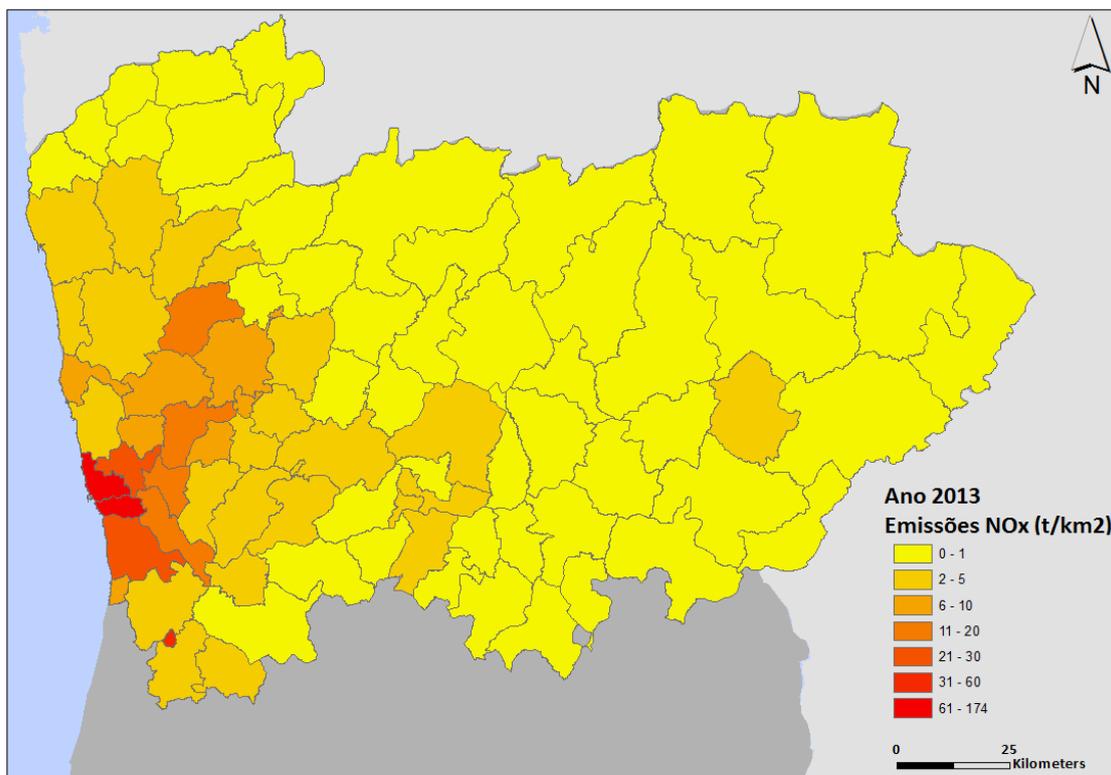


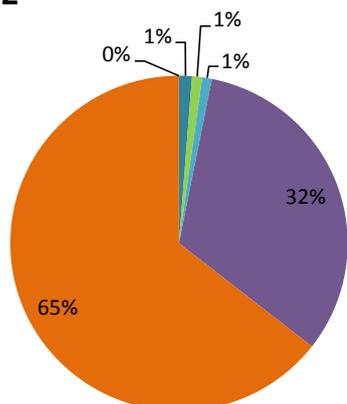
Figura 37. Espacialização das emissões de NO<sub>x</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013

## IV.4 Monóxido de Carbono (CO)

No que diz respeito ao monóxido de carbono, a Figura 38 e a Figura 39 representam as emissões totais estimadas para este poluente atmosférico por sector de atividade (total percentual e em toneladas).

### Emissões CO

2012



2013

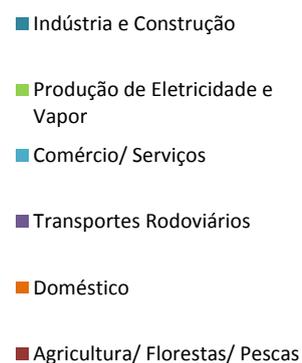
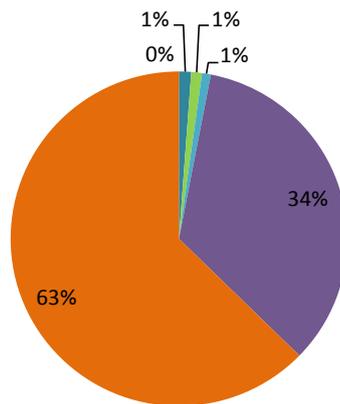


Figura 38. Estimativa de emissões de CO por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%)

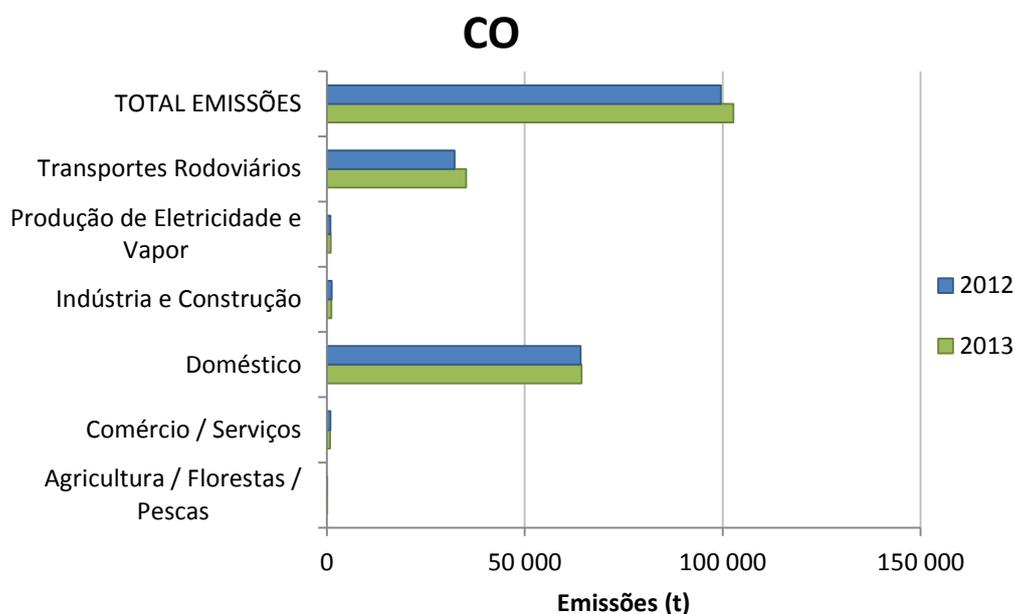
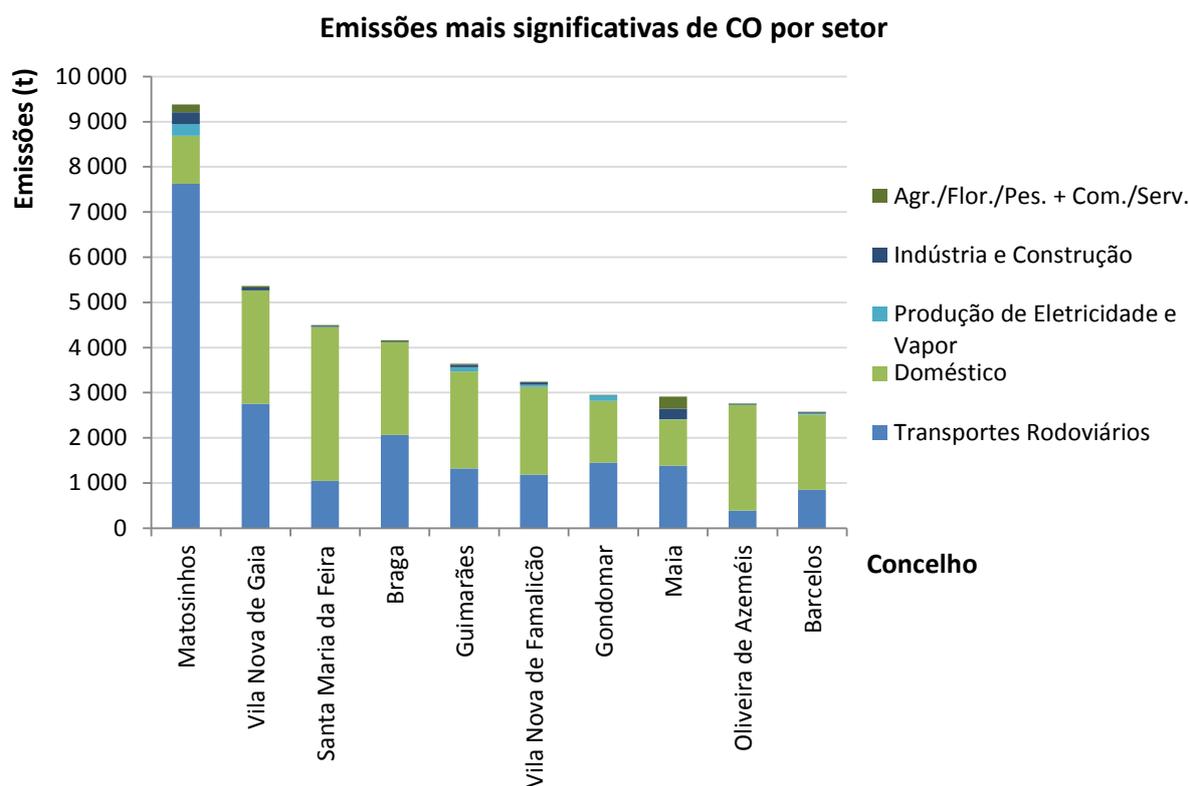


Figura 39. Estimativa de emissões de CO por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (t)

Para o CO verifica-se o contributo significativo do sector Doméstico (ordem de grandeza de 60%), o que se deve principalmente ao contributo das emissões provenientes da queima de biomassa em lareiras, mas também do consumo de gasóleo para aquecimento. A maior parte do carbono combustível na madeira é convertida em CO<sub>2</sub> durante o processo de combustão, mas devido à combustão ineficiente, temperaturas de combustão baixas e grandes quantidades de ar em excesso, é produzida uma proporção muito maior de monóxido de carbono face à de CO<sub>2</sub> do que na combustão de madeira em fogões a lenha herméticos ou caldeiras a lenha. Como já referido na discussão dos resultados das PM<sub>10</sub> este peso da queima de biomassa no sector doméstico é evidenciado por alguns autores internacionais, nomeadamente Basur *et al.* (2002).

