

INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA REGIÃO NORTE | 2014 - 2018

Abril 2021



NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL
SCIENCES AND ENGINEERING

Título	INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA REGIÃO NORTE 2014 - 2018
Data	Abril 2021
CCDR-N	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N) 
FCT NOVA	NOVA School of Science and Technology (Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa - FCT NOVA) 
Equipa técnica	Francisco Ferreira (FCT NOVA – Interlocutor científico e coordenação geral) Hugo Maciel (FCT/NOVA – Equipa técnica) Joana Monjardino (FCT/NOVA – Equipa técnica) João Rodrigues (FCT/NOVA – Equipa técnica)

Índice

1	Objeto	6
2	Enquadramento	7
3	Metodologia	8
3.1	Âmbito, Poluentes e Sectores de Atividade	8
3.1.1	Âmbito Geográfico	8
3.1.2	Âmbito temporal	11
3.1.3	Poluentes atmosféricos	11
3.1.4	Sectores de atividade	11
3.2	Processo de elaboração do inventário e fontes de informação	12
3.3	Abordagens metodológicas para a estimativa das emissões	13
3.4	Abordagem <i>top-down</i> multisectorial	15
3.4.1	Poder Calorífico Inferior	17
3.4.2	Fatores de emissão	17
3.4.3	Nível de atividade	19
3.5	Abordagem <i>bottom-up</i> no sector Industrial	20
3.5.1	Recolha de informação de base	20
3.5.2	Estimativa de emissões	22
3.5.3	Estimativas com base em dados de Monitorização	23
3.5.4	Estimativas com base em Fatores de Emissão	23
3.5.5	Estimativas com base em Balanços de Massa	26
3.6	Abordagem <i>bottom-up</i> no sector do Transporte Rodoviário	27
3.6.1	Recolha de informação de base	27
3.6.2	Estimativa de emissões	27
3.7	Abordagem <i>bottom-up</i> no sector do Transporte Marítimo	28
3.7.1	Recolha de informação de base	28
3.7.2	Estimativa de emissões	31
3.8	Abordagem <i>bottom-up</i> no sector do Transporte Aéreo	36
3.9	Alocação espacial de emissões	36
4	Fontes emissões de poluentes atmosféricos	40
5	Resultados	42
5.1	Evolução das variáveis de atividade entre 2014 e 2018	42
5.1.1	Consumo de energia final	42
5.1.2	Outras variáveis de atividade	47
5.2	Emissões de poluentes atmosféricos	48
6	Considerações finais	58
7	Referências bibliográficas	59

Índice de Figuras

Figura 1. Âmbito geográfico do inventário de emissões atmosféricas da região Norte: representação de zonas, aglomerações e concelhos (dados de população residente em 2018, Fonte: PORDATA, 2019)	9
Figura 2. Processo para realização do inventário regional de emissões de poluentes atmosféricos	12
Figura 3. Representação do inquérito base endereçado aos operadores industriais da região Norte	21
Figura 8. Representação da localização dos Portos da região Norte: (a) vista geral, (b) Porto de Viana do Castelo, (c) Porto de Leixões e (d) Via Navegável do Douro (imagens <i>Google Earth</i> , 2018)	29
Figura 9. Distribuição dos movimentos de navios nos portos da região Norte, entre 2014 e 2018 (%)	30
Figura 10. Duração média (h) das fases de viagem na área de jurisdição da APDL no período de 2014 a 2018..	33
Figura 11. Localização das instalações a considerar no cálculo de emissões da região Norte pela abordagem <i>bottom-up</i>	37
Figura 12. Representação da extensão da Via Navegável do Douro e respetivos concelhos localizados na margem direita e esquerda do Rio Douro, até ao Porto de Régua-Lamego	38
Figura 13. Representação da área ocupada pelas infraestruturas aeroportuárias do Aeroporto Francisco Sá Carneiro	39
Figura 14. Consumo de combustível na região Norte por sector de atividade entre 2014 e 2018 (GJ)	43
Figura 15. Consumo sectorial de combustível na região Norte entre 2014 e 2018	43
Figura 16. Consumo de combustível na região Norte por sector em 2014 e 2018 (%)	43
Figura 17. Consumo total de combustível na região Norte entre 2014 e 2018 (GJ)	44
Figura 18. Consumo por tipo de combustível nos sectores da Produção de Eletricidade e Vapor e do Transporte Rodoviário na região Norte entre 2014 e 2018	44
Figura 19. Consumo de combustível por zona da região Norte (em 2014 e 2018)	45
Figura 20. Consumo de combustível nos sectores Doméstico e do Comércio/Serviços (GJ)	46
Figura 21. Emissões totais estimadas por poluente e ano (t)	48
Figura 22. Estimativa de emissões por sector de atividade e ano	50
Figura 23. Estimativa de emissões de NO _x , CO e COVNM por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)	52
Figura 24. Estimativa de emissões de PM ₁₀ , SO ₂ e CO ₂ por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)	53
Figura 25. Peso relativo da contribuição de emissões de poluentes atmosféricos de cada sector de atividade, face ao total nacional, em 2018 (%)	54
Figura 26. Estimativa de emissões por zona para o ano de 2018	55
Figura 27. Estimativa de emissões por zona e sector para o ano de 2018	56

Índice de Tabelas

Tabela 1. Concelhos que integram as zonas e aglomerações de avaliação e gestão da qualidade do ar da região Norte.....	10
Tabela 2. Fontes de informação utilizadas para a elaboração do inventário regional de emissões	13
Tabela 3. Conceitos utilizados na classificação das emissões de poluentes atmosféricos da Região Norte	15
Tabela 4. Poder calorífico inferior	17
Tabela 5. Fatores de emissão utilizados por poluente e sector de atividade.....	18
Tabela 7. Fatores de emissão utilizados – Grande combustão.....	25
Tabela 8. Fatores de emissão utilizados – Pequena combustão, equipamento não especificado	25
Tabela 9. Fatores de emissão utilizados – Pequena combustão, caldeiras e motores.....	25
Tabela 10. Fatores de emissão utilizados – Combustão industrial, equipamento não especificado	26
Tabela 11. Poder calorífico inferior e fator de emissão de CO ₂ para combustíveis abrangidos no inventário	26
Tabela 15. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018	30
Tabela 16. Duração média (h) das fases de viagem na área de jurisdição da APDL no período de 2014 a 2018 .	33
Tabela 17. Fatores de emissão para NO _x , COVNM e PM (em g/kWh) e consumo específico de combustível para diferentes tipos de motor, combustível e fase de viagem	34
Tabela 18. Fatores de emissão de SO _x e CO	35
Tabela 19. Parâmetros considerados na estimativa de emissões de CO ₂	36
Tabela 20. Distância da Via Navegável do Douro, por troço, até ao Porto de Régua-Lamego.....	37
Tabela 21. Alocação espacial de emissões do transporte marítimo na Via Navegável do Douro por concelho ..	38
Tabela 22. Consumo de combustível na região Norte por sector de atividade entre 2014 e 2018 (GJ)	42
Tabela 23. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018	47
Tabela 24. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018	47
Tabela 25. Distribuição do número de movimentos de aeronaves (ciclos LTO) no Aeroporto do Porto, no período de 2014 a 2018	47
Tabela 26. Distribuição do consumo de combustível (ton) associado a movimentos internacionais e domésticos, no Aeroporto do Porto, no período de 2014 a 2018	48
Tabela 27. Estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano (t)	49
Tabela 28. Estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano (t)	57

1 Objeto

O presente documento diz respeito ao relatório final das atividades desenvolvidas no âmbito do contrato estabelecido 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 NOVA), para a elaboração de estudos técnico-científicos na área da qualidade do ar ambiente na região Norte. Mais concretamente refere-se à tarefa de estimativa de emissões atmosféricas na região Norte através das abordagens metodológicas *top-down* e *bottom-up*.

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 na região Norte.

Apresentam-se de seguida os aspetos metodológicos e resultados obtidos relativos aos totais de poluentes atmosféricos emitidos, entre os anos 2014 e 2018, na região Norte.

2 Enquadramento

O Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, que revogou o Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de abril, estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objetivos e instrumentos apropriados à garantia de proteção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações.

O regime legal assim instituído, a par do regime estabelecido com o Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de setembro, constitui o enquadramento legislativo da política de gestão do ar em Portugal, na dupla vertente, respetivamente, da prevenção e controlo das emissões de poluentes atmosféricos e da avaliação e gestão da qualidade do ar.

A proteção do ambiente atmosférico é assegurada através de um conjunto de instrumentos complementares que promovem a prevenção e o controlo das emissões de poluentes atmosféricos, nomeadamente através da elaboração e manutenção de inventários de fontes de emissão de poluentes atmosféricos.

Os inventários de emissões atmosféricas são instrumentos que permitem analisar a quantidade de poluentes lançadas para a atmosfera, numa determinada área geográfica e num determinado período de tempo pelas fontes aí localizadas. O resultado deve permitir identificar as principais fontes emissoras e respetivos poluentes, bem como, determinar o peso total das emissões na área geográfica a que se referem.

Os inventários de emissões integram uma base de trabalho fundamental no processo de gestão da qualidade do ar. Constituem um suporte objetivo para a seleção de estratégias de melhoria da qualidade do ar e são fundamentais como dados de entrada nos modelos de qualidade do ar.

3 Metodologia

A atualização do presente inventário de emissões, em termos de fatores de emissão e dados de atividade, segue uma metodologia coerente com as recomendações europeias e compromissos internacionais (UNFCCC, UNECE, EMEP/EEA¹) e nacionais (Agência Portuguesa do Ambiente).

O presente documento diz respeito à atualização do inventário de emissões atmosféricas da região Norte, para o período temporal compreendido entre 2014 e 2018, de acordo com as abordagens *top-down* e *bottom-up*. Especificam-se de seguida as abordagens metodológicas adotadas.

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 sendo o seu tratamento complexo. À escala regional, a obtenção de informação espacialmente pormenorizada e individualizada assume uma relevância acrescida, uma vez que o nível de detalhe requerido é maior, o que nem sempre é possível de obter acabando por limitar a análise que se pretende efetuar.

3.1 Âmbito, Poluentes e Sectores de Atividade

Como primeiro passo na elaboração de um inventário de emissões importa definir um conjunto de parâmetros, relativos à abrangência do mesmo, tais como:

- Âmbito geográfico;
- Âmbito temporal;
- Poluentes atmosféricos;
- Sectores de atividade.

3.1.1 Âmbito Geográfico

O presente inventário de emissões atmosféricas diz respeito à região Norte, representada na Figura 1, que abrange uma área total de cerca de 21 340 km² com 3 574 411 habitantes², sendo constituída por 86 concelhos e 2 046 freguesias.

No âmbito da avaliação e gestão da qualidade do ar em Portugal, estão definidas as designadas zonas e aglomerações, sendo que a CCDR-N engloba no seu território quatro zonas, das quais duas são aglomerações³:

¹ UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change; UNECE - United Nations Economic Commission for Europe; EMEP/EEA – Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe/ European Environment Agency. O guia técnico sobre inventários de emissões de poluentes atmosféricos do EMEP/EEA oferece suporte ao reporte de dados de emissões no âmbito da Convenção sobre Poluição Atmosférica Transfronteiriça de Longo Alcance (CLRTAP), iniciativa das Nações Unidas (UNECE), e à Diretiva Tetos de Emissão Nacionais da UE. Este guia fornece orientação especializada sobre como compilar um inventário de emissões atmosféricas. O Guia é publicado pela EEA (Agência Europeia do Ambiente) com a *task force* da CLRTAP em Inventários de Emissões e Projeções, responsável pelo conteúdo técnico dos capítulos.

² Área e população residente em 2018, de acordo com PORDATA, 2019.

³ Em termos das obrigações de avaliação e gestão da qualidade do ar a nível nacional definidas no Decreto-Lei nº 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/km²”.

- Aglomerações: Porto Litoral, Entre Douro e Minho (EDM);
- Zonas (que não aglomerações): Norte Interior, Norte Litoral.

A estimativa de emissões apresenta-se desagregada espacialmente ao nível do concelho mas, por questões de simplificação da representação gráfica dos resultados obtidos ao longo do presente documento, efetua-se a agregação espacial dos mesmos pelas zonas da região Norte acima referidas. Os concelhos que integram as diferentes zonas e aglomerações encontram-se indicados na Tabela 1.

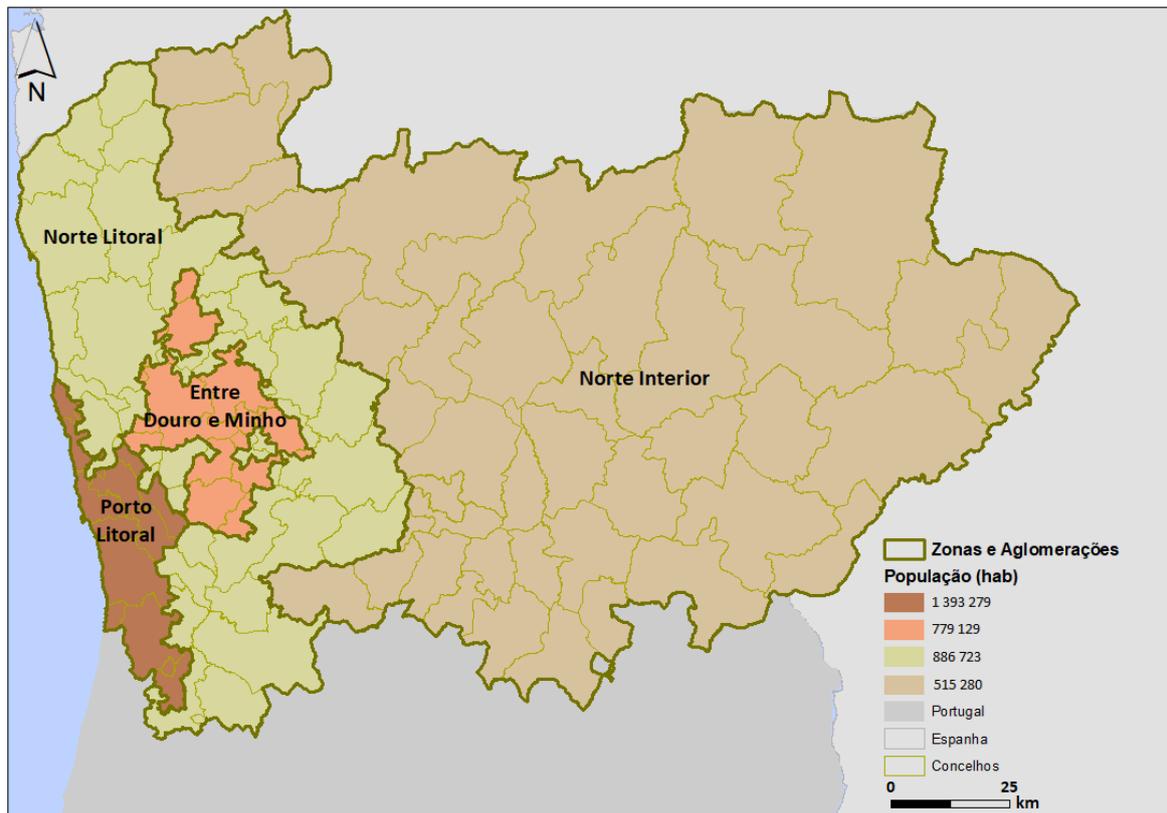


Figura 1. Âmbito geográfico do inventário de emissões atmosféricas da região Norte: representação de zonas, aglomerações e concelhos (dados de população residente em 2018, Fonte: PORDATA, 2019)

Tabela 1. Concelhos que integram as zonas e aglomerações de avaliação e gestão da qualidade do ar da região Norte

Zona	Concelho	Zona	Concelho
Aglomeração Porto Litoral	Espinho	Zona Norte Interior	Alfândega da Fé
	Gondomar		Alijó
	Maia		Arcos de Valdevez
	Matosinhos		Armamar
	Oliveira de Azeméis		Boticas
	Porto		Bragança
	Póvoa de Varzim		Cabeceiras de Basto
	Santa Maria da Feira		Carrazeda de Ansiães
	São João da Madeira		Chaves
	Valongo		Cinfães
	Vila do Conde		Freixo de Espada à Cinta
	Vila Nova de Gaia		Lamego
Aglomeração Entre Douro e Minho	Braga		Macedo de Cavaleiros
	Felgueiras		Melgaço
	Guimarães		Mesão Frio
	Lousada		Miranda do Douro
	Paços de Ferreira		Mirandela
	Paredes		Mogadouro
	Santo Tirso		Moimenta da Beira
	Trofa		Monção
	Vila Nova de Famalicão		Mondim de Basto
	Vizela		Montalegre
Zona Norte Litoral	Amarante		Murça
	Amares		Penedono
	Arouca		Peso da Régua
	Baião		Ponte da Barca
	Barcelos		Resende
	Caminha		Ribeira de Pena
	Castelo de Paiva		Sabrosa
	Celorico de Basto		Santa Marta de Penaguião
	Esposende		São João da Pesqueira
	Fafe		Sernancelhe
	Marco de Canaveses		Tabuaço
	Paredes de Coura		Tarouca
	Penafiel		Terras de Bouro
	Ponte de Lima		Torre de Moncorvo
	Póvoa de Lanhoso		Valpaços
	Vale de Cambra		Vieira do Minho
	Valença		Vila Flor
	Viana do Castelo		Vila Nova de Foz Côa
	Vila Nova de Cerveira		Vila Pouca de Aguiar
	Vila Verde		Vila Real
	Vimioso		
	Vinhais		

3.1.2 Âmbito temporal

O presente inventário apresenta estimativas anuais de emissões atmosféricas para os anos de 2014 a 2018. A seleção destes anos teve em conta quer o histórico de inventários passados (com estimativas até 2013), quer a necessidade de estimar as emissões para um conjunto de anos, o mais atual possível, mas para o qual é necessária informação estatística validada disponível.

3.1.3 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, partículas e metais pesados. A seleção dos poluentes a estimar deve ter por base critérios, tais como, legislação existente e aplicável, a importância para a qualidade do ar da região e histórico de inventários passados já efetuados. Tendo em conta estes aspetos, na atualização do inventário de emissões da região Norte, considerou-se o seguinte conjunto de poluentes:

- principais poluentes: óxidos de azoto (NO_x), compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO);
- material particulado: partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 10 micrón (PM_{10}), partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 micrón ($\text{PM}_{2,5}$);
- gás de efeito de estufa: dióxido de carbono (CO_2).

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_2 associadas à queima de biomassa são consideradas juntamente com os restantes combustíveis fósseis.

3.1.4 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), é submetido anualmente o Inventário de Emissões por Fontes e Remoções por Sumidouros de Poluentes Atmosféricos (INERPA), pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA). 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, uma vez que os recursos para a elaboração dos inventários regionais são limitados e a especificidade de cálculo é maior, é muitas vezes necessário restringir o âmbito sectorial do inventário. Na escolha dos sectores sobre os quais se vai focar o inventário, podem ser utilizados critérios como:

- o impacte espectável 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 presente inventário de emissões, foca-se nos seguintes sectores de atividade:

- Produção de Eletricidade e Vapor (emissões de combustão),
- Indústria e Construção (emissões da combustão estacionária e de processo),
- Transporte Rodoviário, Aéreo e Marítimo (emissões de combustão),

- Comércio/ Serviços (emissões de combustão),
- Doméstico (emissões de combustão),
- Agricultura/ Florestas/ Pescas (emissões de combustão).