Neste poluente também se destaca o contributo do sector dos Transportes Rodoviários, devido ao peso do fator de emissão (principalmente o da gasolina), que não é tão relevante nos outros sectores de atividade (exceto no Doméstico). Em 2013 houve um ligeiro aumento das emissões de CO fundamentalmente devido ao sector dos Transportes Rodoviários.

Para uma análise da contribuição de cada área geográfica para o total de emissões estimadas, apresentam-se na Figura 40 os dez concelhos com peso mais significativo na região Norte para o ano 2013. Este gráfico representa também os sectores de atividade que contribuem para esses valores.



**Figura 40. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de CO, em 2013, por sector de atividade**

Os concelhos com maiores emissões de CO são os de Matosinhos, Vila Nova de Gaia e Santa Maria da Feira. À semelhança do que aconteceu com as PM<sub>10</sub>, os concelhos que se destacam com elevadas emissões de CO, devem-no essencialmente ao peso dos sectores dos Transportes Rodoviários e Doméstico, neste último devido à utilização de lareiras (apesar destes concelhos apresentarem taxas de consumo inferiores à dos localizados no interior, possuem mais habitações sendo esse o fator determinante na emissão de CO da região).

Na Figura 41 e Figura 42 apresenta-se a espacialização do total das emissões estimadas para a região Norte, incluindo todos os sectores de atividade, desagregadas ao nível do concelho, para 2012 e 2013. Salienta-se que nestas figuras as emissões são apresentadas por unidade de área (t/km<sup>2</sup>).

À semelhança do que ocorre para os outros poluentes analisados anteriormente, as emissões de CO são mais elevadas nas zonas mais densamente povoadas do litoral da região Norte. A zona Norte Litoral aparece destacada quanto ao total de toneladas por km<sup>2</sup> já que, para além de apresentar um maior consumo de combustíveis no sector dos Transportes Rodoviários, tem também uma maior densidade habitacional, o que se traduz em maiores consumos de biomassa para aquecimento no sector Doméstico.

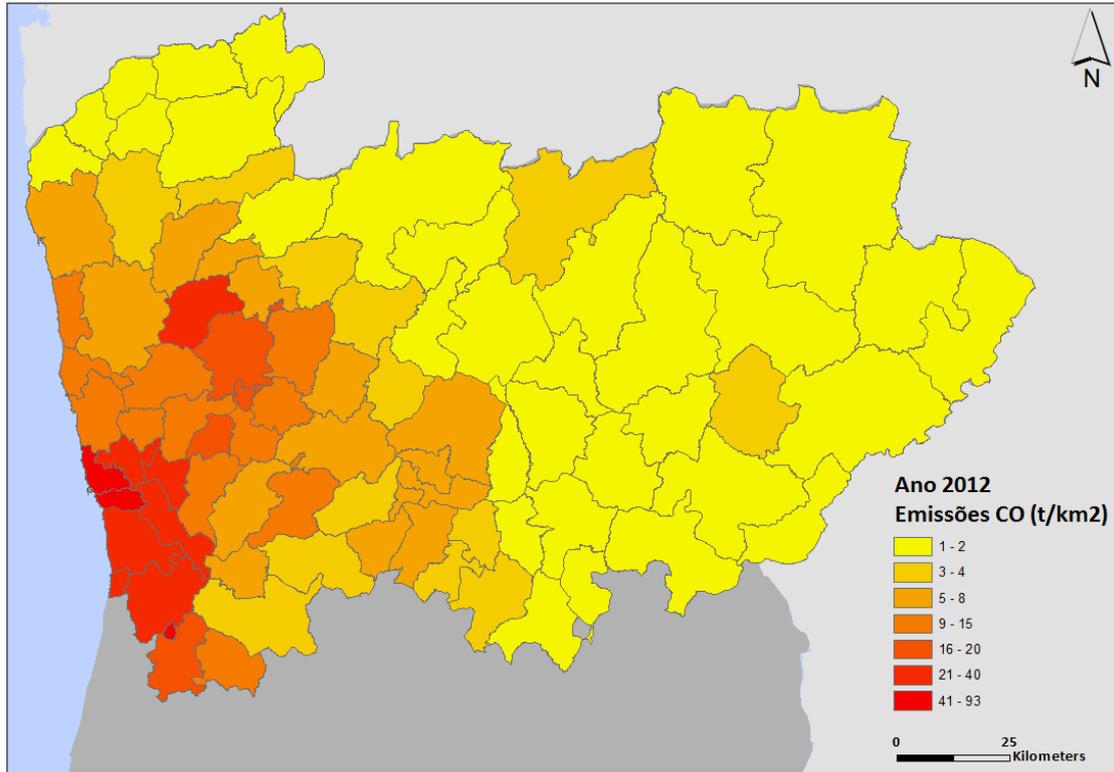


Figura 41. Espacialização das emissões de CO estimadas por concelho da região Norte em 2012

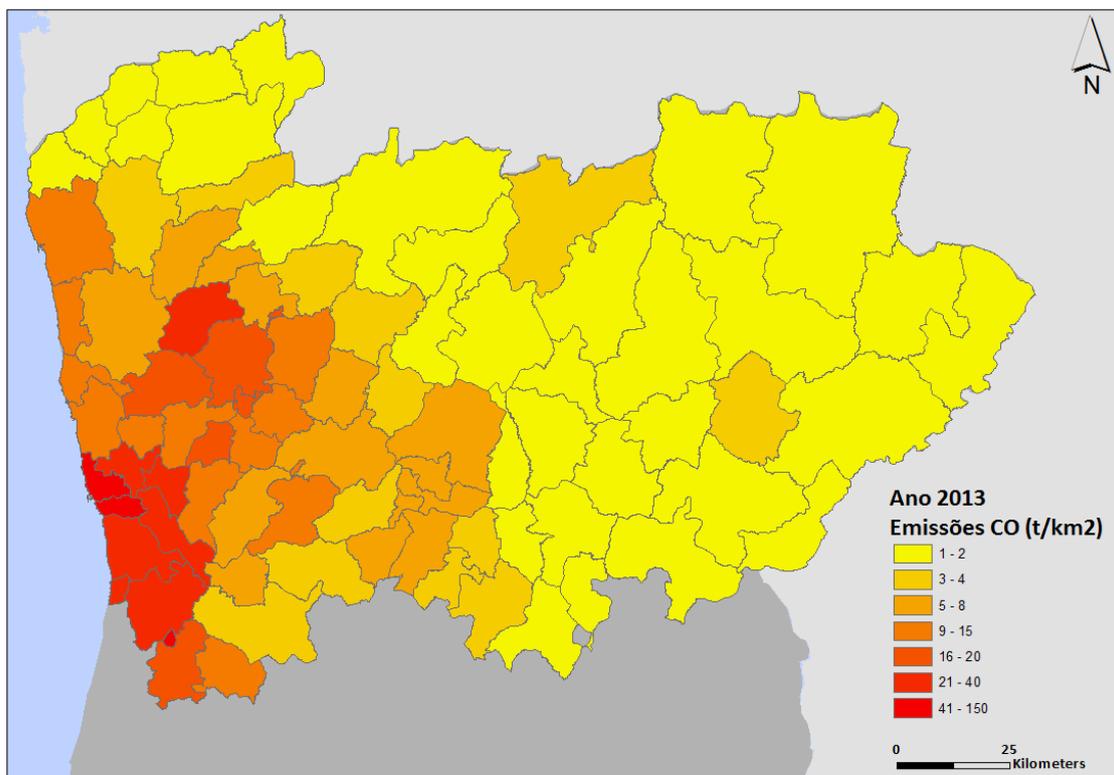


Figura 42. Espacialização das emissões de CO estimadas por concelho da região Norte em 2013

## IV.5 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

No que diz respeito ao dióxido de carbono, a Figura 43 e a Figura 44 representam as emissões totais estimadas para este poluente atmosférico por sector de atividade (total percentual e em quilotoneladas).

### Emissões CO<sub>2</sub> 2012

2013

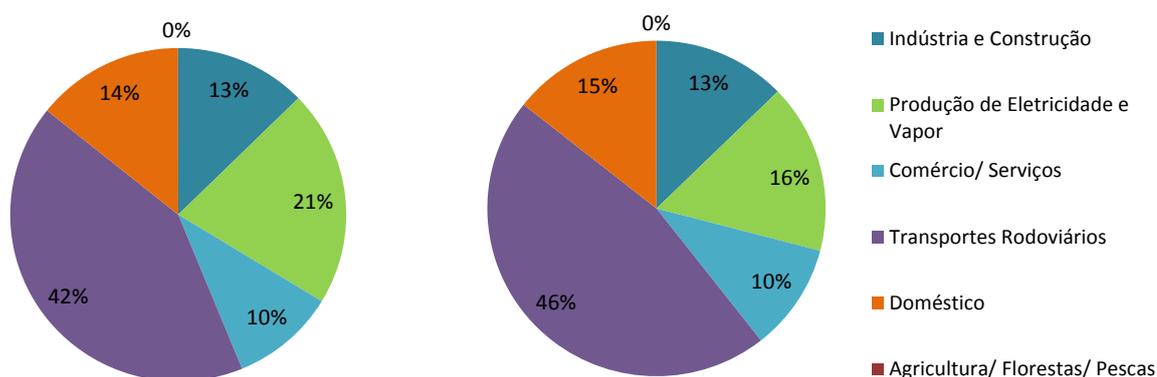


Figura 43. Estimativa de emissões de CO<sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (%)