Para os vários sectores indicados as estimativas apresentadas dizem respeito a emissões de combustão. A exceção é para o sector Industrial, cujas emissões são de combustão e de processo. Não se incluíram as estimativas de emissões evaporativas não industriais, resultantes do uso de produtos com compostos orgânicos voláteis (como por exemplo, utilização de tintas, produtos de limpeza e outros usos domésticos, ou resultantes de atividades como limpeza a seco e padarias).

Relativamente ao sector do Transporte Aéreo as estimativas de emissões de poluentes foram obtidas junto da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2020a).

3.2 Processo de elaboração do inventário e fontes de informação

A obtenção de informação de base, fidedigna, constitui um aspeto fundamental na elaboração dos inventários de emissões. A Figura 2 representa o processo de elaboração deste inventário regional, desde a obtenção de dados de atividade, pesquisa de fatores de emissão, até à aplicação de metodologias distintas de cálculo que permitem efetuar as estimativas de emissões de poluentes atmosféricos.

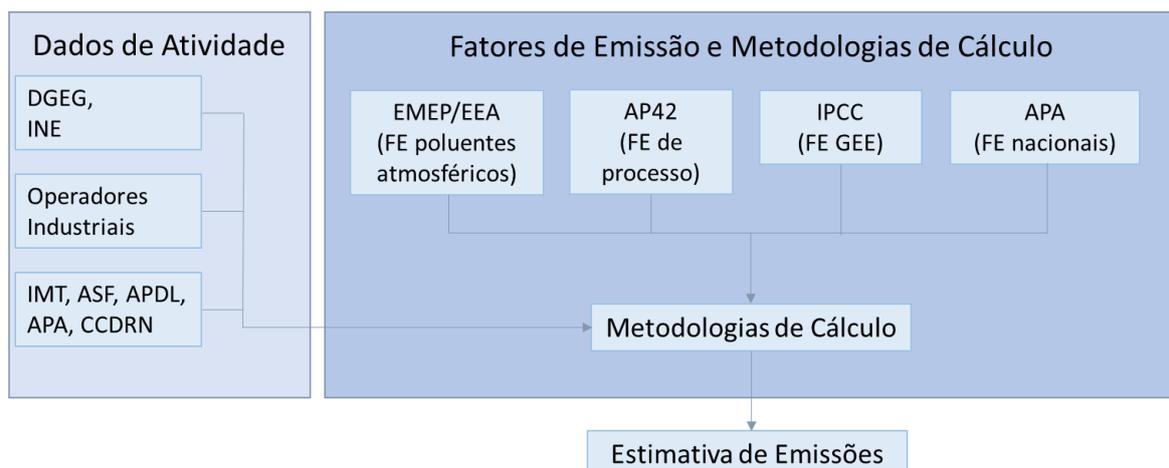


Figura 2. Processo para realização do inventário regional de emissões de poluentes atmosféricos

Na Tabela 2 indicam-se resumidamente as entidades responsáveis pelo fornecimento dos dados indispensáveis para a determinação do nível de atividade das diversas fontes poluidoras e subsequente estimativa anual de emissões atmosféricas. Na Tabela 2 indica-se também a documentação consultada para obtenção das metodologias de cálculo de emissões, fatores de emissão e informação adicional sobre os processos produtivos.

Tabela 2. Fontes de informação utilizadas para a elaboração do inventário regional de emissões

Área/Sector	Informação obtida	Fonte
Estatísticas de energia	Consumo de combustível por concelho	Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG)
Estatísticas populacionais e territoriais	Área e População residente por concelho	Instituto Nacional de Estatística (INE) PORDATA - Base de Dados Portugal Contemporâneo
Transporte Rodoviário	<ul style="list-style-type: none"> Caracterização da frota (categoria de veículo, combustível, Norma Euro, cilindrada, distâncias percorridas) Fatores de emissão nacionais 	<ul style="list-style-type: none"> Instituto de Mobilidade e Transportes (IMT) Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (ASF) Agência Portuguesa do Ambiente (APA)
Transporte Marítimo	Movimentos marítimos: N.º e tipo de embarcações, arqueação bruta, tempo por fase de navegação	Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo (APDL)
Transporte Aéreo	Número de movimentos nacionais e internacionais de descolagens e aterragens e emissões totais	Agência Portuguesa do Ambiente (APA)
Indústria	<ul style="list-style-type: none"> Dados de atividade (matérias primas, combustível e produtos), Processos produtivos, Equipamentos, Dados de monitorização de fontes pontuais (autocontrolo) 	<ul style="list-style-type: none"> Operadores industriais Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N) Agência Portuguesa do Ambiente (APA) Documentos consultados: Licenças Ambientais, Títulos de Emissão de Gases com Efeito de Estufa, Relatórios ambientais anuais
Obtenção de Fatores de Emissão e aspetos metodológicos de estimativa de emissões	<ul style="list-style-type: none"> Metodologia para cálculo de emissões Descrição de Processos Produtivos Fatores de Emissão 	<ul style="list-style-type: none"> EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 IPCC (1996, 2006) - Guidelines for National GHG Inventories IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories Portuguese Informative Inventory Report (IIR) Portuguese National Inventory Report on GHG (NIR) USEPA - AP42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors; Comissão Europeia - Best Available Techniques Reference Document (BREF)

3.3 Abordagens metodológicas para a estimativa das emissões

Para efetuar a estimativa de emissões existem duas grandes abordagens metodológicas que, apesar de distintas, são complementares no sentido de garantir a construção de um inventário preciso, específico e completo:

- estimativa de emissões a nível global para cada sector de atividade - *top-down* (segundo a designação inglesa habitualmente utilizada);
- estimativa de emissões ao nível de cada fonte poluente - *bottom-up* (segundo a designação inglesa habitualmente utilizada).

Neste inventário procedeu-se, numa primeira fase, a uma estimativa das emissões utilizando a abordagem *top-down*, para os seguintes sectores:

- Produção de Eletricidade e Vapor,
- Indústria e Construção,
- Transporte Rodoviário,
- Comércio/ Serviços,
- Doméstico,
- Agricultura/ Florestas/ Pescas.

Nesta abordagem as emissões são estimadas a nível dos grandes sectores de atividade utilizando-se dados estatísticos da região em estudo, por exemplo desagregados ao nível do concelho. Esta primeira estimativa de emissões permite:

- o cálculo de todas as emissões sectoriais;
- uma primeira 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, a estimativa das emissões atmosféricas baseada apenas em dados estatísticos regionais perde algum detalhe, uma vez que:

- na aplicação de fatores de emissão gerais não é possível considerar as especificidades do funcionamento de uma dada fonte pontual (sendo apenas consideradas as emissões de combustão, estando excluídas a estimativa de emissões de processo ou difusas);
- no caso das fontes móveis (sector do transporte rodoviário) não são tidas em conta as características mais específicas relativas à constituição da frota e distância percorrida;
- ficam excluídas as fontes de emissão para as quais não existe informação estatística disponível a nível regional.

A abordagem *bottom-up* permite, assim, complementar a análise focando-se numa estimativa em maior detalhe das emissões das várias fontes poluentes. Com esta abordagem é possível:

- conhecer pormenorizadamente 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.

A estimativa das emissões pela abordagem *bottom-up* é feita para uma área geográfica bem caracterizada, sendo conhecidos todos os dados necessários para o seu cálculo. Esta abordagem é bastante precisa, pressupondo um consumo intensivo de recursos, tanto na recolha e disponibilidade de toda a informação com o detalhe necessário, como no cálculo das emissões. Por esta razão esta abordagem metodológica é habitualmente aplicada apenas a um número limitado de fontes de emissão. Neste inventário foi possível aumentar o grau de detalhe das estimativas de emissões, através da abordagem *bottom-up*, para os seguintes sectores:

- Indústria e Construção,
- Produção de Eletricidade e Vapor,
- Transporte Rodoviário, Aéreo e Marítimo.

No caso destes sectores, para evitar dupla estimativa de emissões, houve um processo de calibração (ao nível dos consumos de combustível) entre ambas as estimativas. Antes de proceder a este processo de calibração são comparados os totais de combustível, compilados pelas duas fontes de informação: através da indicação obtida junto de cada operador industrial (*bottom-up*) e através de informação disponibilizada pela Direção Geral de Economia e Geologia (*top-down*). Este procedimento permite aferir qual a representatividade do cálculo *bottom-up* no total de combustível consumido na região. Esta comparação é feita ao nível do sector de atividade por concelho.

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 das 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.

No que diz respeito ao tipo de fontes de emissão mencionadas ao longo do presente inventário importa clarificar alguns dos conceitos utilizados, efetuando-se a sua descrição na Tabela 3.

Tabela 3. Conceitos utilizados na classificação das emissões de poluentes atmosféricos da Região Norte

Conceito	Descrição
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

Para o cálculo das emissões atmosféricas foram seguidas as metodologias descritas na bibliografia especializada, nomeadamente nos documentos:

- *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook — 2019* (EEA, 2019);
- *IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006);
- *IPCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2000a);
- *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories – 2000* (IPCC, 2000b);
- *Portuguese Informative Inventory Report* (designado abreviadamente por IIR) (APA, 2020a);
- *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases* (designado abreviadamente por NIR) (APA, 2020b).

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

3.4 Abordagem *top-down* multisectorial

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 (FE), designados por *Tiers* (na notação inglesa, em alguns documentos de referência), de acordo com a sua abrangência:

- os FE mais abrangentes consideram situações de funcionamento mais gerais que podem ser partilhadas por diferentes tipos de fontes/equipamentos (como é o caso de FE *Tier 1*);

- os FE menos abrangentes caracterizam situações de funcionamento mais específicas, o que poderá significar uma maior aproximação à realidade em análise (como é o caso de FE *Tier 3*).

Na abordagem *top-down*, as estimativas de emissões estão de acordo com o nível *Tier 1* definido no guia EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook – 2019 (EEA, 2019). Este nível metodológico diz respeito a um cálculo abrangente, com menor grau de detalhe, adequado à abordagem *top-down*. No entanto, para alguns casos foram utilizados fatores de emissão *Tier 2* para colmatar falta de informação *Tier 1* ou por se considerar que se ajustam melhor à realidade do sector.

A informação necessária para efetuar o cálculo das emissões, pela abordagem *top-down* para o nível *Tier 1*, diz respeito aos seguintes parâmetros:

- Nível de atividade ou de consumo dos vários combustíveis, normalmente expresso em unidade de massa (quilogramas – kg ou toneladas - t) ou volume (metros cúbicos – m³);
- Poder calorífico inferior (PCI) para transformar o 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).

Os parâmetros indicados relacionam-se de acordo com a Equação 1.

$$Emiss\tilde{a}o = N\acute{ı}vel\ de\ Atividade \times PCI \times FE$$

Equação 1

Considerando a especificidade das estimativas para o sector do transporte rodoviário, a abordagem *Tier 1*, para determinar as emissões de escape, encontra-se representada na Equação 2, onde:

- E_i - Emissão do poluente i (g);
- $FC_{j,m}$ - consumo de combustível dos veículos da categoria j utilizando o combustível m (kg);
- $EF_{i,j,m}$ – Fator de emissão de consumo de combustível específico para o poluente i , para o veículo da categoria j e do combustível m (g/kg);
- Nota - as categorias de veículos a considerar são: veículos ligeiros (de passageiros e de mercadorias), pesados (de passageiros e de mercadorias) e o conjunto de motociclos e ciclomotores. Os combustíveis a considerar incluem gasolina, gasóleo, gás propano liquefeito (GPL) e gás natural.

$$Emiss\tilde{a}o_i = \sum_j \left(\sum_m (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m}) \right)$$

Equação 2

Ainda no que respeita ao sector do transporte rodoviário, para o poluente SO₂, as emissões são obtidas através das variáveis indicadas na Equação 3, onde:

- $Emiss\tilde{a}o_{SO_2,m}$ - Emissões de SO₂ 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).

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

Equação 3

A compilação dos resultados obtidos de acordo com as equações indicadas permite obter as emissões por sector de atividade numa desagregação espacial ao nível do concelho.

3.4.1 Poder Calorífico Inferior

Em termos do poder calorífico inferior (PCI) adotou-se como fonte de informação a DGEG⁴ (DGEG, 2020), garantindo-se desta forma coerência com os dados de consumo de combustível. Os PCI utilizados encontram-se sintetizados na Tabela 4.

Tabela 4. Poder calorífico inferior

Combustível	PCI
GPL	46,00 MJ/kg
Gasolinas	44,00 MJ/kg
Gasóleos	42,60 MJ/kg
Fuelóleo	40,00 MJ/kg
Gás Natural	38,69 MJ/Nm ³

3.4.2 Fatores de emissão

Para a obtenção dos fatores de emissão recorreu-se a bibliografia especializada nomeadamente *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2019* (EEA, 2019), *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006) e o *Portuguese Informative Inventory Report* (APA, 2020a).

Os fatores de emissão utilizados na estimativa de emissões de fontes de combustão estacionária encontram-se sintetizados na Tabela 5.

⁴ Balanço Energético DGEG - 2018 provisório

Tabela 5. Fatores de emissão utilizados por poluente e sector de atividade

Poluente	Sector Inventário	Fator de Emissão				Unidade
		GPL	Gasóleo	Fuelóleo	Gás Natural	
NO _x	Agricultura / Florestas / Pescas	74,0	942,0	513,0	74,0	g/GJ
	Comércio / Serviços	74,0	942,0	513,0	74,0	g/GJ
	Doméstico	60,0	942,0	51,0	60,0	g/GJ
	Indústria e Construção	74,0	942,0	513,0	74,0	g/GJ
	Produção de Eletricidade e Vapor	89,0	65,0	142,0	89,0	g/GJ
SO ₂	Agricultura / Florestas / Pescas	0,67	48,0	47,0	0,67	g/GJ
	Comércio / Serviços	0,67	48,0	47,0	0,67	g/GJ
	Doméstico	0,3	48,0	70,0	0,3	g/GJ
	Indústria e Construção	0,7	48,0	47,0	0,7	g/GJ
	Produção de Eletricidade e Vapor	0,3	46,5	495,0	0,28	g/GJ
PM ₁₀	Agricultura / Florestas / Pescas	0,78	30,0	20,0	0,78	g/GJ
	Comércio / Serviços	0,78	30,0	20,0	0,78	g/GJ
	Doméstico	2,2	30,0	1,9	2,2	g/GJ
	Indústria e Construção	0,8	30,0	20,0	0,8	g/GJ
	Produção de Eletricidade e Vapor	0,9	3,2	25,2	0,89	g/GJ
PM _{2,5}	Agricultura / Florestas / Pescas	0,78	30,0	20,0	0,78	g/GJ
	Comércio / Serviços	0,78	30,0	20,0	0,78	g/GJ
	Doméstico	2,2	30,0	1,9	2,2	g/GJ
	Indústria e Construção	0,8	30,0	20,0	0,8	g/GJ
	Produção de Eletricidade e Vapor	0,9	0,8	19,3	0,89	g/GJ
CO	Agricultura / Florestas / Pescas	29,0	130,0	66,0	29,0	g/GJ
	Comércio / Serviços	29,0	130,0	66,0	29,0	g/GJ
	Doméstico	30,0	130,0	57,0	30,0	g/GJ
	Indústria e Construção	29,0	130,0	66,0	29,0	g/GJ
	Produção de Eletricidade e Vapor	39,0	16,2	15,1	39,0	g/GJ
COVNM	Agricultura / Florestas / Pescas	23,0	50,0	25,0	23,0	g/GJ
	Comércio / Serviços	23,0	50,0	25,0	23,0	g/GJ
	Doméstico	2,0	50,0	0,7	2,0	g/GJ
	Indústria e Construção	23,0	50,0	25,0	23,0	g/GJ
	Produção de Eletricidade e Vapor	2,6	0,8	2,3	2,6	g/GJ
CO ₂ *	Agricultura / Florestas / Pescas	62,8	73,3	76,6	55,8	kg/GJ
	Comércio / Serviços	62,8	73,3	76,6	55,8	kg/GJ
	Doméstico	62,8	73,3	76,6	55,8	kg/GJ
	Indústria e Construção	62,8	73,3	76,6	55,8	kg/GJ
	Produção de Eletricidade e Vapor	62,8	73,3	76,6	55,8	kg/GJ

Fonte: No caso do CO₂ a fonte de informação utilizada é a que consta em IPCC, 2006; para os restantes poluentes é a constante em EEA, 2019.
* Inclui fator de oxidação: de 99,5% para GPL e gás natural e de 99% para gasóleo e fuelóleo.

3.4.3 Nível de atividade

Tendo em conta a abrangência sectorial do inventário e as características da abordagem *top-down*, recorreu-se, como fonte de informação de base para o nível de atividade, aos dados de consumo de combustíveis disponibilizados pela Direção Geral Energia e Geologia (DGEG) no seu sítio da internet (DGEG, 2020). A informação recolhida junto da DGEG está agrupada em vendas de produtos petrolíferos e de gás natural no mercado interno. Os referidos dados de consumo de combustível encontram-se discriminados por CAE (Classificação das Atividades Económicas) a dois dígitos com uma desagregação espacial a nível do concelho. Note-se que para os anos de 2017 e 2018 esta informação é provisória, bem como, no caso dos dados de vendas de gás natural relativos a 2016.

De acordo com os sectores de atividade abrangidos pelo inventário, selecionaram-se os seguintes combustíveis disponibilizados pela DGEG para a posterior estimativa de emissões:

- Gás Propano Liquefeito (GPL) – agrega consumos de butano e propano (e gás auto, no caso do sector do Transporte Rodoviário);
- Gasóleo rodoviário, gasóleo colorido e gasóleo colorido para aquecimento (este último tipo de gasóleo é usualmente utilizado em equipamentos estacionários);
- Gasolina - agregando consumos de gasolina IO 95 e IO 98;
- *Thick fuel oil 1%* - designado neste inventário por fuelóleo;
- Gás natural.

3.5 Abordagem *bottom-up* no sector Industrial

3.5.1 Recolha de informação de base

As emissões do setor da indústria e construção são resultantes não só da combustão mas também de processos industriais. Neste sector, a especificidade do funcionamento de cada fonte emissora só pode ser captada recorrendo-se a uma estimativa *bottom-up*. A elaboração do inventário de emissões através desta abordagem pressupõe a recolha de informação detalhada sobre o funcionamento das unidades industriais. 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);
- Títulos de Emissão de Gases com Efeito de Estufa (TEGEE) enquadrados no Comércio Europeu de Licença de Emissões (CELE);
- Relatórios ambientais anuais (RAA);
- Autocontrolo industrial de emissões (no âmbito do Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho).

No presente inventário as Licenças Ambientais e os TEGEE constituíram uma fonte de informação útil na descrição do processo produtivo, esclarecimento de dúvidas específicas, ou para completar dados em falta não obtidos por outras fontes de informação. Os relatórios ambientais anuais consultados permitiram também preencher lacunas na informação solicitada aos operadores industriais.