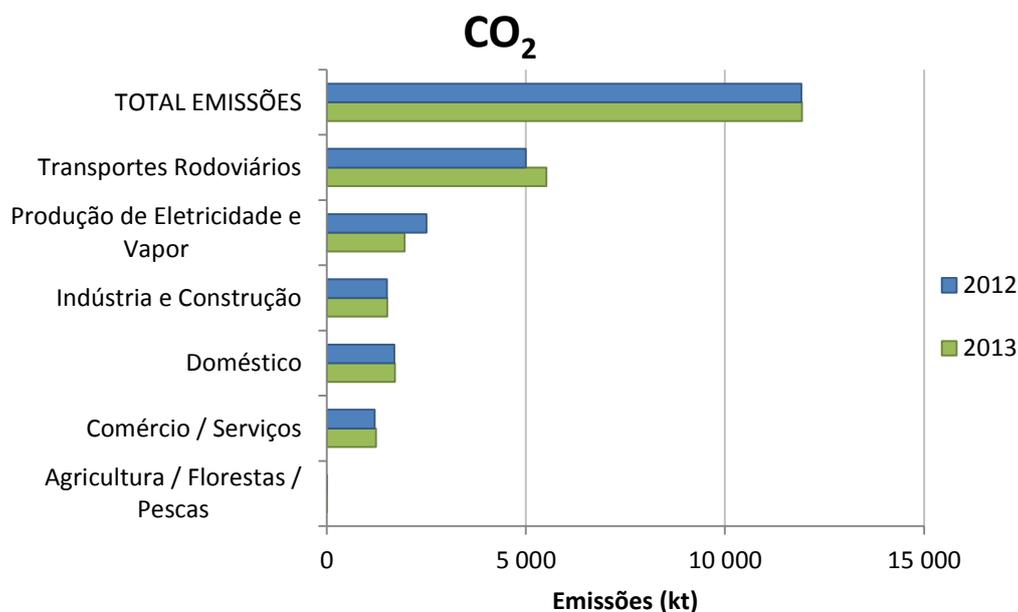
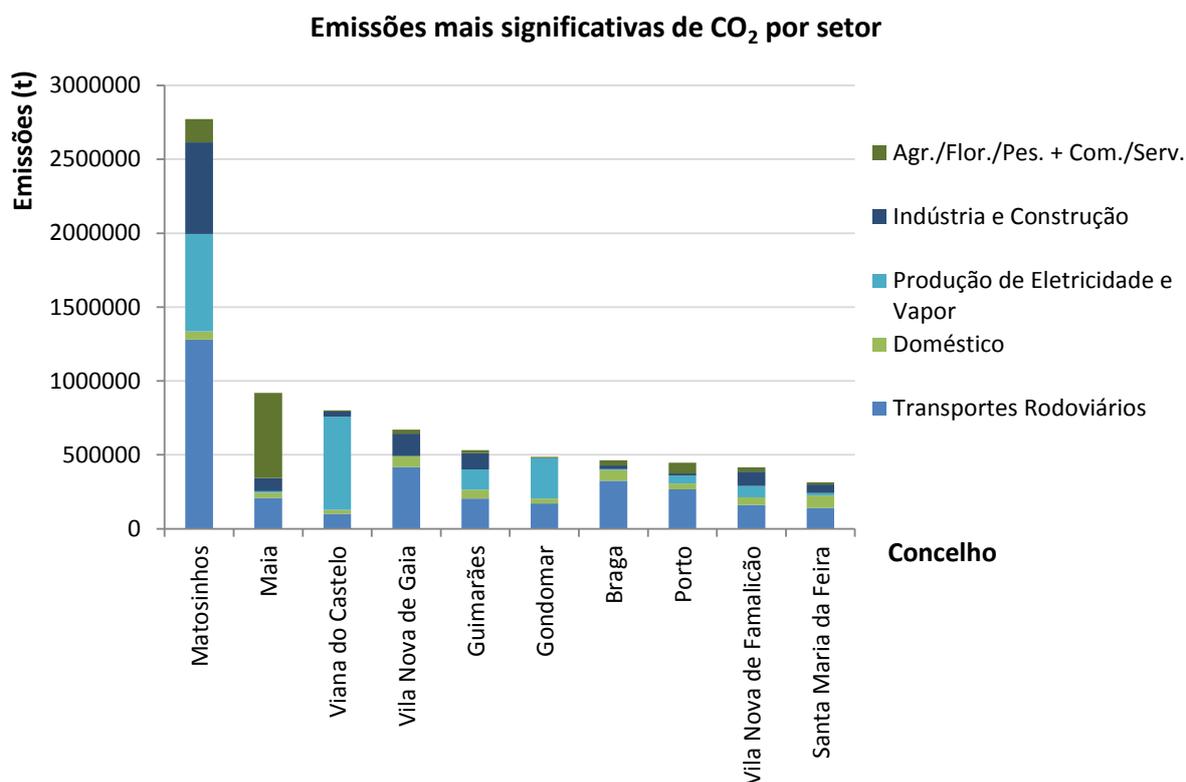


Figura 44. Estimativa de emissões de CO<sub>2</sub> por sector de atividade, em 2012 e 2013, na região Norte (kt)

Uma vez que as emissões de CO<sub>2</sub> estão relacionadas com a quantidade de carbono existente no combustível, a variação entre sectores não dependerá tanto das condições de queima mas sim da quantidade de combustível consumido. Desta forma o sector que assume maior relevância é o dos Transportes Rodoviários seguido pelo da Produção de Eletricidade e Vapor, acompanhando a hierarquia de consumo de combustível (em TJ).

O sector doméstico também se destaca no total de emissões de CO<sub>2</sub> (apesar de inferior ao dos Transportes e da Produção de Eletricidade), devido ao fator de emissão elevado para a queima de biomassa face ao dos combustíveis fósseis.

Para uma análise da contribuição de cada área geográfica para o total de emissões estimadas, apresentam-se na Figura 45 os dez concelhos com peso mais significativo na região Norte para o ano 2013. Este gráfico representa também os sectores de atividade que contribuem para esses valores.



**Figura 45. Dez concelhos da região Norte com peso mais significativo nas emissões de CO<sub>2</sub>, em 2013, por sector de atividade**

Verifica-se que os concelhos que apresentam maiores emissões de CO<sub>2</sub> são Matosinhos, Maia e Viana do Castelo (Figura 45). No caso de Matosinhos as emissões têm o contributo significativo de vários sectores de atividade, enquanto que no caso da Maia a maior contribuição se deve principalmente ao

sector do Comércio/ Serviços e no concelho de Viana do Castelo as emissões atribuem-se maioritariamente ao sector da Produção de Eletricidade e Vapor.

Na Figura 46 e Figura 47 apresenta-se a espacialização do total das emissões estimadas para a região Norte, incluindo todos os sectores de atividade, desagregadas ao nível do concelho, para 2012 e 2013. Salienta-se que nestas figuras as emissões são apresentadas por unidade de área (kt/km<sup>2</sup>).

À semelhança de outros poluentes, o contributo mais significativo para as emissões de CO<sub>2</sub> por km<sup>2</sup> vem dos concelhos localizados no litoral, mais densamente povoados e com maior consumo de combustíveis (fósseis e biomassa).

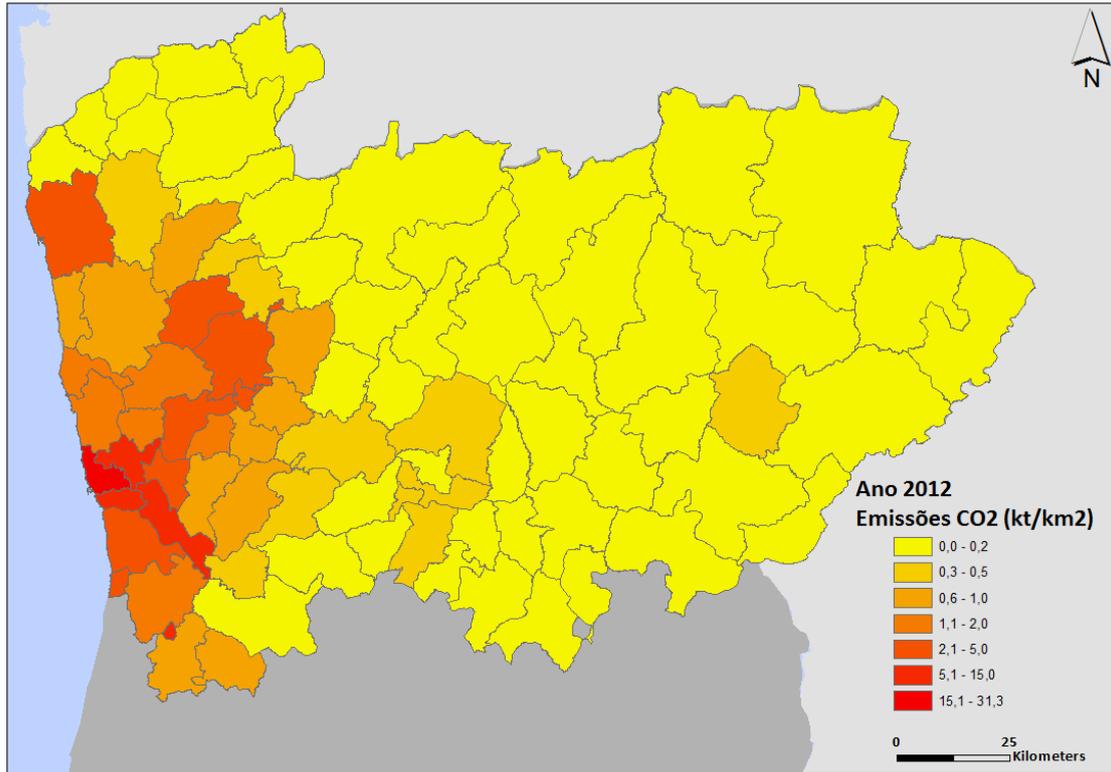


Figura 46. Espacialização das emissões de CO<sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2012