Os dados de autocontrolo industrial das fontes pontuais foram disponibilizados pela CCDR-N e APA, permitindo efetuar uma estimativa de emissões *bottom-up* mais próxima das condições reais de operação das instalações industriais. A monitorização de fontes pontuais tem um cariz periódico (trianual, bianual ou anual) dependendo dos requisitos definidos no Decreto-Lei n.º 39/2018 e na Licença Ambiental de cada instalação. Estes 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 pontual são enviados à CCDR-N através do seu Balcão Eletrónico.

Apesar destas fontes de informação apresentarem dados relevantes para um inventário regional, possuem um conjunto de limitações que não possibilitam a sua utilização, de forma sistemática, no processo de estimativa de emissões. Assim, de forma a obter a informação necessária para a estimativa de emissões *bottom-up*, optou-se por elaborar um inquérito a submeter às instalações que se identificaram como mais relevantes para o cálculo de emissões na região Norte, à semelhança do efetuado no âmbito de inventários anteriores, já que se revelou um método eficaz e adequado para a obtenção da informação pretendida (representado na Figura 3).

O referido inquérito foi delineado com o objetivo de recolher toda a informação necessária para a estimativa de emissões, relativa aos anos de 2014 a 2018, englobando os aspetos de identificação da empresa, quantidades de matérias-primas e produtos, processo produtivo e características relativas aos equipamentos e chaminés.

CCDR-N | QUESTIONÁRIO EMISSÕES POLUENTES ATMOSFÉRICOS

1 | IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Nome da Empresa	
Nome da Unidade Industrial	
Morada	
Concelho	
Latitude	
Longitude	
Contacto Nome	
Contacto Telefone	
Contacto E-mail	
Classificação da Actividade Económica (CAE) Principal Código	
Classificação da Actividade Económica (CAE) Principal Designação	
Classificação da Actividade Económica (CAE) Secundária Código	
Classificação da Actividade Económica (CAE) Secundária Designação	

2 | PROCESSO PRODUTIVO

2.1 | Descrição Geral

Descrição do Processo Produtivo	
Diagrama do Processo Produtivo	<i>Nota: pode enviar um diagrama representativo do processo produtivo a colocar na Folha designada por "DIAGRAMA".</i>

2.2 | Quantidades Consumidas / Produzidas

Nota: incluir também nesta tabela o consumo de combustíveis

Tipo	Designação do material	Quantidade Real (anual)					Unidades	Observações
		2014	2015	2016	2017	2018		
Matérias Primas								
Produtos								

3 | EQUIPAMENTOS E CHAMINÉS

3.1 | Equipamentos

Equipamentos de Combustão

Nota: Inserir na tabela equipamentos associados à queima de combustível

Designação	Tipo	Especificações Técnicas	Processos Associados	Potência Térmica (MWth)	Funcionamento (total de horas/ano)					Tipo de Combustível		Consumo de Combustível (anual)					Unidades	Observações	
					2014	2015	2016	2017	2018	Designação	PCI (MJ/kg)	Teor de Enxofre (%)	2014	2015	2016	2017			2018

Exemplos:

Tipo: Caldeira, Forno, Motor

Especificações Técnicas: Informação sobre o número e posição dos queimadores (ex: v.a.l. tangencial, bottom firing); 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

Nota: Inserir na tabela outros equipamentos suscetíveis de provocar emissões para a atmosfera

Designação	Tipo	Processos Associados	Funcionamento (total de horas/ano)					Nível de Atividade (anual)					Unidades	Observações	
			2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018			

Exemplos:

Tipo: Estufa, Secador, Granulador

Processos Associados: Indicar processos de fabrico associados ao equipamento, por exemplo secagem de peças

3.2 | Chaminés

Designação	Equipamentos / Processos Associados	Equipamentos de Tratamento de Emissões	Observações

Nota: Equipamentos / Processos Associados: Se possível, associar as chaminés aos equipamentos apresentados nas duas tabelas anteriores

Exemplo: Equipamentos de Tratamento de Emissões: Filtros de mangas, precipitador eletrostático

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

Numa etapa inicial foi definida uma lista de instalações às quais deveria ser enviado o inquérito. Procurou-se incluir 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:

- Relevância da instalação em termos de emissões no anterior inventário de emissões da região Norte;
- Existência de Licença Ambiental e TEGEE;
- Previsível ligação do sector/instalação a problemas de qualidade do ar da região.

Tendo em atenção estes aspetos, foi criada uma lista com 63 instalações com potencial para serem tratadas neste inventário. O inquérito foi, assim, remetido pela CCDR-N aos operadores industriais, obtendo-se 56 respostas, correspondendo a uma taxa de resposta de cerca de 89% (das sete empresas que não responderam, cinco corresponderam a casos de encerramento de atividade). Em termos de estimativa de emissões pela abordagem *bottom-up* procurou-se manter o mesmo conjunto de instalações industriais abrangido em inventários anteriores, por esta metodologia, de modo a garantir uma maior comparabilidade dos resultados obtidos.

O inquérito efetuado aos operadores industriais constituiu uma ferramenta determinante para o desenvolvimento da abordagem *bottom-up* e para uma estimativa mais detalhada e completa das emissões nos sectores da Indústria e Construção e da Produção de Eletricidade e Vapor. Foram, no entanto, identificadas algumas dificuldades nesta abordagem, nomeadamente no que concerne à clareza e especificidade da informação fornecida pelos operadores industriais (como por exemplo, ao nível da identificação, de forma inequívoca, das fontes pontuais existentes numa determinada instalação) e à coerência da informação reportada face a anos anteriores.

3.5.2 Estimativa de emissões

Os dados fornecidos no inquérito mencionado anteriormente foram compilados juntamente com os dados dos relatórios de monitorização e fatores de emissão da bibliografia, de forma a permitir o cálculo das emissões atmosféricas através da metodologia *bottom-up*. Tendo em conta a informação assim reunida, foi possível estimar emissões através dos seguintes processos:

- **Estimativas com base em dados de Monitorização** – efetuadas para as fontes pontuais das instalações através dos dados dos relatórios de monitorização (autocontrolo das emissões de poluentes atmosféricos através de monitorização pontual ou contínua);
- **Estimativas com base em Fatores de Emissão (FE)** – efetuadas através de pesquisa bibliográfica prévia para obtenção dos fatores de emissão que caracterizam equipamentos/fontes/regimes de funcionamento, e que podem ser aplicados de forma generalizada para a estimativa de emissões. Os fatores de emissão são coeficientes que quantificam as emissões de poluentes por unidade de atividade;
- **Estimativas com base nos Balanços de Massa** – efetuadas quando se pode estabelecer uma relação direta entre a composição e consumo da matéria-prima e/ou de combustível e o poluente emitido.

Na elaboração deste inventário foram empregues, de forma generalizada, as três metodologias referidas anteriormente. No entanto, foi dada prioridade à utilização dos dados de monitorização compilados a partir de informação da CCDR-N e disponibilizada pela APA, por se considerar que esta informação é a que melhor caracteriza o funcionamento real das fontes de emissão das instalações em estudo. É de salientar que, frequentemente, o número de fontes sujeitas a monitorização (pontual ou contínua) é limitado, face ao total de chaminés de cada instalação, bem como, ao número de análises disponíveis.

3.5.3 Estimativas com base em dados de Monitorização

Para dar cumprimento ao Decreto-Lei n.º 39/2018 são efetuadas medições de um conjunto de parâmetros referente à emissão de poluentes atmosféricos nas fontes pontuais abrangidas pela legislação, no que é designado o autocontrolo de emissões. Um dos parâmetros apresentados nos relatórios de autocontrolo é o caudal de poluente emitido em kg/h. Com este parâmetro, e conhecendo o número de horas de funcionamento da fonte, é possível estimar as emissões anuais (em toneladas) para uma dada fonte utilizando a Equação 4. O valor de Caudal Medido (kg/h) é determinado a partir do Caudal Seco e da Concentração de poluente medida, de acordo com a Equação 5.

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

Equação 4

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

Equação 5

3.5.4 Estimativas com base em Fatores de Emissão

A determinação das emissões no sector industrial, pela abordagem *bottom-up*, recorreu a fatores de emissão de nível *Tier 3* (sempre que disponíveis), nível este que corresponde a um maior detalhe nos cálculos envolvidos e a uma maior necessidade de disponibilidade de informação. A aplicação de fatores de emissão permite estimar as emissões para fontes (pontuais ou difusas) não monitorizadas (e que não poderiam ser calculadas através da metodologia baseada em dados de monitorização).

Na pesquisa de fatores de emissão e de informação adicional acerca dos processos produtivos foram utilizadas as seguintes fontes de informação:

- EMEP/EEA - Air pollutant emission inventory guidebook – 2019 (EEA, 2019);
- IPCC - Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2000a);
- IPCC - Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 2000b);
- USEPA - AP42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors (USEPA, 1982 a 2009);
- Comissão Europeia - IPPC Directive Best Available Techniques Reference Document (BREF) (CE, 2001 a 2013).

Os fatores de emissão podem ser expressos em diferentes unidades dependendo do tipo de fonte de emissão em causa, bem como das fontes de informação consultadas, o que faz variar o processo de cálculo. Apesar de haver uma grande variabilidade, os FE podem agrupar-se 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 CO₂);
- 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).

É de salientar que, na bibliografia especializada, podem ser encontrados fatores de emissão para equipamentos de combustão, expressos em kg de poluente emitido por massa de material

processado. Este tipo de fatores de emissão são mais comuns para fontes de combustão com contacto, em que a queima do combustível não é a única origem de poluição.

O cálculo de emissões através de FE para fontes de combustão foi feito através da Equação 6. O parâmetro CC representa o consumo de combustível definido em toneladas (ou em m³ quando o combustível é gasoso) e o PCI corresponde ao Poder Calorífico Inferior do combustível (se o combustível for expresso em m³ o PCI é definido em GJ/m³).

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

Equação 6

O cálculo de emissões através de FE para fontes de processo foi efetuado de acordo com a Equação 7. Dependendo do fator de emissão utilizado, o nível de atividade (NA) pode ser definido numa unidade distinta da apresentada na Equação 7.

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

Equação 7

No presente 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 6 à Tabela 9 são apresentados os Fatores de Emissão de combustão utilizados de forma transversal no presente inventário.

Na Tabela 10 encontram-se sintetizados os PCI utilizados para o cálculo de emissões, bem como os respetivos FE, relativos ao dióxido de carbono.

Tabela 6. Fatores de emissão utilizados – Grande combustão

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Turbina a Gás	> 50 MW	Gasoso	PTS	0,2	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Turbina a Gás	> 50 MW	Gasoso	PM ₁₀	0,2	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Turbina a Gás	> 50 MW	Gasoso	PM _{2,5}	0,2	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Turbina a Gás	> 50 MW	Gasoso	NO _x	48	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Turbina a Gás	> 50 MW	Gasoso	SO ₂	0,281	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Turbina a Gás	> 50 MW	Gasoso	CO	4,8	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Turbina a Gás	> 50 MW	Gasoso	COVNM	1,6	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	> 50 MW	Biomassa	NO _x	81,0	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	> 50 MW	Biomassa	CO	90,0	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	> 50 MW	Biomassa	NM ₁₀	7,3	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	> 50 MW	Biomassa	SO _x	10,8	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	> 50 MW	Biomassa	PTS	172,0	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	> 50 MW	Biomassa	PM ₁₀	155,0	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Tabela 7. Fatores de emissão utilizados – Pequena combustão, equipamento não especificado

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	PTS	0,78	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	PM ₁₀	0,78	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	PM _{2,5}	0,78	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	NO _x	74	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	SO ₂	0,67	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	CO	29	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Gasoso	COVNM	23	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	PTS	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	PM ₁₀	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	PM _{2,5}	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	NO _x	513	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	SO ₂	47	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	CO	66	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	COVNM	25	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	PTS	150	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	PM ₁₀	143	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	PM _{2,5}	140	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	NO _x	91	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	SO ₂	11	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	CO	570	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	COVNM	300	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	NO _x	513	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Tabela 8. Fatores de emissão utilizados – Pequena combustão, caldeiras e motores

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Gás Natural	PTS	0,45	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Gás Natural	PM ₁₀	0,45	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Gás Natural	PM _{2,5}	0,45	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Gás Natural	NO _x	40	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Gás Natural	SO ₂	0,3	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Gás Natural	CO	30	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Gás Natural	COVNM	2	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Gás Natural	PTS	0,45	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Gás Natural	PM ₁₀	0,45	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Gás Natural	PM _{2,5}	0,45	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Gás Natural	NO _x	73	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Gás Natural	SO ₂	1,4	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Gás Natural	CO	24	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Gás Natural	COVNM	0,36	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Motor	< 50 MW	Gasóleo	PTS	30	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Motor	< 50 MW	Gasóleo	PM ₁₀	30	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Motor	< 50 MW	Gasóleo	PM _{2,5}	30	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Motor	< 50 MW	Gasóleo	NO _x	942	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Motor	< 50 MW	Gasóleo	SO ₂	48	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Motor	< 50 MW	Gasóleo	CO	130	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Motor	< 50 MW	Gasóleo	COVNM	50	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Tabela 9. Fatores de emissão utilizados – Combustão industrial, equipamento não especificado

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Não Especificado	Não Especificada	Gasoso	PTS	0,78	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Gasoso	PM ₁₀	0,78	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Gasoso	PM _{2,5}	0,78	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Gasoso	NO _x	74	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Gasoso	SO ₂	0,67	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Gasoso	CO	29	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Gasoso	COVNM	23	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Líquido	PTS	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Líquido	PM ₁₀	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Líquido	PM _{2,5}	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Líquido	NO _x	513	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Líquido	SO ₂	47	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Líquido	CO	66	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Não Especificada	Líquido	COVNM	25	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Tabela 10. Poder calorífico inferior e fator de emissão de CO₂ para combustíveis abrangidos no inventário

Combustível	PCI	CO ₂ (kg/GJ) ⁱ⁾	Fonte do FE
GPL	46,0 MJ/kg	62,8	IPCC, 2006
Gasóleo para Aquecimento	42,6 MJ/kg	73,3	IPCC, 2006
Fuelóleo	40,0 MJ/kg	76,6	IPCC, 2006
Gás Natural	38,78 MJ/Nm ³	55,8	IPCC, 2006
Biomassa (madeira)	13,53 MJ/kg	109,6	IPCC, 2006
Lixívia Negra	12,1 MJ/kg	73,3	NIR (APA, 2020b)
Tail-oil	40,36 MJ/kg	62,8	IPCC, 2006
Metanol	21,5 MJ/kg	62,8	IPCC, 2006
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)	-
Coque de Petróleo	31,77-32,75 MJ/kg	96,5	IPCC, 2006
Carvão	24,85 MJ/kg	92,7	IPCC, 2006
Combustível Alternativo	20,8 MJ/kg	110	NIR (APA, 2020b)
i) Inclui fator de oxidação			
ii) Estimativa da emissão para este combustível foi efetuada através dos dados de monitorização			

3.5.5 Estimativas com base em Balanços de Massa

A metodologia de balanços de massa foi aplicada no caso específico da determinação das emissões de SO₂ a partir da percentagem de enxofre existente no combustível. É de salientar que também existem fatores de emissão de SO₂ (apresentados da Tabela 7 à Tabela 9) que na sua gênese assumem um valor de percentagem de enxofre pré-definido.

A Equação 8 representa a estimativa das emissões de SO₂ através da percentagem de enxofre no combustível. O parâmetro percentagem de enxofre (%S) foi obtido junto das instalações industriais através de inquérito (sendo praticamente nulo para o combustível gás natural), assim como a quantidade de combustível consumido (CC).

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

Equa\c{c}\~{a}o 8

De salientar que na g\~{e}nese dos fatores de emiss\~{a}o de CO₂ para combust\~{a}o, tamb\~{e}m est\~{a} um c\~{a}lculo de balan\c{c}o de massa, onde \~{e} contabilizada a quantidade de carbono no combust\~{i}vel e determinado o fator de oxida\c{c}\~{a}o do processo. Como estes j\~{a} se encontram determinados na bibliografia especializada, optou-se por colocar os mesmos no cap\~{i}tulo relativo \~{a}s estimativas com base em fatores de emiss\~{a}o.

3.6 Abordagem *bottom-up* no sector do Transporte Rodovi\~{a}rio

3.6.1 Recolha de informa\c{c}\~{a}o de base

Para as estimativas do sector do Transporte Rodovi\~{a}rio foi necess\~{a}rio obter informa\c{c}\~{a}o quanto \~{a} composi\c{c}\~{a}o do parque autom\~{o}vel da regi\~{a}o Norte, no que diz respeito \~{a} categoria de ve\~{i}culos, cilindrada, combust\~{i}vel, tecnologia (Normas Euro⁵) e dist\~{a}ncia m\~{e}dia anual percorrida. De forma a obter estes dados de base utilizaram-se maioritariamente as seguintes fontes de informa\c{c}\~{a}o:

- dados disponibilizados pela Autoridade de Supervis\~{a}o de Seguros e Fundos de Pens\~{o}es (ASF, 2020) para a composi\c{c}\~{a}o do parque autom\~{o}vel seguro da regi\~{a}o Norte, por concelho, de 2014 a 2018;
- dados provenientes dos Centros de Inspe\c{c}\~{a}o Peri\~{o}dica Obrigat\~{o}ria (IPO), disponibilizados pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT, 2020), desagregados por concelho, relativos \~{a}s inspe\c{c}\~{o}es realizadas em 2014 e 2018.

O n\~{u}mero total de ve\~{i}culos em circula\c{c}\~{a}o, por categoria e concelho, foi obtido atrav\~{e}s da informa\c{c}\~{a}o da ASF. A posterior desagrega\c{c}\~{a}o dos ve\~{i}culos por cilindrada, combust\~{i}vel, tecnologia e dist\~{a}ncias anuais percorridas, foi efetuada com base na informa\c{c}\~{a}o cedida pelo IMT, relativa aos centros IPO.

Em termos das estimativas de emiss\~{o}es foi determinada uma composi\c{c}\~{a}o de frota para cada zona e aglomera\c{c}\~{a}o, sendo que o total de ve\~{i}culos foi aferido atrav\~{e}s da informa\c{c}\~{a}o dada pelos dados dos ve\~{i}culos segurados por ano.

3.6.2 Estimativa de emiss\~{o}es

As emiss\~{o}es de escape resultam da soma das emiss\~{o}es a quente (correspondentes ao funcionamento est\~{a}vel do motor), das emiss\~{o}es a frio (correspondentes \~{a} opera\c{c}\~{a}o de aquecimento do motor no arranque) e das emiss\~{o}es de evapora\c{c}\~{a}o. No \~{a}mbito do presente invent\~{a}rio foram apenas calculadas as emiss\~{o}es a quente (representativas da fra\c{c}\~{a}o mais significativa face ao total).

A determina\c{c}\~{a}o das emiss\~{o}es relativas ao sector do Transporte Rodovi\~{a}rio, atrav\~{e}s da abordagem *bottom-up*, baseou-se no *Tier 2* do guia metodol\~{o}gico EMEP/EEA *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook* (EEA, 2019). Esta abordagem (*Tier 2*) considera, para a estimativa de emiss\~{o}es de cada poluente (*i*), para cada categoria de ve\~{i}culo (*j*) os seguintes par\~{a}metros (de acordo com a Equa\c{c}\~{a}o 9):

⁵ As Normas EURO s\~{a}o normas de emiss\~{a}o europeias que definem a classe de emiss\~{o}es para ve\~{i}culos novos. As Normas EURO regulam as emiss\~{o}es de part\~{i}culas (PM), \~{o}xidos de azoto (NO_x), hidrocarbonetos n\~{a}o queimados (HC) e mon\~{o}xido de carbono (CO).

- Fator de Emissão ($FE_{i,j,k}$) específico para o poluente (i), categoria de veículo (j) e tecnologia (k) [dado em g/vei-km];
- Quilómetros médios anuais percorridos ($Q_{j,k}$) por veículo, da categoria (j) e tecnologia (k) [dado em km];
- Número de veículos do parque ($N_{j,k}$), de categoria (j) e tecnologia (k) [dado em veí].

$$Emiss\tilde{a}o_{t/ano} = FE_{i,j,k} \times Q_{j,k} \times N_{j,k}$$

Equação 9

Tendo em conta a equação anterior foi necessário reunir informação desagregada relativa a:

- número de veículos por categoria: ligeiros de passageiros, ligeiros de mercadorias, pesados de passageiros, pesados de mercadorias, motociclos e ciclomotores,
- combustível: gasóleo, gasolina, GPL, gás natural,
- tecnologia, representada pela Norma Euro: Pré-euro e de Euro 1 a Euro 6,
- segmento: *mini, small, medium, large*,
- distância média anual percorrida: quilómetros obtidos através das inspeções periódicas obrigatórias.

No caso específico das estimativas de emissões de CO₂, para o combustível gasóleo, foi aplicada, *a posteriori*, uma taxa de redução de 5,68%, de acordo com o indicado no NIR (APA, 2020b), correspondendo à porção de *biodiesel* presente na composição média do gasóleo em Portugal, entre 2014 e 2018.

3.7 Abordagem *bottom-up* no sector do Transporte Marítimo

3.7.1 Recolha de informação de base

A estimativa das emissões atmosféricas relativas ao sector do Transporte Marítimo, pela abordagem *bottom-up*, diz respeito aos movimentos marítimos efetuados no Porto de Leixões, Viana do Castelo e Via Navegável do Douro, tendo sido utilizada a informação detalhada disponibilizada pela APDL (Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo) (APDL, 2020a). **A Erro! A origem da referência não foi encontrada.** representa os referidos portos da região Norte em análise.

O Porto de Leixões fica situado a cerca de 2,5 milhas a norte da foz do Rio Douro e nas proximidades da cidade do Porto, sendo enquadrado pelas povoações de Leça da Palmeira a Norte e Matosinhos a Sul (APDL, 2020b). Dispõe de um conjunto vasto de infraestruturas, tais como, cais convencionais de carga geral e granéis sólidos, cais de movimentação de granéis líquidos, terminal de petroleiros, terminal de contentores, terminal Ro-Ro, terminal multiusos, terminal de cruzeiros, doca de recreio, porto de pesca e instalações especializadas (silos, depósitos e armazéns).

O Porto de Viana do Castelo é de menor dimensão em relação ao anterior, dispõe de infraestruturas, tais como, um porto comercial, porto de pesca, porto de recreio, porto industrial e uma marina atlântica.

A Via Navegável do Douro dista 208 km, desde o Oceano Atlântico até à fronteira Espanhola de Barca D'Alva, com um desnível de 125 m vencido por 5 eclusas de navegação (APDL, 2020c). Trata-se de uma via navegável de características internacionais, aberta, em toda a sua extensão, a embarcações de recreio e ao tráfego de mercadorias (baseado, fundamentalmente, no transporte de granitos - granéis sólidos - do porto de Lamego).

De acordo com o IIR (APA, 2020a) os portos sob jurisdição da APDL receberam, em 2018, 22% do total das entradas em portos nacionais.



Figura 4. Representação da localização dos Portos da região Norte: (a) vista geral, (b) Porto de Viana do Castelo, (c) Porto de Leixões e (d) Via Navegável do Douro (imagens Google Earth, 2018)

Para a estimativa de emissões obtiveram-se, por parte da APDL, as seguintes características dos navios, que estiveram em porto entre 2014 e 2018 (APDL, 2020a):

- Nome do navio;
- Número IMO (Organização Marítima Internacional), constituindo a referência de identificação do navio;
- Tipo de navio;
- Ano de construção;
- Arqueação bruta (ou *Gross Tonnage* (GT), segundo a designação inglesa, que se trata de uma medida não linear do volume interno do navio);
- Data e hora de entrada na área de jurisdição do porto;
- Data e hora de saída da área de jurisdição do porto;
- Data e hora da atracação;
- Data e hora da largada.

Os navios podem ser classificados em determinadas categorias, tendo-se considerado no presente estudo as seguintes:

- Granel sólido;
- Granel líquido;
- Porta contentores;
- Carga Geral;

- Ro-Ro (de acordo com a notação inglesa, derivada de *Roll-on, Roll-off*);
- Passageiros;
- Rebocadores;
- Pesca;
- Outros.

A distribuição dos movimentos de navios por classe, para o total dos portos de Leixões, Viana do Castelo e Douro, entre 2014 e 2018, representa-se na Figura 5. Verifica-se que os Rebocadores são os navios que efetuam o maior número de movimentos. Excluindo esta classe, as mais frequentes são as de porta contentores, seguidas dos navios de carga geral e graneleiros líquidos. A classe ‘Outros’ inclui navios de guerra, navios de sondagem/ investigação/ exploração, navios frigoríficos e de transporte especial, batelões e dragas.

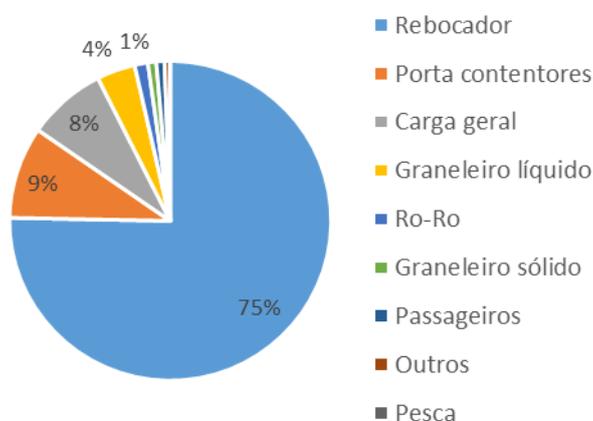


Figura 5. Distribuição dos movimentos de navios nos portos da região Norte, entre 2014 e 2018 (%)

Na Tabela 11 indicam-se os movimentos de navio por classe e porto, decorridos entre 2014 e 2018. O porto de Leixões totaliza um número significativo de movimentos, face aos restantes, que se destaca quer no movimento de cargas, quer associado ao funcionamento do Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões.

Tabela 11. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018

Classe Navio	Leixões	Viana do Castelo	Via Navegável do Douro
Rebocador	41 124	2 394	4
Porta contentores	5 364	21	0
Carga geral	3 750	754	91
Graneleiro líquido	2 162	71	0
Ro-Ro	766	8	0
Graneleiro sólido	435	51	0
Passageiros	448	20	10
Outros	249	63	8
Pesca	2	2	0
Total	54 300	3 384	113

Relativamente às estimativas de emissões na Via Navegável do Douro, era objetivo inicial deste inventário apresentar resultados respeitantes ao transporte de passageiros, cuja vertente de atividade

turística tem aumentado de forma significativa nos últimos anos. A navegação marítimo-turística é uma das atividades mais importantes do Rio Douro (APDL, 2020c), tendo aumentado de 588 570 passageiros transportados no ano de 2014 para 1 279 355 em 2018 (representando um aumento de 117%) (APDL, 2018). No entanto, após contactos com operadores marítimo-turísticos, não foi possível obter informação completa que permitisse efetuar esse cálculo. Assim, os dados apresentados para os movimentos no Douro dizem apenas respeito à atividade comercial de transporte de mercadorias que foi possível apurar, de acordo com a informação reportada pela APDL, através do sistema de Janela Única Portuária (APDL, 2020a).

3.7.2 Estimativa de emissões

Na abordagem *bottom-up*, e de acordo com a metodologia indicada no guia de referência (EEA, 2019), no nível *Tier 3*, as emissões totais são calculadas por cada viagem efetuada, de acordo com as fases expressas na Equação 10:

- Permanência em porto ou atracação: fase correspondente ao período de tempo em que os navios estão atracados em porto;
- Manobra: fase correspondente ao momento em que o navio tem de efetuar manobras necessárias à atracação ou largada;
- Cruzeiro: fase correspondente ao período de navegação após manobra de largada e antes da manobra de atracação.

$$E_{Viagem} = E_{Permanência\ em\ porto} + E_{Manobra} + E_{Cruzeiro}$$

Equação 10

Para obter o valor das emissões em cada uma das fases da viagem recorreu-se aos dados de atividade do sector em análise, de acordo com a seguinte expressão (Equação 11):

$$E_{Viagem,i,j,c} = \sum_f \left[T_f \sum_m (P_m \times FC_m \times FE_{m,i,j,c,f}) \right]$$

Equação 11

Sendo que:

- E_{Viagem} – Emissões atmosféricas totais da viagem (g);
- T – Tempo (horas);
- P – Potência nominal do motor (kW);
- FC – Fator de carga do motor (%);
- FE – Fator de emissão (g/kWh);
- m – Categoria do motor (principal e auxiliar);
- i – Poluente (NO_x, COVNM, PTS);
- j – Tipo de motor (gasóleo/ baixa velocidade, gasóleo/ média velocidade, gasóleo/ alta velocidade, turbina a gás e turbina a vapor);
- c – Tipo de combustível (gasóleo marítimo/ gasolina marítima, fuelóleo, gasolina);
- f – Diferentes fases da viagem (permanência em porto, manobra e cruzeiro).

Relativamente ao tempo de duração de cada uma das três fases de viagem consideradas neste inventário, obtiveram-se os dados de cada navio (disponibilizados pela APDL) das escalas por porto:

- para o tempo de 'entrada' (incluindo as fases de cruzeiro e de manobra) considerou-se o tempo decorrido entre a passagem da linha de chegada, entrada em porto e atracação. Entradas com duração superior a 3 horas não foram consideradas sendo, nesses casos, assumida a duração média da respetiva classe de navio;
- para o tempo de 'estadia em porto' (*hotelling*) considerou-se o tempo decorrido entre a atracação e a largada. Estadias com duração superior a 360 horas não foram consideradas, sendo, nesses casos, assumida a duração média da respetiva classe de navio.

Na Tabela 12 e Figura 6 apresenta-se a duração média obtida, por classe de navio, das fases de viagem na área de jurisdição da APDL, para o período de 2014 a 2018. Verifica-se que a fase de permanência em porto, enquanto o navio está atracado, é aquela que representa uma maior duração e um maior consumo de combustível, tendo assim esta fase um peso determinante na estimativa de emissões obtidas. A fase de manobra é a que apresenta uma menor duração e menor consumo de combustível. A classe de navio com uma maior duração de permanência no cais é a dos graneleiros sólidos.

Tabela 12. Duração média (h) das fases de viagem na área de jurisdição da APDL no período de 2014 a 2018

Porto	Classe de navio	Entrada (fases de cruzeiro e manobra) (h)	Permanência em porto (fase de atracação) (h)
Leixões	Porta contentores	1.38	16.63
	Graneleiro sólido	1.56	55.26
	Graneleiro líquido	1.43	28.24
	Outros	1.63	54.46
	Passageiros	1.11	11.39
	Rebocador	1.43	48.57
Viana do Castelo	Graneleiro sólido	1.05	49.01
	Outros	1.03	68.15
	Graneleiro líquido	1.24	62.20
	Porta contentores	1.06	59.79
	Rebocador	1.04	86.35
	Passageiros	0.98	28.55
Douro	Graneleiro sólido	1.78	54.12
	Outros	1.47	67.17
	Passageiros	1.98	108.51
	Rebocador	1.83	3.10

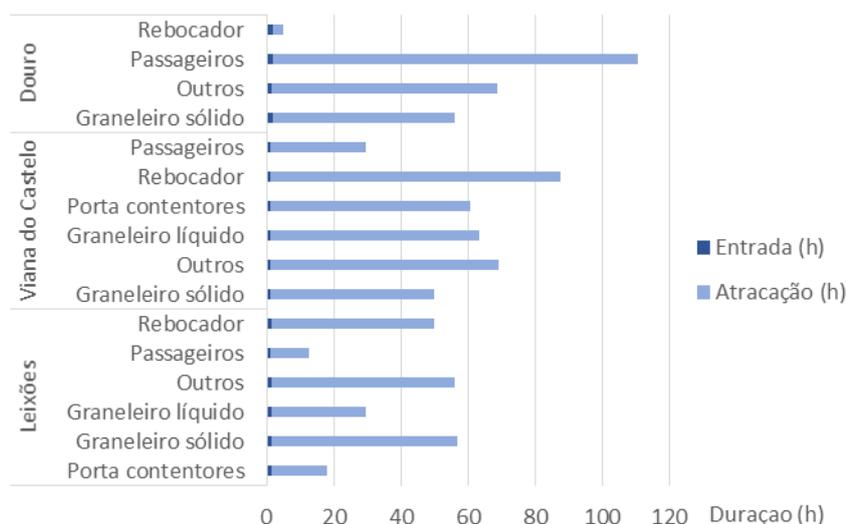


Figura 6. Duração média (h) das fases de viagem na área de jurisdição da APDL no período de 2014 a 2018

Para a estimativa de emissões do sector do transporte marítimo, através do *Tier 3*, é necessário conhecer o tipo de motor principal, de acordo com as categorias do guia metodológico EMEP/EEA (EEA, 2019):

- Gasóleo/Baixa velocidade;
- Gasóleo/Média velocidade;
- Gasóleo/Alta velocidade;
- Turbina a vapor;
- Turbina a gás
- Elétricos e Gasóleo-elétricos.

Relativamente aos motores auxiliares considerou-se que, em todos os navios, se tratam de motores a gasóleo de média velocidade.

No que diz respeito aos dados de potência do motor principal e motores auxiliares do navio recorreu-se ao cálculo da potência instalada em função da arqueação bruta do navio (GT), da sua classe e idade através das expressões indicadas no Guia EMEP/EEA (Tabelas 3-12 e 3-13 do volume NFR 1A3d Navigation, EEA, 2019).

Os fatores de emissão EMEP/EEA (EEA, 2019) para os poluentes NO_x, COVNM e partículas (PM) variam em função da fase de viagem, do motor do navio (principal e auxiliar), tipo de motor, combustível e idade do navio e encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13. Fatores de emissão para NO_x, COVNM e PM (em g/kWh) e consumo específico de combustível para diferentes tipos de motor, combustível e fase de viagem

Fase da viagem	Tipo de motor	Tipo de combustível	Fator de emissão			Consumo específico de combustível (g/kWh)
			NO _x (g/kWh)	COVNM (g/kWh)	PM* (g/kWh)	
Motor Principal						
Cruzeiro	Turbina a gás	FO	5,7	0,1	0,1	305,0
		GASOLM/GM	5,3	0,1	0,0	290,0
	Gasóleo/Alta velocidade	FO	11,8	0,2	0,8	213,0
		GASOLM/GM	11,2	0,2	0,3	203,0
	Gasóleo/Média velocidade	FO	13,0	0,5	0,8	213,0
		GASOLM/GM	12,3	0,5	0,3	203,0
	Gasóleo/Baixa velocidade	FO	16,9	0,6	1,7	195,0
		GASOLM/GM	15,8	0,6	0,3	185,0
	Turbina a vapor	FO	2,0	0,1	0,8	305,0
		GASOLM/GM	1,9	0,1	0,3	290,0
Manobra e Permanência em porto	Turbina a gás	FO	2,9	0,5	1,5	336,0
		GASOLM/GM	2,7	0,5	0,5	319,0
	Gasóleo/Alta velocidade	FO	9,5	0,6	2,4	234,0
		GASOLM/GM	8,9	0,6	0,9	223,0
	Gasóleo/Média velocidade	FO	10,4	1,5	2,4	234,0
		GASOLM/GM	9,9	1,5	0,9	223,0
	Gasóleo/Baixa velocidade	FO	13,5	1,8	2,4	215,0
		GASOLM/GM	12,7	1,8	0,9	204,0
	Turbina a vapor	FO	1,6	0,3	2,4	336,0
		GASOLM/GM	1,5	0,3	0,9	319,0
Motor Auxiliar						
Cruzeiro, Manobra e Permanência em porto	Gasóleo/Alta velocidade	FO	10,8	0,4	0,8	227,0
		GASOLM/GM	10,2	0,4	0,3	217,0
	Gasóleo/Média velocidade	FO	13,7	0,4	0,8	227,0
		GASOLM/GM	13,0	0,4	0,3	217,0

*FE de PM_{2,5} considerado igual ao de PM₁₀; FO: Fuelóleo; GASOLM: Gasóleo marítimo; GM: Gasolina marítima

Para o cálculo das emissões de outros poluentes, tais como, óxidos de enxofre (SO_x) e monóxido de carbono (CO) a metodologia EMEP/EEA (EEA, 2019) indica uma estimativa Tier 1. Nestes casos são necessários os dados relativos ao consumo de combustível dos navios em análise e ao fator de emissão, tal como representado na Equação 12.

$$E_{Viagem,i,j,c} = \sum_f (CC_c \times FE_{i,c})$$

Equação 12

Onde:

- E_{viagem} – Emissões ao longo de uma viagem completa (kg);
- CC – Consumo de combustível (t);
- FE – Fator de emissão (kg/t);
- f – Diferentes fases da viagem (permanência em porto, manobra e cruzeiro);
- i – Poluente (SO_x , CO);
- c – Tipo de combustível (fuelóleo, diesel marítimo/gasolina marítima, gasolina).

Os FE considerados para o cálculo das emissões de SO_x e CO constam da Tabela 14. O consumo de combustível a utilizar no cálculo das emissões deriva dos fatores tabelados por fase de viagem (Tabela 13).

Tabela 14. Fatores de emissão de SO_x e CO

Poluente	Combustível Gasóleo/ Gasolina marítimos	Unidade	Fonte
SO_x	1,0	kg/t combustível	EMEP/EEA, NFR 1.A.3.d (EEA, 2019)
CO	7,4	kg/t combustível	EMEP/EEA, NFR 1.A.3.d (EEA, 2019)

Para o cálculo das emissões de dióxido de carbono (CO_2) recorreu-se à metodologia *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006), mais especificamente a um nível *Tier 1*, tendo sido aplicadas a Equação 13 e Equação 14.

$$U_{CO_2(a)} = FE_{CO_2} \times Fac_{OX(c)} \times Energia_{Cons(u,c)}$$

Equação 13

$$Energia_{Cons(u,c,a)} = PCI \times Cons_c$$

Equação 14

Onde:

- $U_{CO_2(a)}$ - Emissões totais de CO_2 para a atmosfera;
- FE_{CO_2} - Fator de emissão para o combustível c e para o CO_2 (kg/GJ);
- $Fac_{OX(c)}$ - Factor de oxidação para o poluente f (rácio 0..1);
- $Energia_{Cons(u,c,a)}$ - Consumo de energia do combustível c , pela fonte u e no ano a (GJ);
- $Cons_c$ - Consumo do combustível c (t);
- PCI - Poder calorífico inferior (GJ/t).

Para proceder ao cálculo das emissões de CO₂ utilizaram-se os parâmetros indicados na Tabela 15.