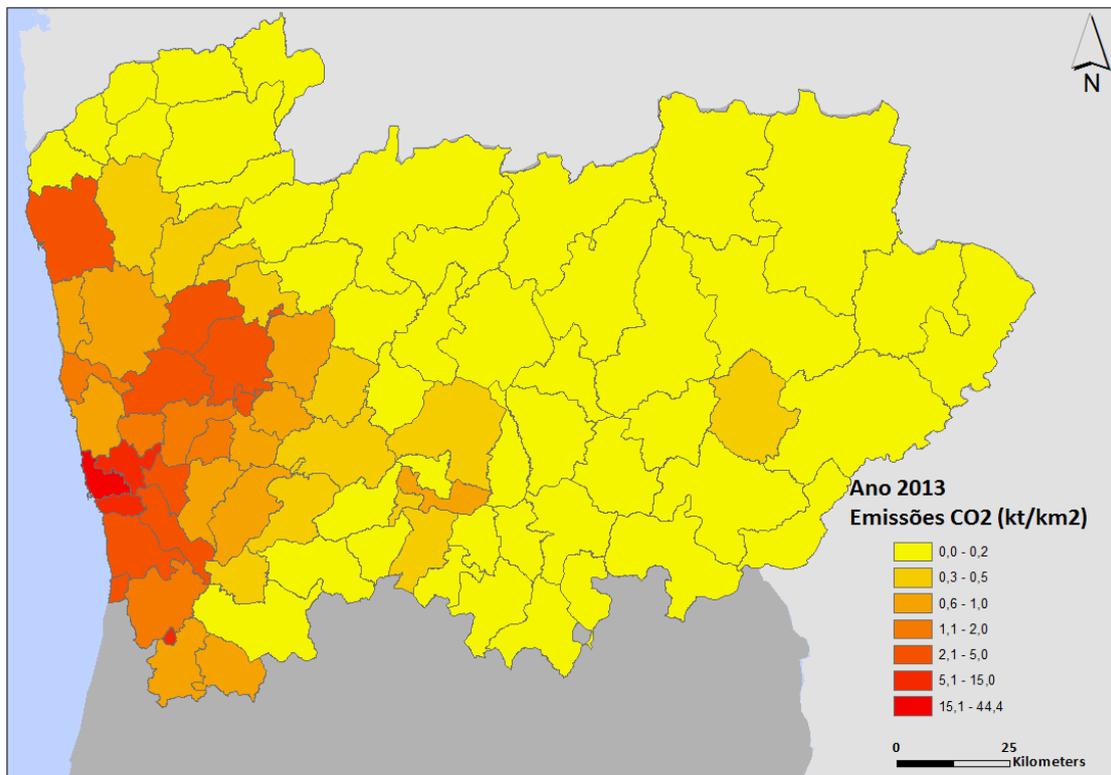


Figura 47. Espacialização das emissões de CO<sub>2</sub> estimadas por concelho da região Norte em 2013

## IV.6 Tendência evolutiva das emissões e apreciação global

Tendo em conta os resultados obtidos no presente inventário emissões da região Norte, bem como, no anterior, que abrangia o período de 2010 a 2011, importa fazer uma análise de tendência de emissões na região nestes últimos quatro anos e analisar as variações em cada sector de atividade.

A Figura 48 representa a evolução do total de emissões da região Norte entre 2010 e 2013. A Figura 49 representa esta mesma evolução mas dando a indicação do sector de atividade. A Figura 50 permite identificar quais os principais poluentes emitidos por cada sector de atividade em 2013. Por fim a Figura 51 representa a totalidade da informação por sector, poluente e ano.

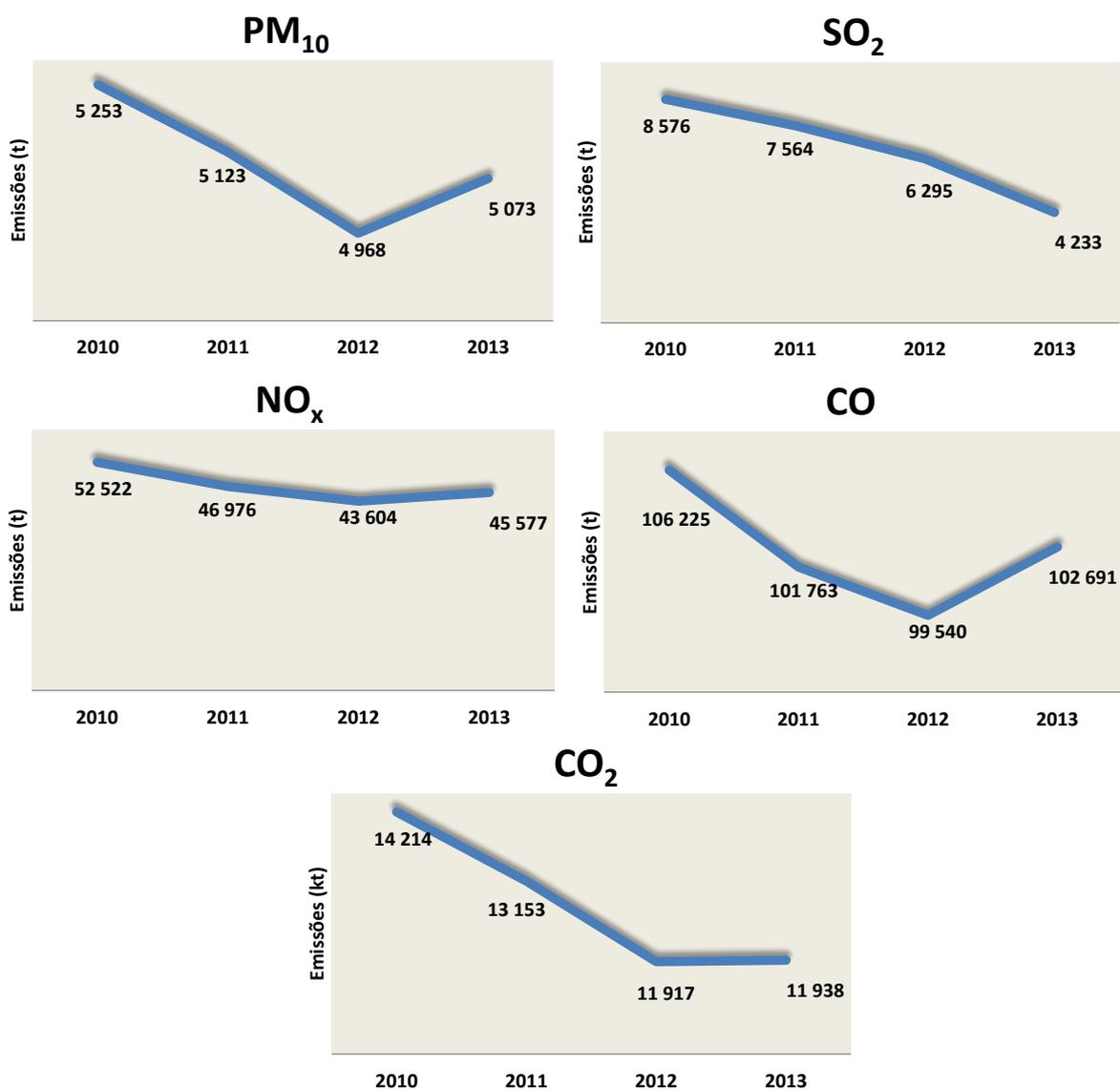


Figura 48. Evolução das emissões na região Norte por poluente no período 2010-2013

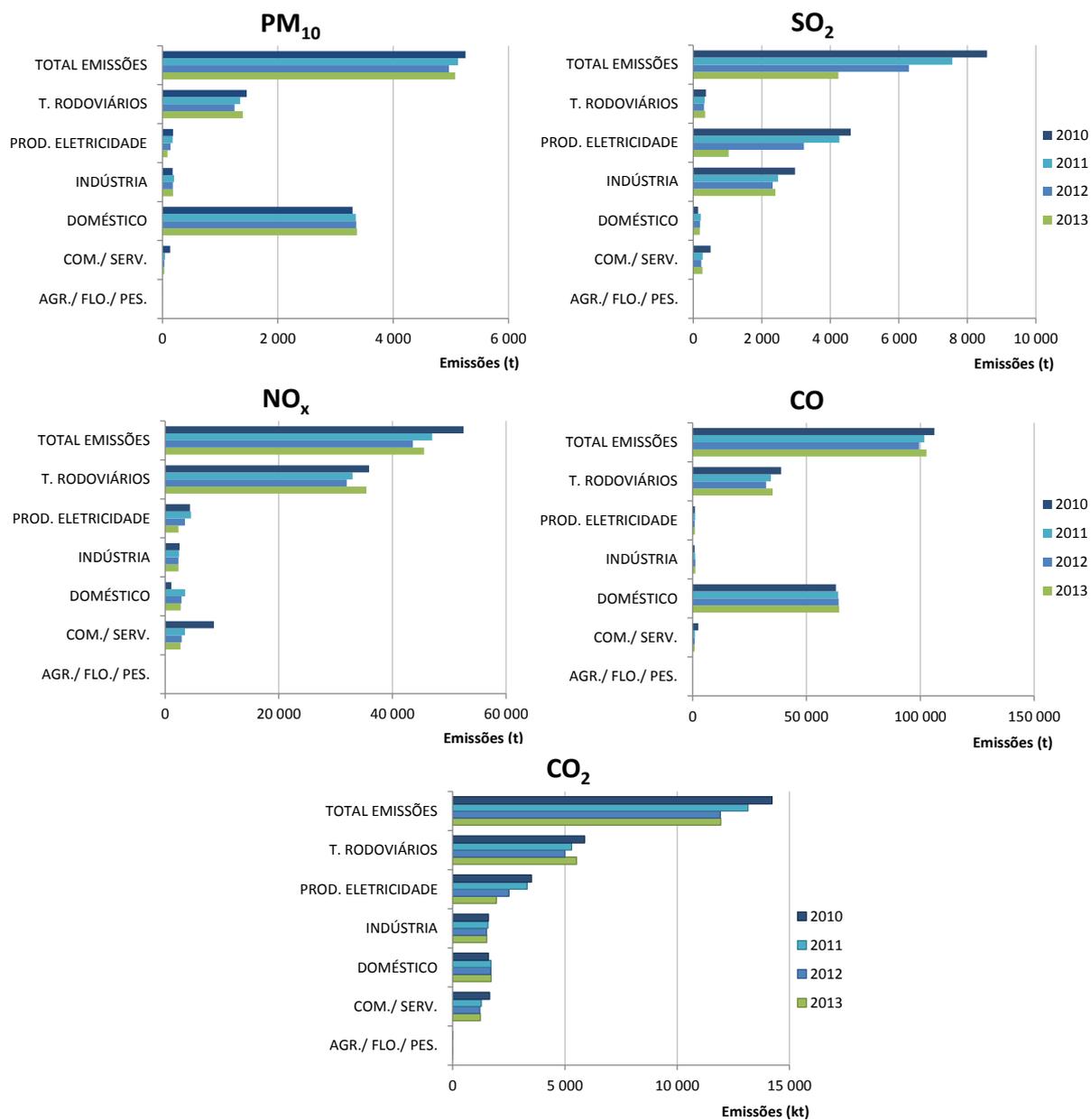
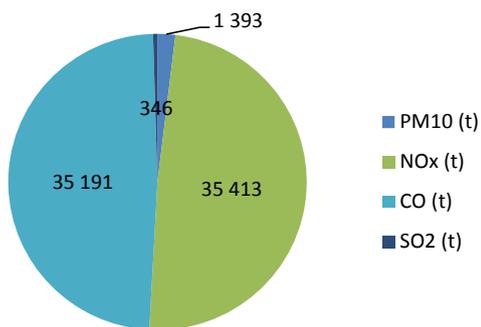
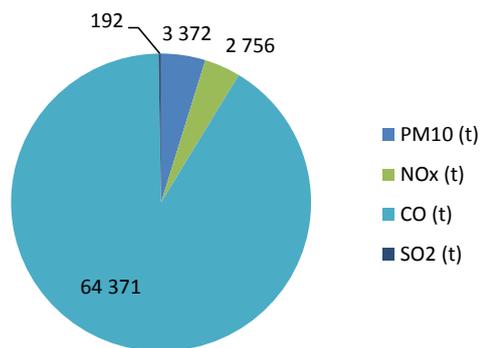