Tabela 15. Parâmetros considerados na estimativa de emissões de CO₂

Poluente	Combustível Gasóleo/ Gasolina marítimos	Unidades	Fonte
Teor C	20,2	g/MJ combustível	NIR (APA, 2020b)
Teor CO ₂	74,1	g/MJ combustível	NIR (APA, 2020b)
C fóssil	1,0	%	NIR (APA, 2020b)
Fator Oxidação	0,99	Adimensional	NIR (APA, 2020b)
Teor CO ₂ x C Fóssil x Fator Oxidação	73,3	g/MJ combustível	NIR (APA, 2020b)
PCI	42,60	MJ/kg combustível	NIR (APA, 2020b)

3.8 Abordagem *bottom-up* no sector do Transporte Aéreo

A estimativa das emissões atmosféricas relativas ao sector do Transporte Aéreo, pela abordagem *bottom-up*, diz respeito aos movimentos efetuados no Aeroporto Francisco Sá Carneiro. As estimativas de emissões foram obtidas diretamente junto da APA. Os dados apresentados são relativos à submissão do Inventário Nacional de Emissões (APA, 2020a), onde se descreve igualmente a metodologia para o cálculo das emissões.

3.9 Alocação espacial de emissões

Tal como referido previamente (secção 3.1.1 Âmbito Geográfico) a estimativa de emissões apresenta-se desagregada espacialmente ao nível do concelho. Em relação às estimativas pela abordagem *top-down*, estas são efetuadas com base nos consumos de energia nos vários sectores de uso final, cujos dados de base são também desagregados por concelho.

Em relação às estimativas *bottom-up*, no sector da Indústria e Construção, as estimativas de emissões são efetuadas para a coordenada geográfica das instalações industriais. A Figura 7 representa a distribuição espacial das instalações industriais consideradas para efeitos de estimativa de emissões *bottom-up* de 2014 a 2018 na Região Norte. Em termos dos dados apresentados no presente relatório, estas emissões foram alocadas ao concelho onde se localiza cada instalação industrial.

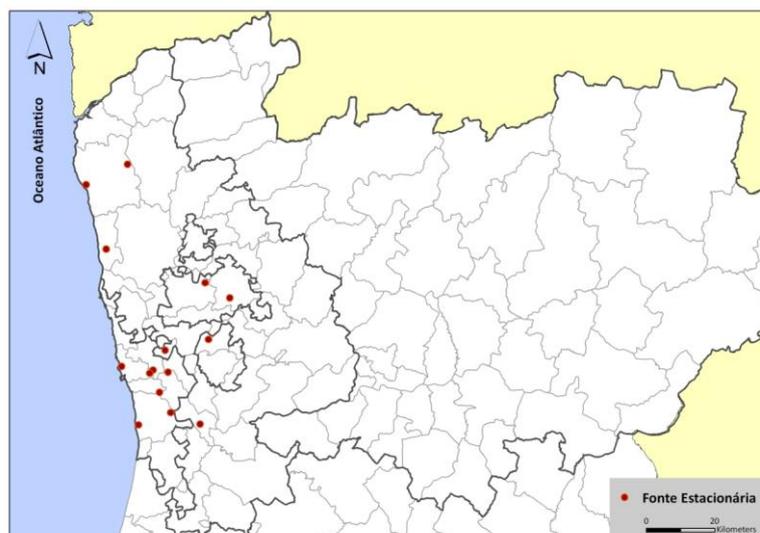


Figura 7. Localização das instalações a considerar no cálculo de emissões da região Norte pela abordagem *bottom-up*

Relativamente às estimativas efetuadas para o Sector do Transporte Rodoviário, os dados quer provenientes da Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (ASF, 2020) e dos Centros de Inspeção Periódica Obrigatória (IMT, 2020) vêm desagregados ao nível do concelho.

No que diz respeito à alocação espacial das emissões de poluentes atmosféricos do sector do Transporte Marítimo, por concelho, as emissões dos portos de Leixões e Viana do Castelo foram alocadas aos concelhos de Matosinhos e Viana do Castelo, respetivamente. Em relação à Via Navegável do Douro, foram pesquisados os portos comerciais referidos no sítio da APDL (APDL, 2020c), sendo referidos os portos de Sardoura (concelho de Castelo de Paiva), Várzea (concelho de Marco de Canaveses) e Régua-Lamego (concelho de Lamego). As emissões resultantes das deslocações por água nesta via navegável foram alocadas aos concelhos localizados na margem direita e esquerda do Rio Douro de acordo com a distância representada na Tabela 16 e na Figura 8. A repartição final de emissões foi efetuada de acordo com as percentagens finais obtidas por concelho, indicadas na Tabela 17.

Tabela 16. Distância da Via Navegável do Douro, por troço, até ao Porto de Régua-Lamego

Troços	Concelho Margem Direita	Concelho Margem Esquerda	Distância (km)	Distância (%)
1	Porto	Vila Nova de Gaia	9	9%
2	Gondomar	Vila Nova de Gaia	16	17%
3	Gondomar	Gondomar	12	12%
4	Penafiel	Castelo de Paiva	9	10%
5	Marco de Canaveses	Castelo de Paiva	3	3%
6	Marco de Canaveses	Cinfães	15	16%
7	Baião	Cinfães	6	7%
8	Baião	Resende	16	17%
9	Mesão Frio	Lamego	4	4%
10	Peso da Régua	Lamego	5	5%
Total			96	100%

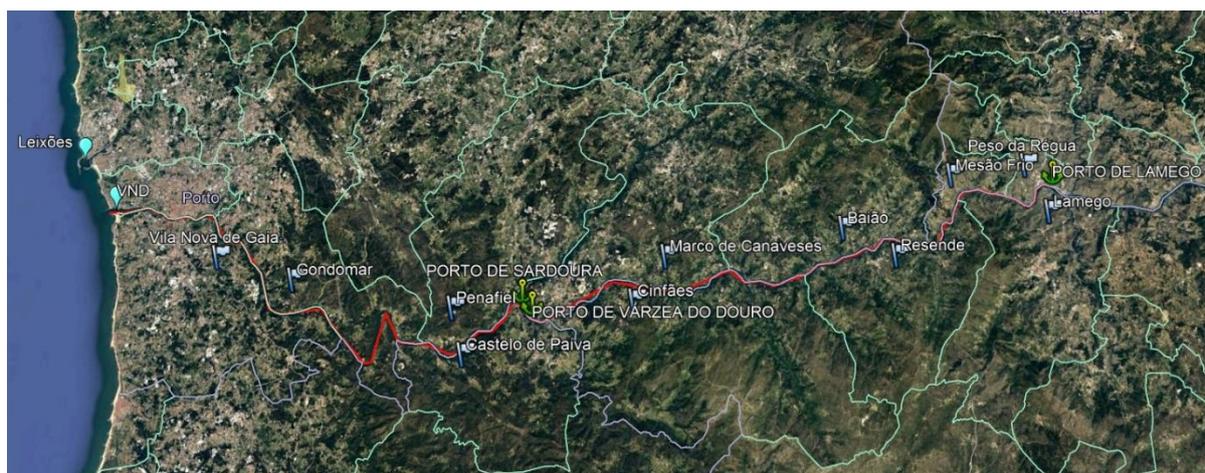


Figura 8. Representação da extensão da Via Navegável do Douro e respetivos concelhos localizados na margem direita e esquerda do Rio Douro, até ao Porto de Régua-Lamego

Tabela 17. Alocação espacial de emissões do transporte marítimo na Via Navegável do Douro por concelho

Concelho	Repartição de emissões %
Porto	5%
Vila Nova de Gaia	13%
Gondomar	21%
Penafiel	5%
Castelo de Paiva	6%
Cinfães	11%
Marco de Canaveses	10%
Baião	12%
Resende	8%
Mesão Frio	2%
Peso da Régua	3%
Lamego	5%
Total	100%

No que diz respeito ao sector do Transporte Aéreo a alocação espacial das emissões, relativas aos movimentos no Aeroporto Francisco Sá Carneiro (representado na Figura 9), foi efetuada ao concelho da Maia, onde se localiza a maior parte desta infraestrutura.



Figura 9. Representação da área ocupada pelas infraestruturas aeroportuárias do Aeroporto Francisco Sá Carneiro

4 Fontes emissões de poluentes atmosféricos

As fontes predominantes de emissão de poluentes atmosféricos encontram-se destacadas de seguida.

No que diz respeito às emissões de **óxidos de azoto** (NO_x), estas ocorrem sobretudo nas principais áreas urbanas e resultam maioritariamente do transporte rodoviário. Observam-se também emissões relativamente elevadas em concelhos onde se localizam fontes pontuais associadas à combustão industrial e produção de energia.

A nível europeu, entre os anos noventa e a primeira década dos anos dois mil, e apesar do aumento geral da atividade no sector do transporte rodoviário, ocorreu uma redução significativa de NO_x neste sector, que se deveu essencialmente à adaptação de catalisadores de três vias a veículos movidos a gasolina. Contudo, nos últimos anos, as concentrações urbanas de NO₂ nos países da UE-28 não têm diminuído tanto quanto as emissões comunicadas. O aumento da proporção de veículos a gasóleo na constituição das frotas, combinado com a maior quantidade de quilómetros percorridos por estes veículos, contribui para as maiores emissões de NO_x. Aliada a esta realidade de predominância de veículos a gasóleo, emergiu o designado caso *Dieseldgate*, em finais de 2015, em que se veio a verificar que as emissões de NO_x em condições reais de circulação (particularmente em veículos ligeiros) geralmente excedem os padrões de emissão europeus (designados por Normas Euro) permitidos. Assim, a renovação da frota circulante não tem sido suficiente para alcançar uma redução mais significativa de emissões e de concentrações de NO₂, poluente para o qual subsistem problemas de qualidade do ar em zonas urbanas de tráfego intenso.

No sector de produção de eletricidade e vapor, ocorreram reduções como resultado de medidas como a introdução de tecnologias de modificação da combustão (por exemplo, o uso de queimadores com baixo teor de NO_x, que reduzem a formação de NO_x na combustão), a implementação de técnicas de redução de gases de combustão (por exemplo, lavadores de NO_x e técnicas de redução catalítica e não catalítica seletiva) e troca de combustível do carvão para o gás natural (com emissões de NO_x significativamente mais baixas por unidade de energia) (EEA, 2018). A nível nacional as emissões de NO₂ em Portugal em 2018 provieram sobretudo do sector dos Transportes (44%), da Indústria (22%) e da Energia (11%). A sua redução a nível nacional, entre 1990 e 2018, foi de 38% (APA, 2020c).

O **monóxido de carbono** (CO) é um gás emitido durante a combustão incompleta de combustíveis fósseis e de biocombustíveis. Habitualmente o sector do transporte rodoviário é o responsável pela emissão de quantidades significativas de CO (principalmente no que aos veículos a gasolina diz respeito). Com a introdução de conversores catalíticos registou-se uma redução expressiva das emissões de CO neste sector (EEA, 2011). As emissões mais elevadas a nível nacional ocorrem em áreas urbanas. A redução das emissões totais nacionais de CO, entre 1990 e 2018, foi de 64% (APA, 2020c), destacando-se, em 2018, as contribuições dos sectores Comercial/Residencial/Serviços (38%) e Transporte Rodoviário (26%).

As emissões de **compostos orgânicos voláteis não metânicos** (COVNM) resultam principalmente da utilização de solventes, de processos industriais e dos transportes rodoviários. A sua distribuição pelo território nacional apresenta uma forte relação com a densidade populacional. No entanto, observam-se áreas com uma emissão de COVNM relativamente elevada o que se deve principalmente à presença de indústrias de produtos químicos e refinação de produtos petrolíferos. Verifica-se uma tendência decrescente nas emissões de COVNM (-36% entre 1990 e 2018), o que se deve em grande parte à evolução tecnológica dos veículos rodoviários e à utilização de tintas com menor teor de solventes. Este poluente conta também com uma importante contribuição de emissões de origem biogénica (vegetação). As emissões antropogénicas de COVNM, em 2018, foram maioritariamente provenientes da utilização de solventes (46%), contanto ainda com uma importante contribuição dos sectores da Indústria (9%), Comercial/Residencial/Serviços (10%) e Transporte Rodoviário (10%) (APA, 2020c).

Sectorialmente, o **sector dos transportes** é responsável por parte significativa das emissões de NO_x, CO e COVNM a nível nacional: aproximadamente 44% para NO_x, 26% para CO e 10% para COVNM em 2018. Apesar das tendências de rápido crescimento do sector de transporte (principalmente rodoviário) desde os anos 90, a introdução de novos veículos de passageiros com motores a gasolina com conversores catalíticos e regulação mais rigorosa sobre as emissões de veículos a gasóleo, limitaram o crescimento dessas emissões. A variação de emissões registada no sector do transporte rodoviário no período 1990-2018 para as emissões de COVNM, CO e NO_x foi de -83%, -85% e -33%, respetivamente (APA, 2020c).

As emissões de **partículas** primárias com origem antropogénica são predominantes em áreas urbanas e em localizações pontuais associadas a fontes de emissão específicas. As partículas em suspensão são geradas em processos industriais (pela combustão de carvão e fuelóleo e em emissões difusas), resultando também do tráfego rodoviário (sendo emitidas nos gases de escape dos veículos a gasóleo e provenientes do desgaste dos pneus e dos travões), de processos de queima, de movimentações de terras e da ressuspensão provocada pela passagem de veículos nas estradas. A nível nacional as emissões de PM₁₀ descrevem uma tendência de decréscimo, sendo a sua variação de -27% entre 1990 e 2018 (APA, 2020c). Os sectores dominantes em relação à emissão de PM10 em 2018 são o dos Processos industriais (29%) e o Comercial/Residencial/Serviços (28%).

As emissões de **dióxido de enxofre** (SO₂) provêm principalmente de fontes pontuais do sector da indústria e produção de energia. O carácter pontual que caracteriza as emissões de SO₂ conduz a que as concentrações sejam relativamente elevadas nos concelhos onde se localizam as principais indústrias, face à generalidade do território. A tendência das emissões de SO₂ tem mostrado, a nível nacional, uma redução significativa (-86% entre 1990 e 2018) o que reflete a implementação de medidas com efeitos positivos nas emissões deste poluente, nomeadamente, a introdução do gás natural, a instalação de tecnologias de remoção de SO₂ no sector da produção de energia, a entrada em vigor de legislação sobre a qualidade dos combustíveis, a deslocalização de produção para fora do território nacional, entre outros (APA, 2020c). As emissões com origem na Indústria e construção (53%) e Processos industriais (17%) contribuíram com 70% para o total das emissões nacionais deste poluente em 2018 (APA, 2020c).

No que diz respeito aos gases de efeito de estufa, as emissões de **dióxido de carbono** (CO₂), estão diretamente relacionadas com o teor de carbono dos combustíveis fósseis que é libertado durante a combustão. Este poluente também é emitido como resultado de determinados processos industriais. A nível nacional as contribuições mais significativas de CO₂ refletem a dependência do país nos combustíveis fósseis utilizados nos sectores da produção de eletricidade e vapor (28%), transporte rodoviário (28%) e indústria (24%), perfazendo uma contribuição de 80% das emissões nacionais em 2017 (APA, 2019).

5 Resultados

5.1 Evolução das variáveis de atividade entre 2014 e 2018

5.1.1 Consumo de energia final

A análise da tendência evolutiva das variáveis de atividade pode ajudar a perspetivar a evolução das emissões de poluentes atmosféricos. Por exemplo, o consumo de energia final, por sector e tipo de combustível, é a variável utilizada nas estimativas das emissões associadas à combustão na abordagem *top-down*. De acordo com esta metodologia de estimativa de emissões, o total de emissões depende da quantidade de combustível consumido e do fator de emissão aplicável a cada sector de atividade. Assim, sectores que se destaquem com um maior consumo de combustível, ou que tenham um fator de emissão associado mais elevado, terão maiores quantidades de emissões estimadas.

Para outros sectores, nomeadamente aqueles cujas emissões foram calculadas pela abordagem *bottom-up*, há outros dados de atividade (apresentados na secção seguinte) cuja tendência evolutiva pode ser analisada, de modo a perspetivar a evolução das emissões.

Face à informação obtida para os anos compreendidos entre 2014 e 2018, efetua-se a análise do consumo de combustível total e sectorial na região Norte (na Tabela 18 e da Figura 10 à Figura 15), de acordo com a informação disponibilizada pela DGEG (DGEG, 2020) e pelos operadores industriais inquiridos, tendo-se efetuado uma calibração de modo a não duplicar dados de consumo de combustível indicados pelas várias entidades.

Tabela 18. Consumo de combustível na região Norte por sector de atividade entre 2014 e 2018 (GJ)

Sector	Consumo de combustível (GJ)					Evolução
	2014	2015	2016	2017	2018	
Produção de Eletricidade e Vapor	27 208 598	36 759 671	40 078 536	45 894 244	47 118 265	
Indústria e Construção	15 635 302	15 877 125	16 416 891	15 685 066	16 874 601	
Transporte Rodoviário	71 442 896	72 116 683	70 584 369	70 722 929	69 280 313	
Comércio/ Serviços	5 714 903	5 826 239	7 046 674	5 781 520	6 281 127	
Doméstico	10 085 118	9 682 995	8 976 380	9 125 594	9 134 819	
Agricultura/ Florestas/ Pescas	35 734	59 758	46 532	30 822	28 145	
Total	130 122 551	140 322 471	143 149 383	147 240 174	148 717 272	

Fonte: dados de base DGEG, 2020. Dados provisórios para: 2017 e 2018 em produtos de petróleo e gás natural, 2016 gás natural.

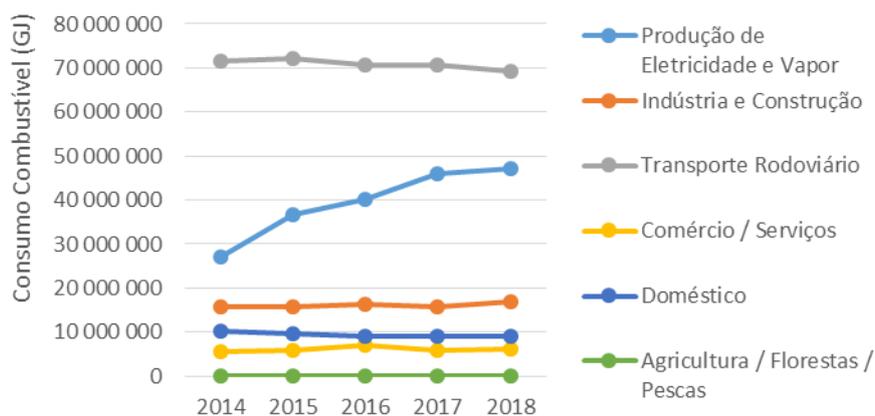


Figura 10. Consumo de combustível na região Norte por sector de atividade entre 2014 e 2018 (GJ)

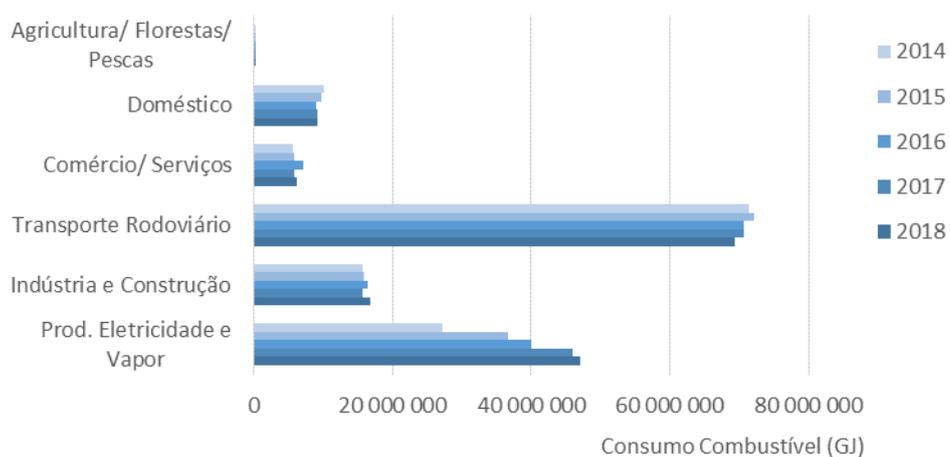


Figura 11. Consumo sectorial de combustível na região Norte entre 2014 e 2018

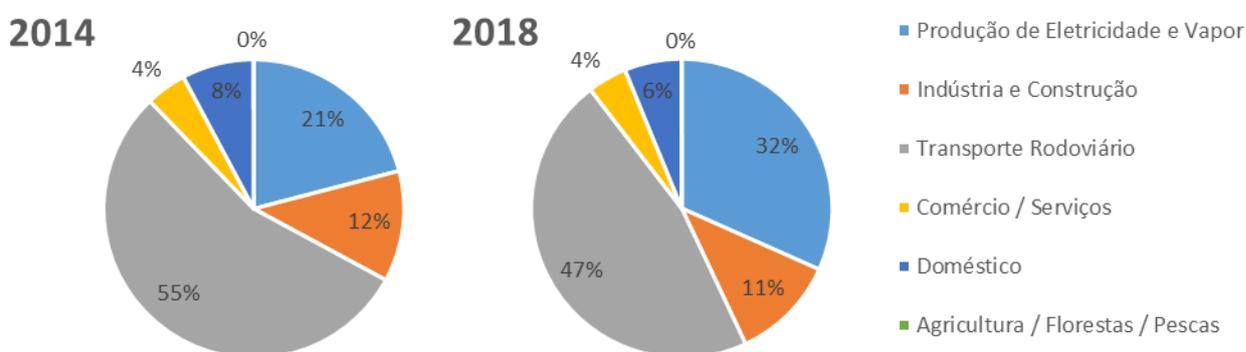


Figura 12. Consumo de combustível na região Norte por sector em 2014 e 2018 (%)

Na análise do consumo de combustível por sector (Figura 11 e Figura 12) verifica-se uma grande contribuição do consumo no sector do Transporte Rodoviário (onde é muito elevado), face aos restantes sectores, onde se incluem Produção de Eletricidade e Vapor, Indústria e Construção, Doméstico, Comércio/ Serviços, Agricultura/ Florestas/ Pescas. No ano de 2018, estes sectores, no seu conjunto, corresponderam a um consumo de combustível de 53% do total e o Transporte Rodoviário correspondeu a 47% (Figura 13). Neste último sector o gasóleo é o combustível que se destaca com o maior consumo, representando 80% do combustível utilizado no Transporte Rodoviário (Figura 14). Para os restantes sectores, o combustível dominante é o gás natural (com consumos mais elevados na Produção de Eletricidade, seguindo-se a Indústria).

Verifica-se que o consumo total de combustível aumentou entre 2014 e 2018, em 14% (Tabela 18), impulsionado pelo aumento da utilização de gás natural (GN) na Produção de Eletricidade e Vapor (Figura 14). Este aumento de consumo no sector da Produção de Eletricidade acompanha a mesma tendência, verificada a nível nacional. Por oposição, a quantidade total de combustível consumida no sector do Transporte Rodoviário baixou neste período, em 2%.

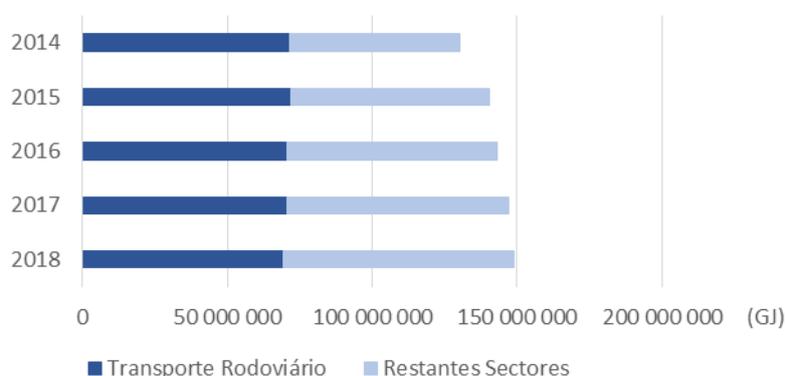


Figura 13. Consumo total de combustível na região Norte entre 2014 e 2018 (GJ)

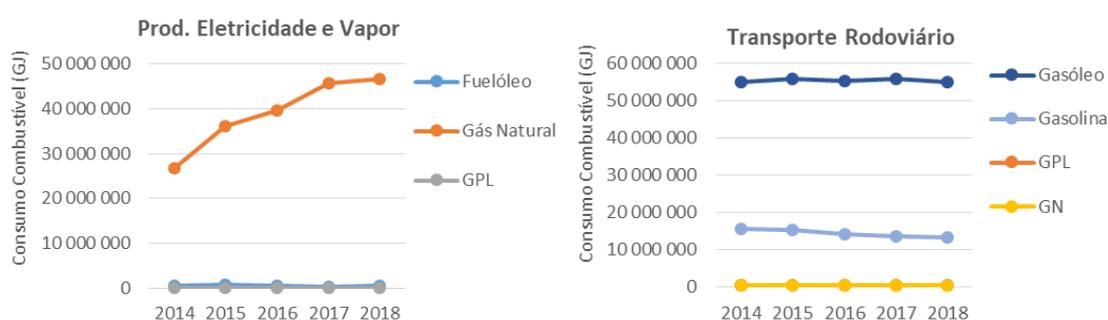


Figura 14. Consumo por tipo de combustível nos sectores da Produção de Eletricidade e Vapor e do Transporte Rodoviário na região Norte entre 2014 e 2018

Em termos da distribuição do consumo de combustível nas zonas e aglomerações da região Norte⁶, estes encontram-se representados na Figura 15 (para os anos de 2014 e 2018). Verifica-se que os consumos de gasóleo e gasolina do sector do transporte rodoviário são mais elevados na aglomeração do Porto Litoral, que contabiliza o maior número de habitantes da região Norte, contando com 1 393 279 habitantes em 2018 (PORDATA, 2019) e abrange a menor área geográfica (cerca de 789

⁶ Os concelhos que integram as diferentes zonas e aglomerações da região Norte encontram-se indicados na Tabela 1.

km²), comparativamente com as restantes zonas. Para os restantes sectores é também esta aglomeração que contabiliza o maior consumo de combustível, em que se destaca o combustível gás natural.

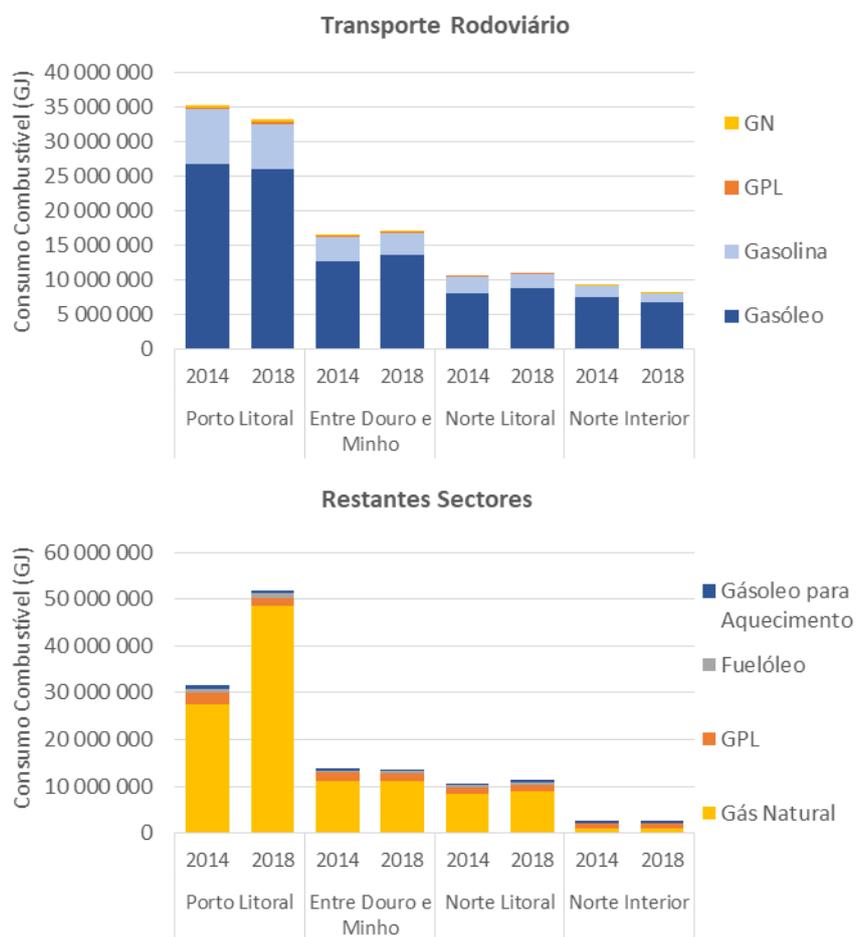


Figura 15. Consumo de combustível por zona da região Norte (em 2014 e 2018)

Por último, uma breve nota em relação ao consumo de combustível nos sectores do Comércio e Serviços e Doméstico, em 2016 (Figura 16): as alterações relativamente abruptas no consumo de gasóleo para aquecimento, neste ano, entre os dois sectores podem representar uma realocação de consumos, de um sector para outro, nos dados de base, podendo não corresponder a uma redução real do consumo de combustível no sector Doméstico e aumento no do Comércio e Serviços. Estas variações podem refletir-se posteriormente nas estimativas das séries anuais de emissões.

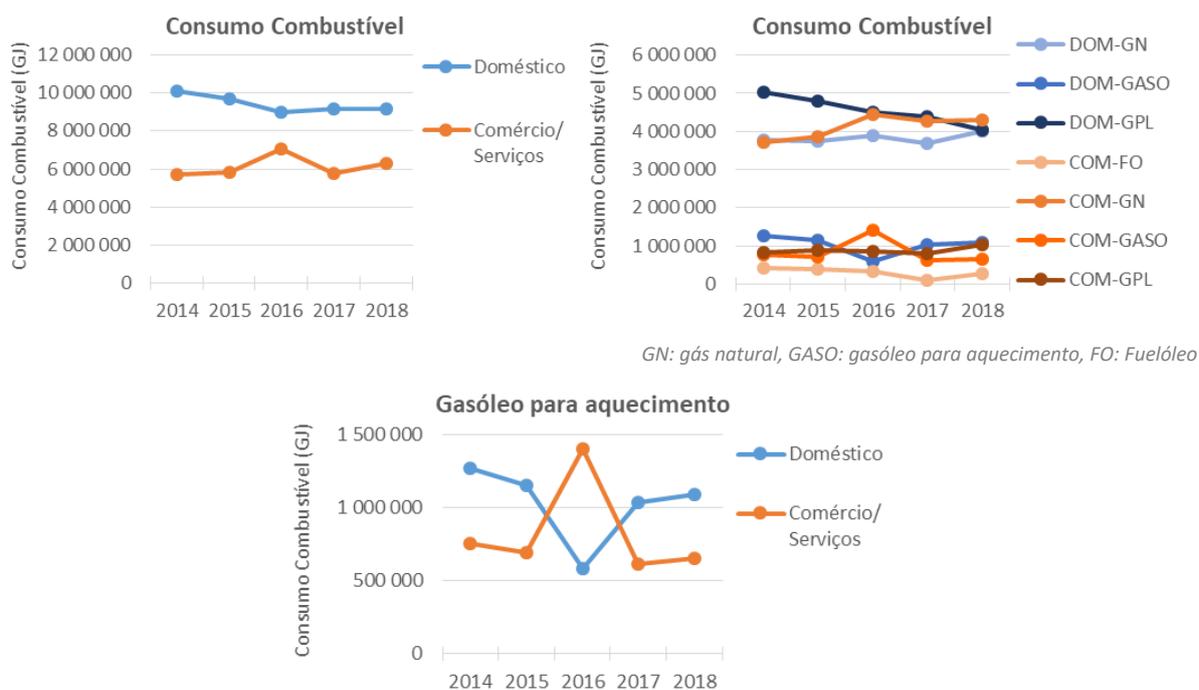


Figura 16. Consumo de combustível nos sectores Doméstico e do Comércio/Serviços (GJ)

5.1.2 Outras variáveis de atividade

Relativamente a outras variáveis de atividade (para além do consumo de combustível por sector) apresentam-se dados relativos aos sectores do Transporte Marítimo e Aéreo.

No que diz respeito ao sector do Transporte Marítimo, verifica-se que globalmente os movimentos de navios aumentaram progressivamente até 2016, após o que apresentaram uma ligeira redução (Tabela 19 e Tabela 20). Entre 2014 e 2018, têm-se registado reduções (entre 7% a 11%) em algumas das classes de navios de carga (porta contentores, carga geral e granel líquido) e aumentos significativos nos movimentos de Ro-Ro (76%), passageiros (38%), graneis sólidos (21%) e na categoria de outros (principalmente devido a movimentos de navios de guerra, batelões e dragas).

Tabela 19. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018

Classe Navio	2014	2015	2016	2017	2018	Tendência	Δ2018-2014 (%)
Rebocador	8 185	8 844	8 900	8 745	8 848		8%
Porta contentores	1 129	1 073	1 122	1 016	1 045		-7%
Carga geral	941	926	918	970	840		-11%
Graneleiro líquido	453	477	430	452	421		-7%
Ro-Ro	107	149	156	174	188		76%
Graneleiro sólido	73	109	111	105	88		21%
Passageiros	79	89	90	111	109		38%
Outros	21	83	83	79	54		157%
Pesca	0	1	0	2	1		NA
Total	10 988	11 751	11 810	11 654	11 594		6%

Tabela 20. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018

Porto	2014	2015	2016	2017	2018	Tendência	Δ2018-2014 (%)
Leixões	10 788	10 931	11 019	10 747	10 815		0.3%
Viana do Castelo	187	797	769	871	760		306%
Via Navegável do Douro	13	23	22	36	19		46%
Total	10 988	11 751	11 810	11 654	11 594		6%

Relativamente ao sector do Transporte Aéreo, os movimentos no Aeroporto Francisco Sá Carneiro têm representado anualmente um peso de cerca de 25% dos movimentos aeroportuários nacionais (no período de 2014 a 2018). Entre 2014 e 2018 os movimentos aumentaram 47%, numa trajetória crescente ao longo dos anos (Tabela 21). Em termos de consumo de combustível, registou-se um aumento de 49% associado a voos internacionais e em maior proporção (59%) associado a movimentos domésticos (Tabela 22).

Tabela 21. Distribuição do número de movimentos de aeronaves (ciclos LTO) no Aeroporto do Porto, no período de 2014 a 2018

Aeroporto	2014	2015	2016	2017	2018	Tendência	Δ2018-2014 (%)
Porto (OPO)	32 016	35 248	39 549	43 544	46 997		47%

Tabela 22. Distribuição do consumo de combustível (ton) associado a movimentos internacionais e domésticos, no Aeroporto do Porto, no período de 2014 a 2018

Tipo de movimento	2014	2015	2016	2017	2018	Tendência	Δ2018-2014 (%)
Movimentos Internacionais	20 141	22 241	23 991	26 856	29 965		49%
Movimentos Domésticos	4 753	5 311	7 093	7 596	7 534		59%
Total	24 894	27 552	31 084	34 452	37 499		51%

5.2 Emissões de poluentes atmosféricos

Tendo em conta a desagregação da informação base reunida, foi possível estimar as emissões atmosféricas na região Norte, entre 2014 e 2018, por poluente e sector de atividade.

Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 23 e da Figura 17 à Figura 22 (integrando os resultados das abordagens *top-down* e *bottom-up*). De um modo geral, em relação à evolução das emissões dos poluentes atmosféricos, verifica-se que:

- há poluentes que apresentam um decréscimo contínuo, como é o caso do CO e COVNM;
- outros apresentam um decréscimo ligeiro das emissões anuais como é o caso do NO_x;
- para as PM (PM₁₀ e PM_{2,5}) houve uma fase inicial de aumento de emissões e posterior decréscimo/estabilização;
- por fim, para o SO₂ e CO₂, ocorreu um aumento (ligeiro no caso do CO₂ e pronunciado no caso do SO₂) entre 2014 e 2018.

Para grande parte dos poluentes (com exceção do SO₂) o sector do Transporte Rodoviário tem um peso significativo nas emissões de combustão. No caso do NO_x e CO₂, também assume relevância a contribuição do sector da Produção de Eletricidade e Vapor e Indústria e Construção.