Figura 49. Resumo da estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano na região Norte

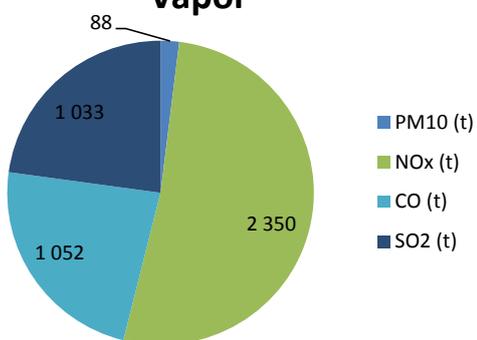
### Transportes Rodoviários



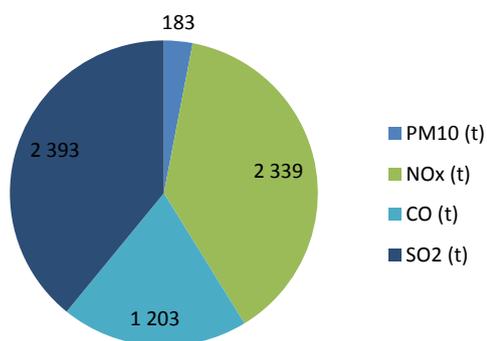
### Doméstico



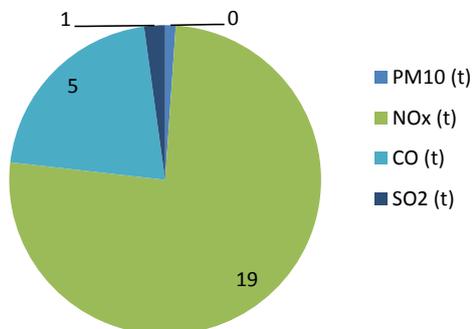
### Produção de Eletricidade e Vapor



### Indústria e Construção



### Agricultura/ Florestas/ Pescas



### Comércio/ Serviços

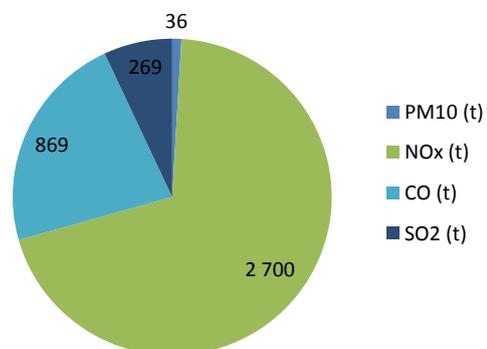
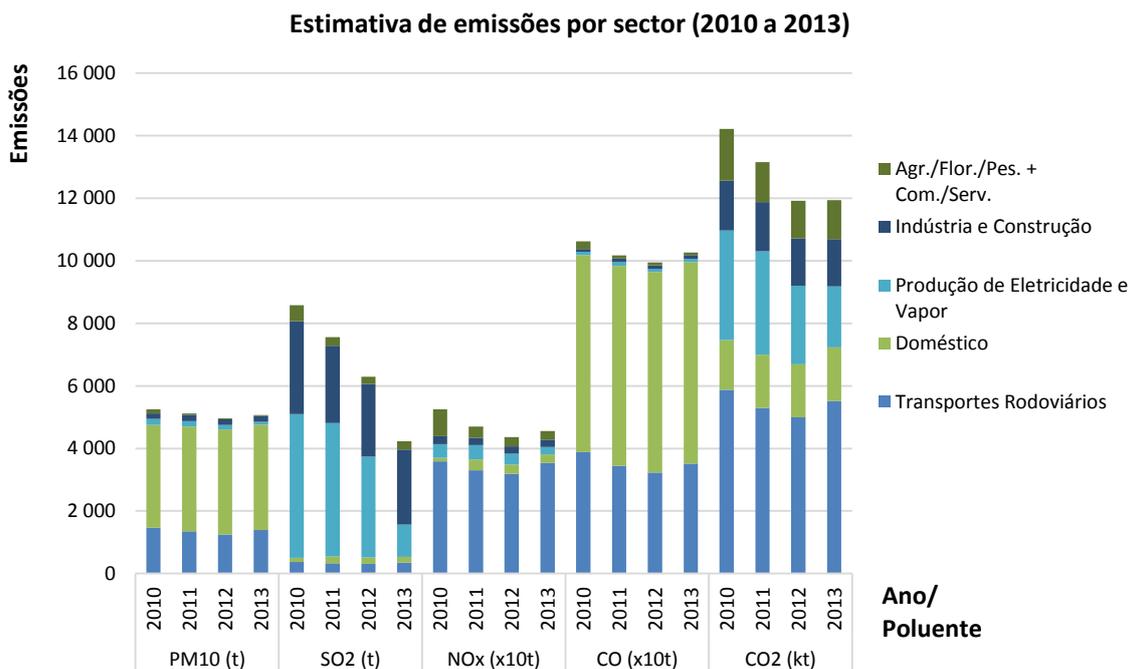


Figura 50. Resumo da estimativa de emissões em 2013 por sector de atividade na região Norte



**Figura 51. Resumo da estimativa de emissões por sector de atividade, poluente e ano na região Norte**

Através da Figura 48 verifica-se que todos os poluentes apresentaram uma tendência decrescente nas emissões de 2010 a 2012. Para a maioria dos poluentes esta tendência é invertida em 2013. A única exceção a este comportamento é o poluente SO<sub>2</sub>, para o qual a tendência decrescente ainda se intensifica em 2013, maioritariamente devido à substituição, em equipamentos de combustão estacionários, de combustíveis com elevado teor em enxofre como o fuelóleo pelo gás natural. Esta diminuição significativa deve-se ao sector da Produção de Eletricidade e Vapor (Figura 49). Com uma série temporal mais extensa, será possível no futuro aferir se esta tendência geral de decréscimo de emissões é sustentável, ou se 2013 representa um primeiro ano de uma tendência de aumento de emissões na região.

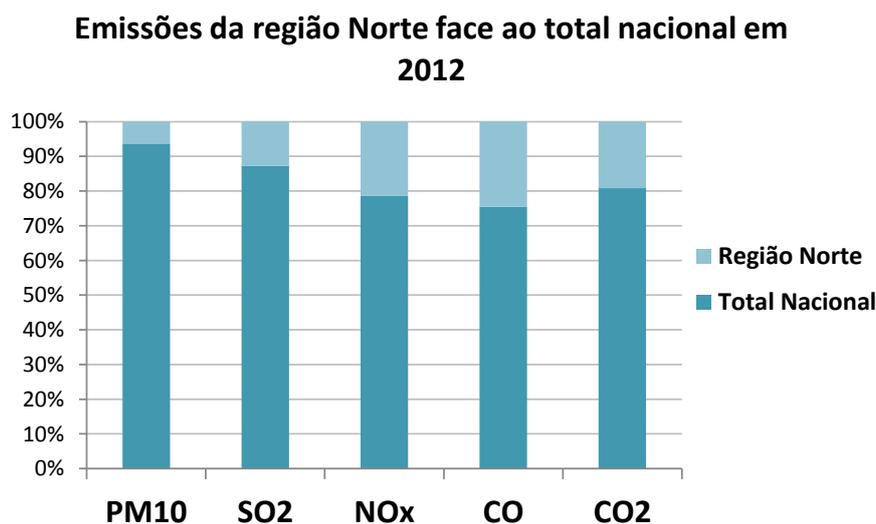
A Figura 49 e a Figura 50 permitem identificar os sectores que se destacam, face aos restantes, nas emissões mais significativas de cada poluente, verificando-se que:

- Os sectores Transportes Rodoviários, Doméstico e Produção de Eletricidade e Vapor apresentam as contribuições mais significativas para as emissões totais dos poluentes analisados;
- O sector da Indústria e Construção, apesar de não ser a maior fonte de emissão da região Norte, tem um peso relevante nas emissões de SO<sub>2</sub>. As emissões relativas ao Comércio/Serviços e Agricultura/ Florestas/ Pescas são menos significativas no âmbito setorial da região, para a maioria dos poluentes.
- Transportes Rodoviários: este sector contribui de forma muito significativa para as emissões de PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO e CO<sub>2</sub>;
- Indústria e Construção e Produção de Eletricidade e Vapor: ambos os sectores se destacam nas emissões de SO<sub>2</sub> e também de CO<sub>2</sub>;

- O sector Doméstico, nomeadamente por via da queima de biomassa lenhosa para aquecimento, tem um contributo muito significativo para a emissão de CO e PM<sub>10</sub>; As sub-regiões de Alto Trás-os-Montes, Tâmega e Grande Porto encabeçam a lista daquelas em que se estimaram maiores emissões de poluentes atmosféricos devido à utilização de lenha para aquecimento ambiente. A sub-região de Alto-Trás-os-Montes, apesar de apresentar uma baixa densidade habitacional face à realidade da Região Norte, é a que apresenta uma maior taxa de utilização de lenha para aquecimento por alojamento;
- As emissões de NO<sub>x</sub> têm apresentado uma tendência decrescente, contrariada em 2013 devido à contribuição significativa do sector dos Transportes Rodoviários (Figura 49);
- O decréscimo das emissões devidas ao sector dos Transportes Rodoviários foi ligeiro e gradual entre 2010 e 2012 (Figura 49), no entanto, em 2013 registou-se um aumento do consumo de combustível neste sector, causando um incremento nas emissões e uma diminuição do peso percentual de outros sectores (ex: Doméstico) face a este;
- As zonas densamente povoadas que constituem as aglomerações da região Norte, bem como as áreas urbanas envolventes, a par das áreas industrializadas do Grande Porto, Ave e Minho-Lima, sobressaem na contribuição relativa das emissões para o total da região Norte, para a maioria dos poluentes analisados.

Através da Figura 51 observa-se que o único poluente que, em 2013, manteve uma tendência decrescente das emissões foi o SO<sub>2</sub>. No que diz respeito ao CO<sub>2</sub>, as emissões aumentaram muito ligeiramente, seguindo-se as PM<sub>10</sub>, sendo que para os restantes poluentes esse aumento foi mais acentuado. Os aumentos verificados tiveram como principal causa a contribuição do sector dos transportes rodoviários.

A Figura 52 representa contribuição das emissões de poluentes atmosféricos calculadas para a região Norte face ao total nacional estimado para 2012 (APA, 2014a e APA, 2014b).



**Figura 52. Contribuição das emissões de poluentes atmosféricos da região Norte face ao total nacional (estimativas para 2012)**

Apesar da metodologia utilizada para estimar as emissões na região Norte ser distinta daquela utilizada à escala nacional, optou-se por apresentar a comparação de ambos os resultados. Através da Figura 52, verifica-se que o peso das emissões da região Norte face ao total nacional varia entre 7% (para as PM<sub>10</sub>) e 33% (para o CO), sendo de 24% no caso do gás de efeito de estufa CO<sub>2</sub>.

## V. Considerações Finais

O presente estudo permitiu atualizar e estimar as emissões de poluentes atmosféricos na região Norte em 2012 e 2013, seguindo as metodologias recomendadas para elaboração de inventários de emissões. Para tal recorreu-se a duas abordagens: top-down e bottom-up. Estas metodologias de cálculo incidiram na estimativa das emissões de PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>.

Em termos sectoriais estimaram-se emissões para os sectores de atividade de acordo com a sua relevância para as emissões de poluentes atmosféricos no contexto da região Norte: Transporte Rodoviário, Produção de Eletricidade e Vapor, Indústria e Construção, Comércio/ Serviços, Doméstico, Agricultura/ Florestas/ Pescas.

Em termos metodológicos destacam-se algumas das etapas do presente inventário:

- Para as estimativas de emissões efetuadas para cada sector de atividade pela metodologia top-down recorreu-se a dados de consumo de combustíveis por CAE da região, sendo aplicados os respetivos fatores de emissão;
- Para o cálculo das emissões dos sectores Produção de Eletricidade e Vapor e Indústria e Construção, pela abordagem bottom-up, optou-se por elaborar um inquérito a submeter a instalações previamente selecionadas. Os operadores industriais colaboraram ativamente, o que permitiu obter informação detalhada acerca do funcionamento das várias fontes poluentes existentes;
- Para efeitos de estimativa das emissões poluentes associadas ao sector dos Transportes Rodoviários, recorreu-se a duas metodologias distintas: uma metodologia genérica para os concelhos da região Norte, baseada nos dados de consumo de combustível por concelho e uma metodologia mais detalhada e específica para o concelho do Porto, baseada em dados de frota e nível de atividade (número e tipologias de veículos com base em contagens no terreno);
- Determinaram-se as emissões de poluentes no sector Doméstico decorrentes da atividade de utilização de lareiras para aquecimento, que tem vindo a ser evidenciada como uma fonte significativa por várias entidades.

Relativamente aos resultados obtidos de estimativa de emissões de poluentes atmosféricos na região Norte verificou-se que:

- Para o ano de 2013, o mais recente em termos de estimativas regionais de emissões, obtiveram-se as seguintes contribuições da região Norte por poluente: 4 233 t de SO<sub>2</sub>, 5 073 t de PM<sub>10</sub>, 45 577 t de NO<sub>x</sub>, 102 691 t de CO e 11 938 kt de CO<sub>2</sub>. Face às estimativas efetuadas a nível nacional, o peso das emissões da região Norte varia entre 7% (para as PM<sub>10</sub>) e 33% (para o CO), sendo de 24% no caso do gás de efeito de estufa CO<sub>2</sub>;
- Entre os anos 2010 e 2012 registou-se uma tendência generalizada de diminuição das emissões que foi contrariada em 2013. Neste último ano, registou-se um aumento das mesmas para a maioria dos poluentes, principalmente devido à contribuição do sector dos

Transportes Rodoviários (em 2013 ocorreu um aumento considerável no consumo de combustível neste sector);

- As emissões de SO<sub>2</sub> são uma exceção a este comportamento, decrescendo desde 2010, e de forma mais acentuada em 2013, principalmente como resultado da alteração de combustível em algumas fontes de combustão estacionárias de fuelóleo para gás natural;
- Os sectores Transportes Rodoviários, Doméstico e Produção de Eletricidade e Vapor apresentam as contribuições mais significativas para as emissões dos poluentes analisados;
- O sector da Indústria e Construção tem um peso relevante nas emissões de SO<sub>2</sub>;
- O sector Doméstico, nomeadamente no que diz respeito à queima de biomassa lenhosa, tem um contributo muito significativo para a emissão de CO e PM<sub>10</sub>;
- As emissões do sector dos Transportes Rodoviários destacam-se no caso dos poluentes NO<sub>x</sub> e CO<sub>2</sub>, seguidos do CO e PM<sub>10</sub> (o peso relativo deste setor nestes últimos poluentes está diluído pela contribuição da queima de lenha no setor Doméstico);
- As zonas densamente povoadas que constituem as aglomerações da região Norte, bem como as áreas urbanas envolventes, a par das áreas industrializadas do Grande Porto, Ave e Minho-Lima, sobressaem na contribuição relativa das emissões para o total da região Norte, para a maioria dos poluentes analisados.

Aquando da elaboração do presente inventário foram identificados aspetos passíveis de ser mais profundamente explorados, no âmbito de desenvolvimentos futuros. A região Norte é extensa, contendo importantes zonas industrializadas e aglomerados urbanos densamente povoados. Assim, no âmbito do inventário de emissões da região Norte, seria interessante dar continuidade ao desenvolvimento dos seguintes aspetos:

- Proceder à estimativa de emissões bottom-up para outras instalações industriais, promovendo uma maior representatividade regional e sectorial;
- Aproveitar o canal de comunicação criado entre CCDR-N e operadores industriais inquiridos, que colaboraram e responderam aos inquéritos em tempo útil e com informação valiosa, para futuras melhorias na estimativa de emissões ou noutros aspetos relacionados com as emissões atmosféricas;
- Desenvolver fatores de emissão para as principais fontes estacionárias da região, tendo em conta as especificidades do seu funcionamento. Este procedimento permitiria melhorar significativamente a estimativa de emissões bottom-up, bem como facilitar/acelerar o desenvolvimento de futuros inventários de emissões da região.

## VI. Referências bibliográficas

- APA, 2012a. National Inventory Report.
- APA, 2012b. Portuguese Informative Inventory Report 1990 – 2010 - Submitted under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Amadora. Maio de 2012.
- APA, 2014a. IIR.
- APA, 2014b. NIR.
- ASF/ ISP, 2014. Parque Automóvel Seguro. Disponível em: <http://www.isp.pt/NR/exeres/7D383D46-9431-416E-98C7-395B0A9E7080.htm>
- Basur S. V., 2002. *Air Pollution from wood-burning fireplaces and stove*. Medical Officer of Health.
- Core, J.E., Cooper, J.A., Neulicht, R.M., (1984), *Current and projected impacts of residential wood combustion on Pacific Northwest air quality*. J. Air Pollut. Control Assoc. 34, 138–143.
- Câmara Municipal do Porto (2007), *Mobilidade na Cidade do Porto - Análise das deslocações em transporte individual*. Setembro de 2007.
- CITEPA, 2005. *Wood Combustion in Domestic Appliances. Synopsis sheet wood domestic appliances*. Final Background Document. Prepared in the framework of EGTEI. Prepared by CITEPA. Paris.
- DGEG, 2014a. *Vendas de Produtos de Petróleo no Mercado Interno em 2012 e 2013*.
- DGEG, 2014b. *Consumo de Gás Natural no Mercado Interno em 2012 e 2013*.
- DGEG/INE, 2011. *Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico*. ISSN 2182-0139. Edição 2011.
- Diário da República, 2008. Despacho n.º 17313/2008.
- Duarte, M., 2011. *Emissões de compostos carbonosos pela queima doméstica de biomassa*, Dissertação de Márcio Alexandre Correia Duarte apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.
- EMEP/CORINAIR, 2002. *Emission Inventory Guidebook - 3rd edition*.
- EMEP/EEA, 2009. *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook — 2009 (Update May 2012) – disponível em: <http://eea.europa.eu/emep-eea-guidebook>*
- Ferreira, M., 2012. *Consumo Doméstico de Biomassa Lenhosa e Emissões Atmosféricas na Cidade de Bragança*, Dissertação de Marta Catarina Couto Ferreira apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental.
- Gelencsér, A., May, Simpson, B., Sánchez-Ochoa, D., Kasper-Gield, A., Puxbaum, A., Caseiro, A., Pio, C., Legrand, M., (2007), *Source apportionment of PM<sub>2,5</sub> organic aerosol over europe: primary/ secondary. natural antropogénic, fossil/biogénic origin*. Journal of Geophysical Research 112, D23S04.
- Gonçalves, C., Alves C., Pio C., 2012. *Inventory of fine particulate organic compound emissions from residential wood combustion in Portugal*. Atmospheric Environment, 50, 297-306.
- Gonçalves, L., 2008. *Impacto da Combustão Doméstica na Qualidade do Ar*, Dissertação de Lina Pereira Gonçalves apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.
- IPCC, 1996. *Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

- IPCC, 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
- INE, 2011a. Anuário estatístico regional 2010 e 2011.
- INE, 2011b. Estatísticas dos Transportes 2011. Instituto Nacional de Estatística. Disponível em: <http://www.ine.pt>
- INE, 2012. Censos 2011 – Recenseamento Geral da população e da Habitação. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, 2012.
- INE, 2014. Anuário estatístico regional 2012 e 2013.
- Krecl, P., Larson, E., H., Strom, J., Johanson, C., (2008), *Contribution of residential wood combustion and other sources to hourly winter aerosol in Northern Sweden determined by positive matrix factorization*, Atmospheric Chemistry and Physics, 8, 3639 - 3653.
- Universidade de Aveiro (2008), Inventário de Emissões Poluentes Atmosféricos da Região Norte - Relatório R3. AMB – QA – 06/2008. Outubro de 2008.
- Universidade de Aveiro (2009), Melhoria do Actual Inventário de Emissões Poluentes da Região Norte - Relatório Final. AMB – QA – 09/2009. Julho de 2009.
- AP42, USEPA, 1995, 1996, 2009. Compilation of Air Pollutant Emission Factors.
- Puxbaum, H., Caseiro, A., Sánchez-Ochoa, A., Clayes, Gelencsér, M., Legrand, A. M., Preunkert S., Pio, C., (2007). *J. Geophys. Res.* 112, D23S05.