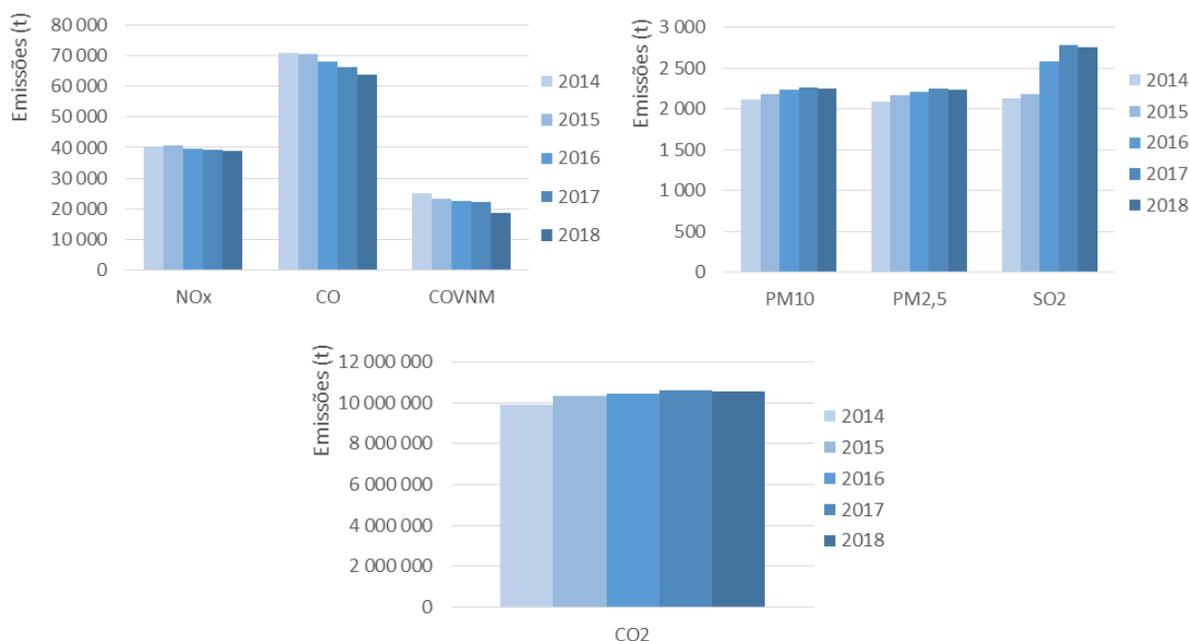


Figura 17. Emissões totais estimadas por poluente e ano (t)

Tabela 23. Estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano (t)

Poluente	Sector Inventário	Emissões (t)					Evolução	Variação 2014-2018
		2014	2015	2016	2017	2018		
NO _x	Produção de Eletricidade e Vapor	1 200	1 374	1 469	1 293	1 229		2%
	Indústria e Construção	3 649	3 411	3 409	3 245	3 238		-11%
	Transporte Rodoviário	32 126	32 548	31 068	31 300	30 730		-4%
	Transporte Aéreo	653	729	835	943	1 014		55%
	Transporte Marítimo	1 621	1 686	1 710	1 691	1 710		5%
	Comércio/ Serviços	631	635	846	508	629		0%
	Doméstico	471	452	405	402	419		-11%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	4	6	5	2	1		-68%
Total	40 355	40 841	39 747	39 384	38 970		-3%	
CO	Produção de Eletricidade e Vapor	761	881	960	950	915		20%
	Indústria e Construção	1 712	1 633	1 763	1 665	1 735		1%
	Transporte Rodoviário	66 867	66 105	63 859	61 858	59 703		-11%
	Transporte Aéreo	951	1 099	749	1 269	844		-11%
	Transporte Marítimo	119	124	124	121	120		1%
	Comércio/ Serviços	217	220	286	180	221		2%
	Doméstico	279	266	224	237	247		-11%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	1	2	2	1	1		-64%
Total	70 907	70 331	67 966	66 280	63 786		-10%	
COVNM	Produção de Eletricidade e Vapor	241	284	312	343	351		46%
	Indústria e Construção	10 997	9 304	9 114	8 874	5 705		-48%
	Transporte Rodoviário	13 644	13 492	13 053	12 650	12 209		-11%
	Transporte Aéreo	77	79	88	105	101		33%
	Transporte Marítimo	74	78	77	78	76		2%
	Comércio/ Serviços	112	118	134	105	126		13%
	Doméstico	16	15	14	14	14		-11%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	1	1	1	0	0		-47%
Total	25 161	23 371	22 795	22 169	18 583		-26%	
PM ₁₀	Produção de Eletricidade e Vapor	71	84	85	83	86		21%
	Indústria e Construção	161	180	186	197	175		9%
	Transporte Rodoviário	1 596	1 616	1 610	1 621	1 590		0%
	Transporte Aéreo	243	269	303	336	366		51%
	Transporte Marítimo	52	54	55	55	54		4%
	Comércio/ Serviços	27	26	39	18	23		-13%
	Doméstico	12	11	10	10	11		-11%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	0	0	0	0	0		-90%
Total	2 162	2 241	2 289	2 321	2 305		7%	
PM _{2,5}	Produção de Eletricidade e Vapor	65	77	79	79	81		24%
	Indústria e Construção	150	169	174	186	165		10%
	Transporte Rodoviário	1 596	1 616	1 610	1 621	1 590		0%
	Transporte Aéreo	243	269	303	336	366		51%
	Transporte Marítimo	52	54	55	55	54		4%
	Comércio/ Serviços	23	22	34	16	20		-13%
	Doméstico	12	11	10	10	11		-11%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	0	0	0	0	0		-89%
Total	2 141	2 220	2 265	2 303	2 286		7%	
SO ₂	Produção de Eletricidade e Vapor	635	886	1 187	1 458	1 566		146%
	Indústria e Construção	1 218	1 032	1 109	1 095	938		-23%
	Transporte Rodoviário	33	33	32	32	32		-3%
	Transporte Aéreo	20	22	25	28	30		49%
	Transporte Marítimo	16	17	17	16	16		1%
	Comércio/ Serviços	108	103	164	69	90		-17%
	Doméstico	90	82	43	74	78		-14%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	1	1	1	0	0		-96%
Total	2 121	2 176	2 577	2 774	2 750		30%	
CO ₂	Produção de Eletricidade e Vapor	1 485 670	2 029 478	2 311 262	2 641 895	2 636 565		77%
	Indústria e Construção	2 222 529	2 096 739	2 038 362	1 932 210	1 878 150		-15%
	Transporte Rodoviário	5 147 556	5 197 415	5 092 449	5 104 816	5 001 029		-3%
	Transporte Aéreo	77 335	84 898	95 642	108 341	115 365		49%
	Transporte Marítimo	49 742	52 451	52 154	51 241	50 579		2%
	Comércio/ Serviços	308 022	321 296	378 125	279 154	338 521		10%
	Doméstico	575 776	551 247	486 800	490 881	508 192		-12%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	2 177	3 692	2 727	1 275	1 080		-50%
Total	9 868 807	10 337 215	10 457 521	10 609 813	10 529 481		7%	

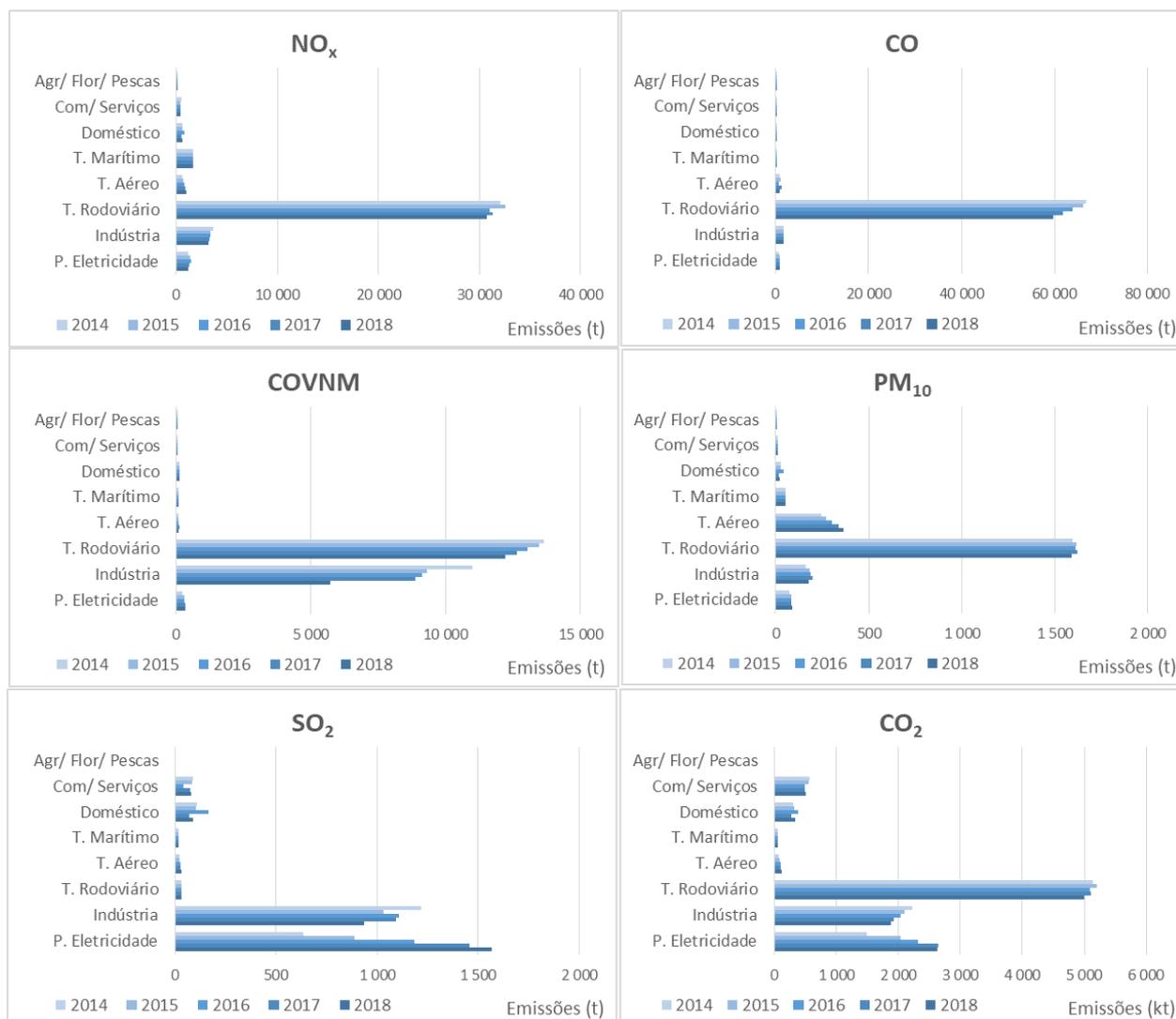


Figura 18. Estimativa de emissões por sector de atividade e ano

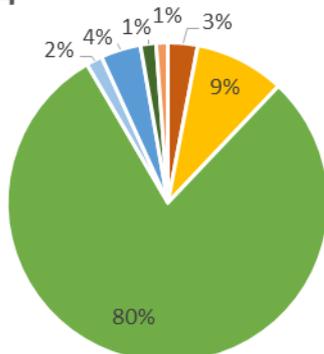
Na análise poluente a poluente destacam-se os seguintes aspetos:

- NO_x:
 - verifica-se que o peso do sector do Transporte Rodoviário é muito significativo para as emissões totais, contribuindo com cerca de 79% em 2018;
 - segue-se o sector da Indústria e Construção (8%), cujas emissões têm vindo a diminuir ao longo dos anos, e o do Transporte Marítimo (4%);
 - o sector do Transporte Rodoviário é responsável por um consumo de combustível muito significativo face aos restantes, o que faz com que seja predominante nas emissões de NO_x. O contributo importante deste sector para as emissões de NO_x na região resulta do elevado consumo de gasóleo, mas também do maior contributo da tecnologia de queima deste combustível - motor de combustão interna - quando comparada com outros equipamentos de combustão;
- CO:
 - para este poluente o sector do Transporte Rodoviário é quase totalitário no peso relativo dos vários sectores de atividade para as emissões totais, contribuindo com cerca de 94% em 2018. Neste sector, para além de haver um consumo de combustível significativo face aos restantes sectores, os principais combustíveis utilizados geram

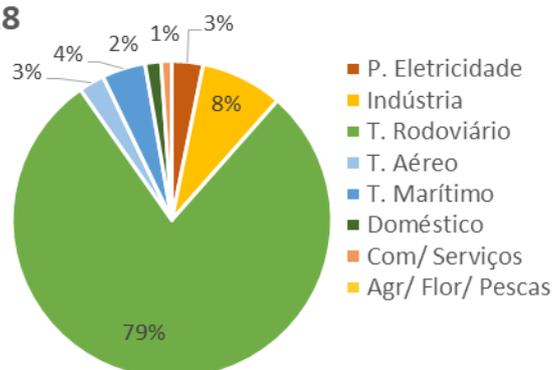
maiores emissões deste poluente (principalmente a gasolina), fazendo com que se destaque no total de emissões da região;

- o sector seguinte, com maior peso nas emissões de CO, é o da Indústria (3%);
- COVNM:
 - verifica-se que o sector do Transporte Rodoviário contribui com 66% das emissões de COVNM. Neste sector, os principais combustíveis utilizados (principalmente a gasolina) geram as maiores emissões deste poluente;
 - destaca-se ainda o sector da Indústria e Construção, com um peso de 31% nas emissões de COVNM. Os COVNM têm uma importante fonte de emissão entre os processos industriais – sendo este um exemplo de emissões que só foram possíveis de apurar no detalhe da estimativa bottom-up;
- PM₁₀ e PM_{2,5}:
 - uma vez que os resultados de emissões de partículas PM₁₀ são muito semelhantes aos de PM_{2,5} opta-se, em algumas das representações gráficas, por uma questão de simplificação, por indicar apenas as emissões relativas a PM₁₀;
 - verifica-se que o sector do Transporte Rodoviário tem um peso relativo significativo de 69% em relação aos restantes sectores de atividade, em 2018. Para este sector é significativo o contributo do consumo de combustível, principalmente em veículos a gasóleo, resultando num total de emissões elevado;
 - outro dos sectores com destaque é o do Transporte Aéreo, com um nível de atividade crescente entre 2014 e 2018 e com um peso relativo nas emissões de PM₁₀ que aumentou de 11% para 16% nesse período;
 - a contribuição do sector Industrial situa-se nos 8%;
- SO₂:
 - através da Figura 20 verifica-se que os principais sectores a contribuir para as maiores emissões de SO₂ são o da Produção de Eletricidade e Vapor (57%) e Indústria e Construção (34%);
 - o aumento nas emissões no sector da Produção de Eletricidade e Vapor aumentaram impulsionadas pelo maior consumo de combustível na Central de Ciclo Combinado da Tapada do Outeiro;
 - nota: as diferenças nas emissões de SO₂, em 2016, entre os sectores Doméstico e Comércio/Serviços podem resultar de realocações no consumo de e combustível entre sectores, e não de alterações reais (tal como descrito anteriormente e representado na Figura 16);
- CO₂:
 - uma vez que as emissões de CO₂ estão relacionadas com a quantidade de carbono existente no combustível, e não tanto com a tecnologia de queima, a variação entre sectores dependerá da quantidade de combustível consumido;
 - desta forma o sector que assume maior relevância nas emissões de CO₂ é o do Transporte Rodoviário (48%), seguido pelo da Produção de Eletricidade e Vapor (25%) e Indústria e Construção (18%), em 2018, acompanhando a hierarquia de consumo de combustível (tal como representado na Figura 11);
 - no período em estudo as emissões de CO₂ do sector do Transporte Rodoviário tenderam a diminuir e as da Produção de Eletricidade e Vapor a aumentar.

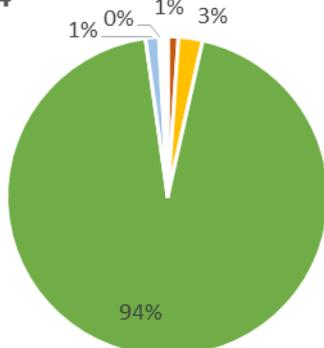
Emissões de NO_x por sector 2014



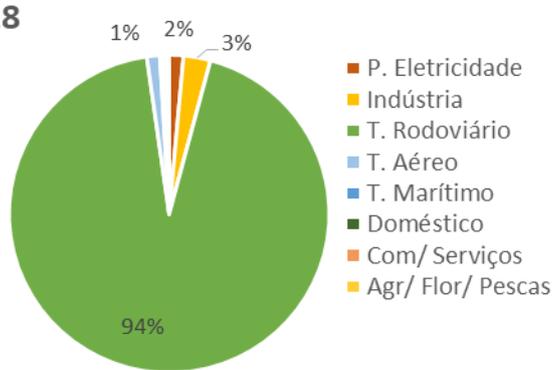
2018



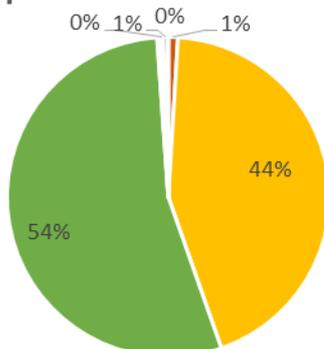
Emissões de CO por sector 2014



2018



Emissões de COVNM por sector 2014



2018

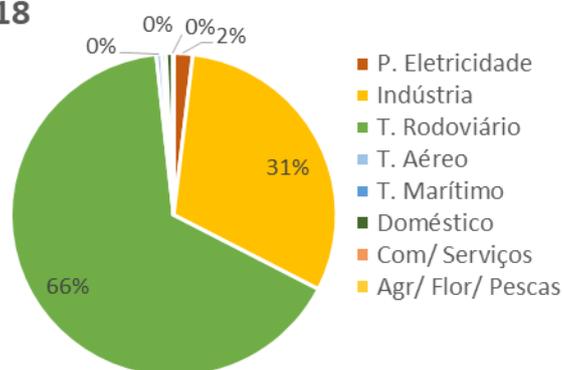
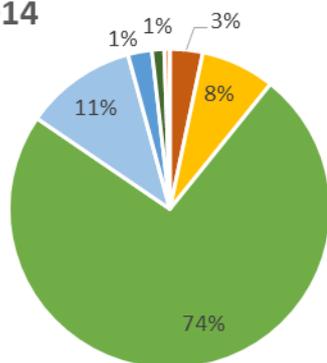


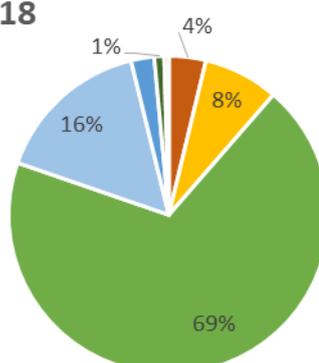
Figura 19. Estimativa de emissões de NO_x, CO e COVNM por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)

Emissões de PM₁₀ por sector

2014



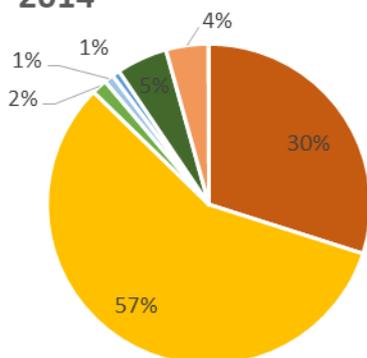
2018



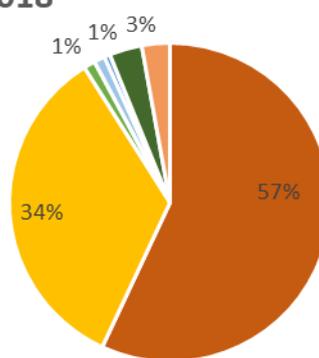
- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Doméstico
- Com/ Serviços
- Agr/ Flor/ Pescas

Emissões de SO₂ por sector

2014



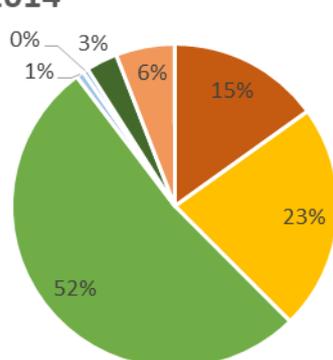
2018



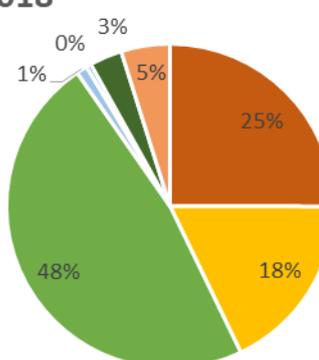
- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Doméstico
- Com/ Serviços
- Agr/ Flor/ Pescas

Emissões de CO₂ por sector

2014



2018



- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Doméstico
- Com/ Serviços
- Agr/ Flor/ Pescas

Figura 20. Estimativa de emissões de PM₁₀, SO₂ e CO₂ por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)