## Anexo I – Zonas NUT da região Norte

NUTIII	Concelho	Área (Km <sup>2</sup> )	NUTIII	Concelho	Área (Km <sup>2</sup> )
Grande Porto	Espinho	21	Douro	Alijó	298
	Gondomar	132		Armamar	117
	Maia	83		Carrazeda de Ansiães	279
	Matosinhos	62		Freixo de Espada à Cinta	244
	Porto	41		Lamego	165
	Póvoa de Varzim	82		Mesão Frio	27
	Santo Tirso	137		Moimenta da Beira	220
	Trofa	72		Murça	189
	Valongo	75		Penedono	134
	Vila do Conde	149		Peso da Régua	95
	Vila Nova de Gaia	169		Sabrosa	157
<b>Grande Porto Total</b>	<b>1 023</b>		Santa Marta de Penaguião	69	
Alto-Trás-os-Montes	Alfândega da Fé	322	São João da Pesqueira	266	
	Boticas	322	Sernancelhe	229	
	Bragança	1 174	Tabuaço	134	
	Chaves	591	Tarouca	100	
	Macedo de Cavaleiros	699	Torre de Moncorvo	532	
	Miranda do Douro	487	Vila Nova de Foz Côa	398	
	Mirandela	659	Vila Real	379	
	Mogadouro	761	<b>Douro Total</b>	<b>4 032</b>	
	Montalegre	806	Entre-Douro e Vouga	Arouca	329
	Ribeira de Pena	218		Oliveira de Azeméis	161
	Valpaços	549	Santa Maria da Feira	216	
Vila flor	266	São João da Madeira	8		
Vila Pouca de Aguiar	437	Vale de Cambra	147		
Vimioso	482	<b>Entre-Douro e Vouga Total</b>	<b>861</b>		
Vinhais	695	Minho-Lima	Arcos de Valdevez	448	
<b>Alto-Trás-os-Montes Total</b>	<b>8 466</b>		Caminha	137	
Ave	Cabeceiras de Basto	242	Melgaço	238	
	Fafe	219	Monção	211	
	Guimarães	241	Paredes de Coura	138	
	Mondim de Basto	172	Ponte da Barca	182	
	Póvoa de Lanhoso	133	Ponte de Lima	320	
	Vieira do Minho	218	Valença	117	
	Vila Nova de Famalicão	202	Viana do Castelo	319	
	Vizela	25	Vila Nova de Cerveira	109	
	<b>Ave Total</b>	<b>1 451</b>	<b>Minho-Lima Total</b>	<b>2 219</b>	

NUTIII	Concelho	Área (Km2)	NUTIII	Concelho	Área (Km2)
Tâmega	Amarante	301	Cávado	Amares	82
	Baião	175		Barcelos	379
	Castelo de Paiva	115		Braga	183
	Celorico de Basto	181		Esposende	95
	Cinfães	239		Terras de Bouro	278
	Felgueiras	116		Vila Verde	229
	Lousada	96		<b>Cávado Total</b>	<b>1 246</b>
	Marco de Canaveses	202			
	Paços de Ferreira	71			
	Paredes	157			
	Penafiel	212			
	Resende	123			
<b>Tâmega Total</b>	<b>1 988</b>				
<b>Total</b>					<b>21 286 km<sup>2</sup></b>

## Anexo II – Inquérito aos operadores industriais da região Norte

### Metodologia

O inquérito efetuado no âmbito do inventário de emissões relativo aos anos de 2012 e 2013 baseou-se na versão efetuada anteriormente para o inventário anterior relativo aos anos de 2010 e 2011, já que consistiu num método que se revelou eficaz e adequado face ao pretendido.

O inquérito foi delineado com o objetivo de recolher toda a informação necessária para a estimativa de emissões bottom-up do inventário, tendo em atenção que não deveria ser demasiado extenso, ou conter informação ambígua, de difícil interpretação, que pudesse levar a um preenchimento incorreto e potenciar um baixo número de respostas.

Apresenta-se de seguida a estrutura do inquérito e as etapas de seleção das empresas consideradas no âmbito do inventário efetuado para os anos de 2010 e 2011. O inquérito então efetuado foi organizado em três capítulos, tendo em consideração a informação necessária para a estimativa de emissões, tal como indicado na Tabela 22.

**Tabela 22. Estrutura do inquérito a enviar às principais empresas da região Norte**

Capítulo	Subcapítulo	Informação Necessária
Identificação da Empresa	-	Dados gerais sobre a empresa como morada, contacto e classificação de atividade económica (CAE).
Processo Produtivo	Descrição Geral	Descrição do processo produtivo e respetivo diagrama de processo.
	Quantidades Consumidas/ Produzidas	Total de matérias-primas consumidas e materiais produzidos na instalação.
Equipamentos e Chaminés	Equipamentos	Características de funcionamento dos equipamentos, nomeadamente: combustível utilizado, horas de funcionamento, especificações técnicas e processos associados.
	Chaminés	Dados referentes aos pontos de emissão, nomeadamente no que concerne à ligação entre equipamento e fontes e à existência de sistemas de tratamento de emissões.

O inquérito foi construído em software Microsoft Excel para facilitar o preenchimento da informação por parte do operador da instalação, bem como, possibilita uma melhor interação com as folhas de cálculo de emissões atmosféricas. Juntamente ao inquérito foi enviado um exemplo de preenchimento para facilitar a compreensão da informação pedida e assim diminuir a possibilidade de erros bem como o tempo de resposta.

Após a elaboração do inquérito foi necessário definir uma lista de instalações às quais enviar o documento. Esta lista deveria conter as instalações com maior potencial para emitir poluentes para a

atmosfera mas também favorecer uma representatividade sectorial abrangente. Em termos gerais adotaram-se os seguintes critérios na escolha das instalações a inquirir:

- Existência de Licença Ambiental;
- Impacto espectável do sector nas emissões da região;
- Previsível ligação do sector/instalação a problemas de qualidade do ar da região;
- Número de pontos/fontes de emissão (identificadas *à priori* e potenciais).

A partir destes critérios foi criada uma lista com cerca de 56 instalações, identificadas pelos elementos da equipa da CCDR-N e da FCT/UNL. Os inquéritos foram enviados por ofício às empresas seleccionadas. Obteve-se uma taxa de resposta de 100%. Foi analisada a totalidade dos dados recebidos e efetuada uma triagem segundo os critérios seguintes:

- Qualidade da resposta;
- Necessidade de abranger um maior número de sectores de atividade possível dando especial enfoque aos sectores com maior representatividade na região.

No final foram apuradas 15 empresas, representativas dos nove sectores de atividade mais representativos da região:

- Indústria Alimentar e de Bebidas;
- Indústria da Pasta e Papel;
- Indústria Têxtil;
- Indústria Metalúrgica de Base;
- Produção de Vidro;
- Fabrico de Mobiliário;
- Refinação de Produtos Petrolíferos;
- Produção de Eletricidade e Vapor;
- Tratamento e Eliminação de Resíduos.

Para os anos de 2012 e 2013, foram contactadas as mesmas 15 empresas e os operadores inquiridos puderam avaliar se ocorreram alterações face ao reportado no inquérito anterior, ao nível do processo produtivo ou dos equipamentos indicados. Caso não tenham havido alterações ao processo produtivo ou equipamentos, os operadores apenas necessitaram de efetuar à atualização das quantidades de matérias-primas e produtos; caso tenham ocorrido alterações ao processo produtivo ou equipamentos solicitou-se aos operadores que preenchessem o inquérito na sua versão completa.

É de salientar que algumas empresas enviaram informação referente às instalações de Produção de Eletricidade e Vapor que se encontram associadas à unidade industrial principal mas que, em alguns casos, são uma entidade fiscal diferente. Para esses casos as emissões foram estimadas conjuntamente para as duas instalações sendo, no entanto, os resultados reportados em sectores de atividade distintos.

## Inquérito efetuado aos operadores industriais da região Norte

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	
Nome da Empresa	
Nome da Unidade	
Morada	
Contacto	
Nome:	
Telefone:	
Email:	
Classificação da Actividade Económica (CAE)	

PROCESSO PRODUTIVO
Descrição Geral
Descrição do Processo Produtivo
Diagrama do Processo Produtivo

### Quantidades Consumidas / Produzidas

Incluir também nesta tabela o consumo de combustíveis.

	Material	Quantidade Real (anual)		Unidade	Observações
		2010	2011		
Matérias Primas					
Produtos					

## EQUIPAMENTOS E CHAMINÉS

### Equipamentos

#### Equipamentos de Combustão

Equipamentos Associados à queima de combustível.

Designação	Tipo	Especificações Técnicas	Processos Associados	Potência Térmica (MWth)	Horas Funcionamento (h/ano)		Tipo de Combustível			Consumo de Combustível (anual)				
					2010	2011	Designação	PCI (MJ/kg)	Teor de Enxofre (%)	2010	2011	Unidade	Observações	

Tipo - exemplos: Caldeira, Forno e Motor.

Especificações Técnicas - informação sobre o número e posição dos queimadores (ex:wall, tangencial, bottom firing) e tipo de caldeira (ex: grelha, leito fluidizado).

Processos Associados - indicar processos de fabrico associados ao equipamento de combustão, por exemplo produção de vapor.

#### Outros Equipamentos

Outros equipamentos suscetíveis de provocar emissões para a atmosfera.

Designação	Tipo	Processos Associados	Funcionamento	Nível de Actividade (anual)			Observações
			Total de Horas (h/ano)	2010	2011	Unidade	

Tipo - exemplos: estufa, secador, granulador.

Processos Associados - indicar processos de fabrico associados ao equipamento, por exemplo secagem de peças.

### Chaminés

Designação	Equipamentos / Processos Associados	Equipamentos de Tratamento de Emissões	Observações

Equipamentos / Processos Associados - fazer ligação aos equipamentos apresentados nas duas tabelas anteriores.

Equipamentos de Tratamento de Emissões - exemplo: filtros de mangas.

## Anexo III – Emissões por concelho

Emissões (t) por concelho nos anos de 2012 e 2013										
Poluente/Ano	PM <sub>10</sub>		SO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		CO		CO <sub>2</sub>	
Concelhos	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
<b>Grande Porto Total</b>	<b>1 303</b>	<b>1 407</b>	<b>4 985</b>	<b>3 490</b>	<b>22 602</b>	<b>24 839</b>	<b>26 581</b>	<b>29 738</b>	<b>6 156 853</b>	<b>6 147 097</b>
Espinho	20	19	3	3	199	187	526	516	46 416	44 388
Gondomar	108	109	18	16	2 120	1 390	2 964	2 947	1 218 854	486 626
Maia	117	117	278	275	2 203	2 211	2 904	2 916	917 379	918 471
Matosinhos	366	498	3 963	2 658	7 238	10 885	5 822	9 385	1 952 247	2 771 403
Porto	108	108	227	177	2 617	2 695	1 731	1 777	434 918	446 938
Póvoa de Varzim	42	41	7	6	588	546	1 039	980	112 737	106 550
Santo Tirso	98	82	149	28	1 855	1 452	2 049	1 793	334 543	272 444
Trofa	37	38	6	6	424	434	812	817	96 853	98 071
Valongo	78	76	12	11	1 055	994	1 954	1 886	199 970	188 663
Vila do Conde	67	63	16	8	741	644	1 494	1 361	161 117	143 629
Vila Nova de Gaia	261	256	306	302	3 563	3 401	5 288	5 360	681 819	669 915
<b>Ave Total</b>	<b>578</b>	<b>578</b>	<b>494</b>	<b>138</b>	<b>4 105</b>	<b>4 182</b>	<b>11 724</b>	<b>11 947</b>	<b>1 246 285</b>	<b>1 263 447</b>
Cabeceiras de Basto	44	46	3	3	118	138	846	865	34 194	37 341
Fafe	100	99	10	10	579	523	1 965	1 938	139 245	134 666
Guimarães	174	169	162	28	1 861	1 800	3 689	3 639	540 132	532 591
Mondim de Basto	21	21	1	1	57	56	388	390	16 418	16 390
Póvoa de Lanhoso	40	41	2	2	53	72	767	780	26 884	29 405
Vieira do Minho	34	34	2	2	55	50	649	642	22 297	21 469
Vila Nova de Famalicão	138	148	100	67	1 124	1 336	2 990	3 244	372 412	414 901
Vizela	27	21	214	24	260	207	432	449	94 704	76 685
<b>Minho-Lima Total</b>	<b>345</b>	<b>351</b>	<b>271</b>	<b>253</b>	<b>2 431</b>	<b>2 404</b>	<b>6 176</b>	<b>6 236</b>	<b>976 285</b>	<b>1 033 862</b>
Arcos de Valdevez	40	41	4	4	188	216	796	810	46 330	50 458
Caminha	13	12	3	1	132	71	264	252	19 730	15 695
Melgaço	8	7	2	2	77	59	145	140	9 552	8 736
Monção	16	17	1	2	90	113	295	307	19 729	22 502
Paredes de Coura	10	10	1	1	32	35	215	219	9 864	10 194
Ponte da Barca	23	23	1	1	54	57	444	446	18 370	18 992
Ponte de Lima	60	60	8	8	403	402	1 211	1 224	78 986	79 127
Valença	9	9	2	2	100	83	169	169	16 396	15 697
Viana do Castelo	162	167	248	232	1 308	1 329	2 524	2 553	745 781	800 775
Vila Nova de Cerveira	6	5	1	1	47	38	114	116	11 547	11 685
<b>Cávado Total</b>	<b>477</b>	<b>475</b>	<b>171</b>	<b>97</b>	<b>4 486</b>	<b>4 343</b>	<b>10 528</b>	<b>10 247</b>	<b>971 499</b>	<b>941 269</b>
Amares	31	30	3	2	116	96	595	586	28 047	25 791
Barcelos	131	119	84	20	1 360	1 055	2 772	2 580	322 112	271 978
Braga	176	188	34	33	2 077	2 333	4 204	4 165	434 206	463 222
Esposende	37	37	36	28	206	208	829	828	55 063	56 608
Terras de Bouro	18	18	1	1	37	36	351	351	13 265	13 080
Vila Verde	85	83	14	12	691	614	1 777	1 737	118 805	110 591
<b>Tâmega Total</b>	<b>671</b>	<b>665</b>	<b>160</b>	<b>104</b>	<b>3 731</b>	<b>3 536</b>	<b>13 793</b>	<b>13 605</b>	<b>865 393</b>	<b>830 220</b>

Emissões (t) por concelho nos anos de 2012 e 2013										
Poluente/Ano	PM <sub>10</sub>		SO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		CO		CO <sub>2</sub>	
Concelhos	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Amarante	79	76	92	40	428	387	1 606	1 560	104 173	91 722
Baião	37	37	2	2	64	58	689	684	26 722	25 503
Castelo de Paiva	31	31	3	3	153	153	648	657	35 536	36 173
Celorico de Basto	53	53	3	3	91	94	994	999	35 769	36 454
Cinfães	44	44	2	2	76	71	831	826	29 059	28 274
Felgueiras	59	59	6	6	384	387	1 170	1 179	82 683	83 284
Lousada	50	52	7	7	414	427	1 058	1 066	75 762	79 611
Marco de Canaveses	88	88	11	12	398	369	1 833	1 811	98 394	95 191
Paços de Ferreira	61	58	10	9	691	616	1 408	1 306	123 802	111 126
Paredes	68	67	9	7	491	446	1 541	1 499	122 555	114 603
Penafiel	73	73	14	14	476	465	1 494	1 501	110 415	108 597
Resende	27	27	2	2	67	61	522	516	20 523	19 680
<b>Entre-Douro e Vouga Total</b>	<b>493</b>	<b>494</b>	<b>99</b>	<b>53</b>	<b>2 227</b>	<b>2 221</b>	<b>10 001</b>	<b>10 034</b>	<b>659 261</b>	<b>657 265</b>
Arouca	56	56	4	5	156	140	1 067	1 061	45 369	43 413
Oliveira de Azeméis	140	142	11	13	482	503	2 755	2 757	154 285	156 211
Santa Maria da Feira	211	211	59	18	1 041	1 050	4 433	4 495	312 692	313 819
São João da Madeira	25	24	13	12	265	238	550	525	58 242	53 909
Vale de Cambra	61	61	12	5	283	290	1 195	1 196	88 674	89 913
<b>Alto-Trás-os-Montes Total</b>	<b>661</b>	<b>658</b>	<b>70</b>	<b>57</b>	<b>2 205</b>	<b>2 117</b>	<b>12 244</b>	<b>12 253</b>	<b>586 567</b>	<b>574 826</b>
Alfândega da Fé	32	32	5	5	399	400	679	681	69 656	69 686
Boticas	18	18	2	2	37	32	340	337	12 570	12 088
Bragança	96	92	16	14	602	496	1 738	1 702	126 908	111 807
Chaves	91	92	7	7	352	364	1 708	1 707	88 922	90 540
Macedo de Cavaleiros	54	54	6	4	67	68	975	977	32 447	32 312
Miranda do Douro	29	29	2	2	61	66	523	530	19 324	20 389
Mirandela	62	63	12	7	185	205	1 138	1 166	55 840	58 897
Mogadouro	40	40	3	3	58	57	726	727	24 767	24 448
Montalegre	37	37	3	3	85	91	678	682	25 280	26 183
Ribeira de Pena	22	22	1	1	46	35	420	413	15 179	14 517
Valpaços	58	59	4	3	103	102	1 081	1 085	36 406	36 550
Vila flor	24	24	3	2	53	39	437	428	17 665	15 083
Vila Pouca de Aguiar	37	38	3	3	96	97	701	702	29 687	29 839
Vimioso	20	20	1	1	25	25	363	372	11 106	11 477
Vinhais	40	41	2	2	36	39	739	742	20 809	21 011
<b>Douro Total</b>	<b>440</b>	<b>445</b>	<b>44</b>	<b>41</b>	<b>1 816</b>	<b>1 936</b>	<b>8 491</b>	<b>8 632</b>	<b>455 348</b>	<b>489 886</b>
Alijó	31	31	7	3	89	86	584	588	26 668	24 629
Armamar	17	17	2	2	114	115	295	294	19 112	19 484
Carrazeda de Ansiães	21	22	1	1	41	48	402	407	13 576	14 726
Freixo de Espada à Cinta	13	13	1	1	18	18	228	229	8 186	8 027
Lamego	43	43	4	3	200	184	912	888	51 898	49 249
Mesão Frio	8	8	1	1	35	30	154	148	8 273	7 547
Moimenta da Beira	24	24	2	2	103	87	476	474	25 320	23 258

<b>Emissões (t) por concelho nos anos de 2012 e 2013</b>										
<b>Poluente/Ano</b>	<b>PM<sub>10</sub></b>		<b>SO<sub>2</sub></b>		<b>NO<sub>x</sub></b>		<b>CO</b>		<b>CO<sub>2</sub></b>	
<b>Concelhos</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Murça	17	16	2	1	88	64	316	307	16 976	15 207
Penedono	8	8	0	0	19	17	162	160	6 390	6 122
Peso da Régua	23	24	2	2	114	155	454	485	28 211	48 173
Sabrosa	14	14	1	1	17	22	273	277	8 390	9 028
Santa Marta de Penaguião	15	15	1	1	26	24	291	290	10 656	10 315
São João da Pesqueira	22	22	1	1	57	54	400	403	15 556	15 609
Sernancelhe	16	16	1	1	24	30	311	313	10 132	10 751
Tabuaço	14	14	1	1	6	8	254	258	6 397	6 871
Tarouca	18	18	1	1	81	76	336	338	18 446	17 911
Torre de Moncorvo	25	26	2	2	49	75	452	465	15 487	19 062
Vila Nova de Foz Côa	19	19	1	1	49	44	350	347	14 807	14 287
Vila Real	93	97	14	15	687	798	1 842	1 961	150 866	169 629
<b>Total</b>	<b>4 968</b>	<b>5 073</b>	<b>6 295</b>	<b>4 233</b>	<b>43 604</b>	<b>45 577</b>	<b>99 540</b>	<b>102 691</b>	<b>11 917 489</b>	<b>11 937 871</b>