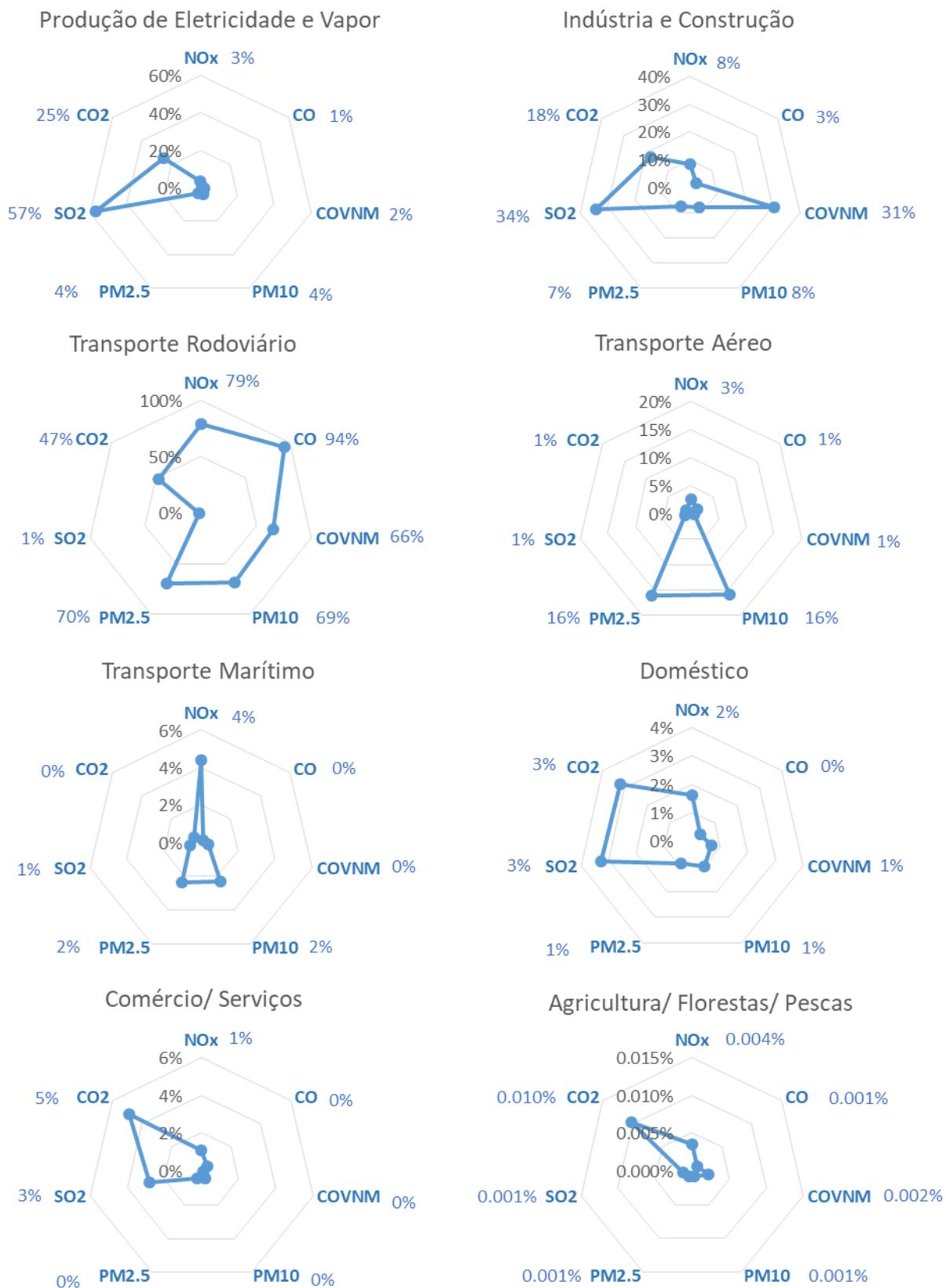


Figura 21. Peso relativo da contribuição de emissões de poluentes atmosféricos de cada sector de atividade, face ao total nacional, em 2018 (%)

A Figura 22 e a Figura 23 apresentam a distribuição das emissões estimadas por zona⁷. Verifica-se que a aglomeração do Porto Litoral (com cerca de 789 km² e 1 393 279 habitantes no ano de 2018 (PORDATA, 2019)) é a que totaliza as maiores emissões na região Norte, que decrescem de um modo geral consecutivamente para a aglomeração de Entre Douro e Minho (com cerca de 895 km² e 779 129 habitantes), Norte Litoral (cerca de 4 791 km² e 886 723 habitantes) e Norte Interior (cerca de 14 865 km² e 515 280 habitantes). Sectorialmente (

Figura 23) a aglomeração do Porto Litoral tem maiores contribuições, face às restantes, destacando-se os sectores da Produção de Eletricidade e Indústria. Também nesta aglomeração, o Transporte Aéreo e Marítimo assumem algum destaque nas emissões de SO₂ e PM₁₀.

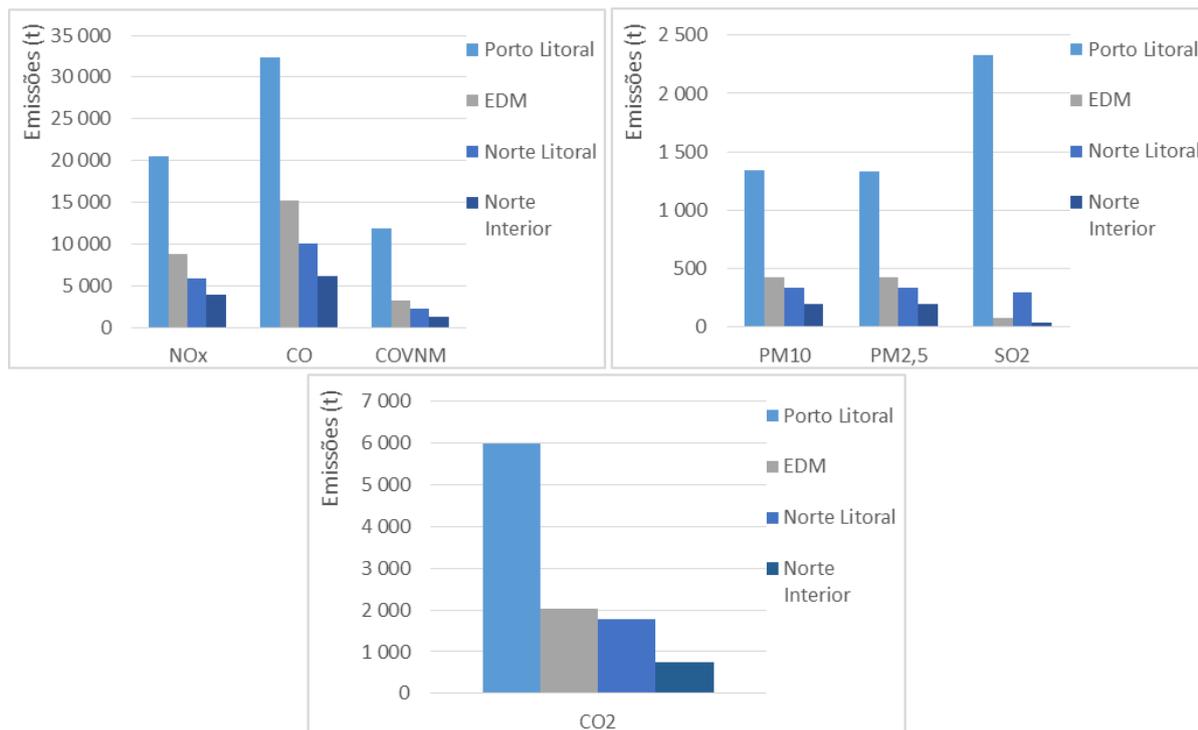


Figura 22. Estimativa de emissões por zona para o ano de 2018

⁷ Os concelhos que integram as diferentes zonas e aglomerações da região Norte encontram-se indicados na Tabela 1.

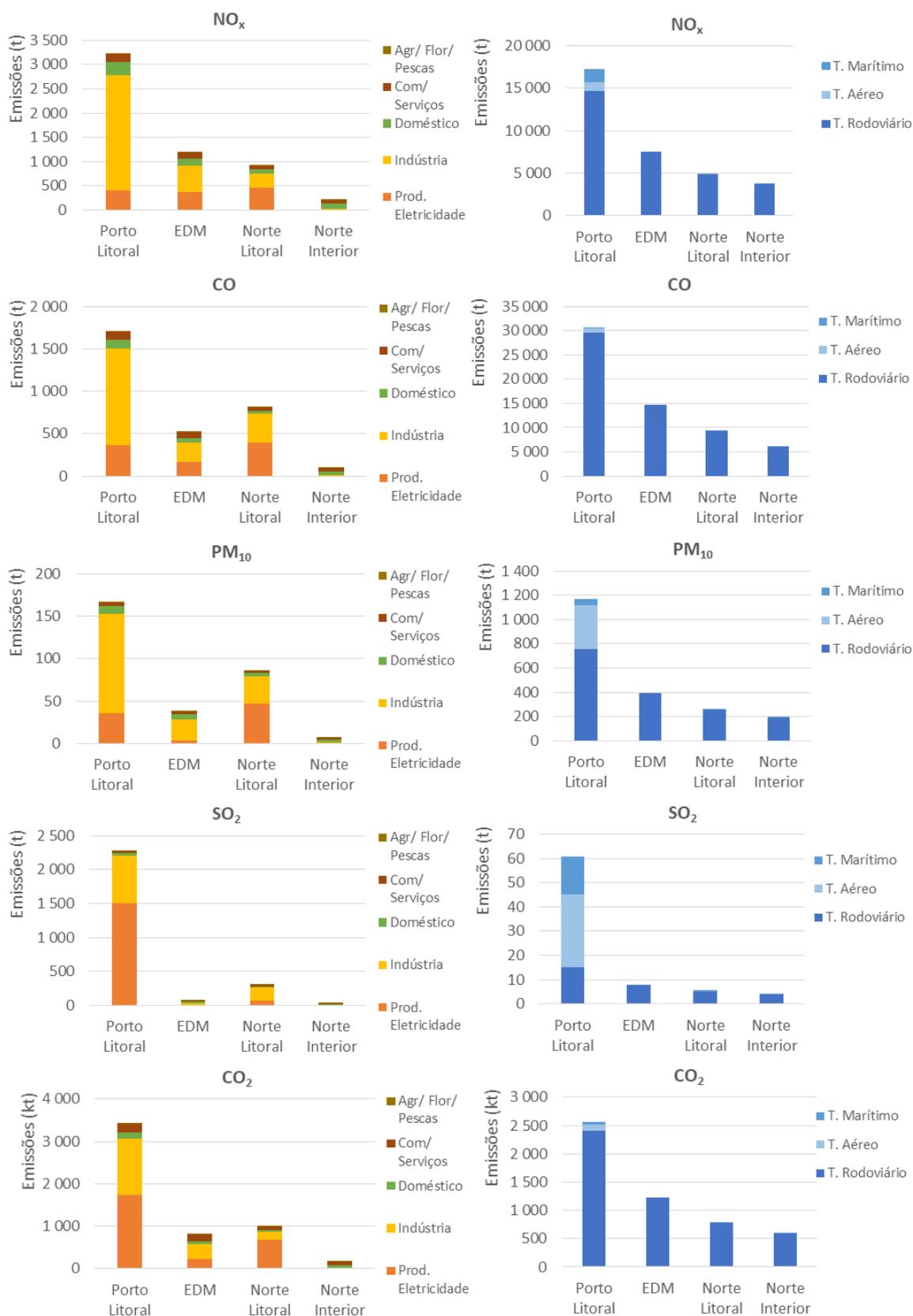


Figura 23. Estimativa de emissões por zona e sector para o ano de 2018

Em termos dos totais de emissões obtidos por concelho, apresenta-se na Tabela 24 o conjunto dos cinco concelhos que totalizam as maiores emissões face ao total da região Norte, em 2018. Verifica-se que Matosinhos, Vila Nova de Gaia, Porto e Braga são os concelhos que mais frequentemente surgem com as maiores contribuições em termos de emissões dos vários poluentes, principalmente devido à contribuição dos sectores do Transporte Rodoviário e Indústria. Maia e Gondomar também surgem no caso das PM₁₀ e SO₂, devido à contribuição dos sectores do Transporte Aéreo (no caso da Maia) e da Produção de Eletricidade e Vapor (no caso de Gondomar), respetivamente.

Tabela 24. Estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano (t)

Concelho	NO _x	%	Concelho	CO	%	Concelho	COVNM	%
Matosinhos	6 979	18%	Matosinhos	7 176	11%	Matosinhos	6 407	34%
VN Gaia	3 570	9%	VN Gaia	6 023	9%	VN Gaia	1 253	7%
Maia	2 827	7%	Porto	5 353	8%	Porto	1 102	6%
Porto	2 377	6%	Braga	4 675	7%	Braga	968	5%
Braga	2 326	6%	Maia	4 544	7%	Maia	869	5%
Restantes	20 890	54%	Restantes	36 015	56%	Restantes	7 983	43%
Total	38 970	100%	Total	63 786	100%	Total	18 583	100%

Concelho	PM ₁₀	%	Concelho	SO ₂	%	Concelho	CO ₂	%
Maia	476	21%	Gondomar	1 297	47%	Matosinhos	1 718 696	16%
Matosinhos	320	14%	Matosinhos	382	14%	Gondomar	1 663 081	16%
VN Gaia	169	7%	VN Gaia	285	10%	V. Castelo	782 754	7%
Porto	119	5%	Porto	211	8%	VN Gaia	681 537	6%
Braga	117	5%	V. Castelo	156	6%	Porto	542 936	5%
Restantes	1 105	48%	Restantes	418	15%	Restantes	5 140 476	49%
Total	2 305	100%	Total	2 750	100%	Total	10 529 481	100%

6 Considerações finais

O presente inventário de emissões atmosféricas diz respeito à região Norte, abrange uma área total de cerca de 21 340 km² com 3 574 411 habitantes (em 2018). Foi possível efetuar a estimativa de emissões de poluentes atmosféricos, para os anos compreendidos entre 2014 e 2018, através da abordagem metodológica *top-down* e *bottom-up*, utilizando-se para tal dados de atividade relativos a diversos sectores, quer por pesquisa bibliográfica, quer por contacto direto com várias entidades (ex: operadores industriais, IMT, APA, APDL).

Para o período temporal em análise, compreendido entre 2014 e 2018, verifica-se que o consumo de combustível aumentou 14%. Para o total da região Norte a maior fração de combustível é consumida no sector do Transporte Rodoviário (que representou 47% do consumo em 2018). Apesar do consumo neste sector apresentar uma tendência ligeiramente decrescente, desde 2015, o consumo total de energia na região aumentou, impulsionado pelo aumento da utilização de gás natural no sector da Produção de Eletricidade e Vapor.

Em termos da tendência de evolução das emissões atmosféricas, entre 2014 e 2018, esta tem sido distinta de acordo com os poluentes: de decréscimo no caso dos COVNM (-26%), CO (-10%) e NO_x (-3%), de aumento no caso do SO₂ (30%), CO₂ (7%) e partículas PM₁₀ e PM_{2,5} (aumento de 7% em ambos os casos).

Para grande parte dos poluentes (com exceção do SO₂) o sector do Transporte Rodoviário tem um peso significativo nas emissões totais. No caso do SO₂ e CO₂, também assume relevância a contribuição do sector da Produção de Eletricidade e Vapor que, tendo aumentado a atividade nos anos em estudo, se reflete nos aumentos de emissões.

No que diz respeito à distribuição espacial das emissões, verifica-se que, de um modo geral, as zonas com maior população são aquelas em que se obtiveram as maiores emissões, destacando-se o Porto Litoral, sendo a aglomeração mais pequena em área, com a maior população (com cerca de 789 km² e 1 383 279 habitantes) e totalizando as maiores emissões dos vários poluentes atmosféricos.

7 Referências bibliográficas

APA – Agência Portuguesa do Ambiente, (2019). Emissões de Poluentes Atmosféricos por Concelho 2015 e 2017: Gases acidificantes e eutrofizantes, precursores de ozono, partículas, metais pesados, poluentes orgânicos persistentes e gases com efeito de estufa. Edição Agência Portuguesa do Ambiente, Agosto 2019, Amadora. Disponível em:

<https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=150&sub2ref=1408>.

APA – Agência Portuguesa do Ambiente, (2020a). Portuguese Informative Inventory Report 1990 – 2018 Submitted under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Portuguese Environmental Agency, Amadora, April, 15th 2020. Disponível em: <https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=150>.

APA – Agência Portuguesa do Ambiente, (2020b). Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990 – 2018. Portuguese Environmental Agency, Amadora, April, 15th 2020. Disponível em: <https://apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=150>.

APA – Agência Portuguesa do Ambiente, (2020c). Portuguese Informative Inventory Report 1990 – 2018 Submitted under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution – Nomenclature For Reporting (NFR). Portuguese Environmental Agency, Amadora, April, 15th 2020. Disponível em:

https://apambiente.pt/_zdata/Inventario/20200414/NFR_PT_subm2020_V4_Table_Continente.zip

APDL – Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, (2018). Relatório de Sustentabilidade 2018. Disponível em: <https://www.apdl.pt/relatorio-de-sustentabilidade>.

APDL – Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, (2020a). Navios com escala nos portos de Leixões, Viana do Castelo e Via Navegável do Douro e respetivos Pontos de Relato. Informação não publicada.

APDL – Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, (2020b). Porto de Leixões/ Características. Disponível em: <https://www.apdl.pt/caracteristicas/localizacao>.

APDL – Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo, (2020c). Via Navegável do Douro/ Canal de Navegação/ Características da Via. Disponível em:

<https://douro.apdl.pt/f?p=100:7:12433575888126:::7::>

ASF – Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (2020). Parque Automóvel Seguro de 2014 a 2018 na região Norte. Disponível em: <https://www.asf.com.pt/NR/exeres/7D383D46-9431-416E-98C7-395B0A9E7080.htm>.

Comissão Europeia, (2001-2013). Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Documents on Best Available Techniques (BREF). Disponível em: <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>.

DGEG - Direção-Geral de Energia e Geologia (2020). Vendas de Produto do Petróleo no Mercado Interno e Consumo de Gás Natural no Mercado Interno, por Sector de Atividade Económica e Município. Disponível em: <http://www.dgeg.pt>.

EEA – European Environment Agency, (2011). Air quality in Europe — 2011 report. EEA Technical report No 12/2011, Copenhagen, ISBN: 978-92-9213-232-3, Publications Office of the European Union.

EEA – European Environment Agency, (2019). EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 13/2019. ISSN 1977-8449. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>.

IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes, IP (2020). Inspeções Periódicas Obrigatórias realizadas em 2014 e em 2018 na região Norte – características dos veículos sujeitos a inspeção por concelho (categoria, cilindrada, tecnologia, combustível, km percorridos). Informação não publicada.

INE – Instituto Nacional de Estatística, (2011). Censos 2011 Resultados Definitivos - Dados de população residente por freguesia, Disponível em: <http://censos.ine.pt>.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2000a). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/guidelin/ch1ref1.pdf>.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2000b). IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/2_Energy.pdf.

IPCC – The Intergovernmental Panel on Climate Change, (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

PORDATA, (2019). Base de Dados Portugal Contemporâneo – População residente por município (2001, 2011, 2018), Acedido em Junho de 2020, Disponível em: <https://www.pordata.pt/DB/Municipios/Ambiente+de+Consulta/Tabela>.

USEPA, (1982-2009). AP-42: Compilation of Air Emission Factors, Office of Air Quality Planning and Standards, Office of Air and Radiation, US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC 27711. Fifth Edition.