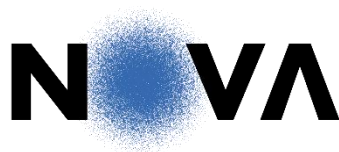


INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DA REGIÃO NORTE | 2014 - 2018

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

Resumo Executivo	8
1 Objeto	10
2 Enquadramento.....	11
3 Fontes emissoras de poluentes atmosféricos	12
4 Metodologia.....	14
4.1 Âmbito, Poluentes e Sectores de Atividade.....	14
4.1.1 Âmbito Geográfico	14
4.1.2 Âmbito temporal.....	17
4.1.3 Poluentes atmosféricos.....	17
4.1.4 Sectores de atividade.....	17
4.2 Processo de elaboração do inventário e fontes de informação	18
4.3 Abordagens metodológicas para a estimativa das emissões	20
4.4 Abordagem <i>top-down</i> multisectorial	22
4.4.1 Poder Calorífico Inferior.....	24
4.4.2 Fatores de emissão	25
4.4.3 Nível de atividade.....	26
4.5 Abordagem <i>bottom-up</i> no sector da Indústria, Construção e Produção de Eletricidade e Vapor	27
4.5.1 Recolha de informação de base.....	27
4.5.2 Estimativa de emissões	29
4.5.3 Estimativas com base em dados de Monitorização.....	30
4.5.4 Estimativas com base em Fatores de Emissão.....	30
4.5.5 Estimativas com base em Balanços de Massa	36
4.6 Abordagem <i>bottom-up</i> no sector do Transporte Rodoviário	36
4.6.1 Recolha de informação de base	36
4.6.2 Estimativa de emissões	41
4.7 Abordagem <i>bottom-up</i> no sector do Transporte Marítimo	42
4.7.1 Recolha de informação de base	42
4.7.2 Estimativa de emissões	45
4.8 Abordagem <i>bottom-up</i> no sector do Transporte Aéreo.....	50
4.9 Alocação espacial de emissões	50
5 Resultados.....	54
5.1 Evolução das variáveis de atividade entre 2014 e 2018	54

5.1.1	Consumo de energia final	54
5.1.2	Outras variáveis de atividade.....	58
5.2	Emissões de poluentes atmosféricos.....	60
5.2.1	Apreciação global.....	60
5.2.2	Emissões por poluente.....	63
5.2.3	Emissões por sector de atividade	67
5.2.4	Emissões por zonas, aglomerações e concelhos.....	69
6	Considerações finais	75
7	Referências bibliográficas	76
	Anexo I. Fatores de Emissão utilizados no sector do Transporte Rodoviário (g/km)	78

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)	15
Figura 2. Processo para realização do inventário regional de emissões de poluentes atmosféricos	19
Figura 3. Representação do inquérito base endereçado aos operadores industriais da região Norte	28
Figura 5. Distribuição percentual e número total de veículos por categoria nas zonas e aglomerações da região Norte em 2018.....	37
Figura 6. Distribuição da distância média anual percorrida por categoria de veículo e combustível, na região Norte, em 2018.....	38
Figura 8. Distribuição percentual dos veículos por categoria e combustível na região Norte	39
Figura 9. Distribuição percentual dos veículos por categoria e tecnologia (Normas Euro) na região Norte em 2014	40
Figura 10. Distribuição percentual dos veículos por categoria e tecnologia (Normas Euro) na região Norte em 2018.....	40
Figura 11. Distribuição percentual dos veículos por categoria e tecnologia (Normas Euro) na região Norte por Zona e Aglomeração	41
Figura 12. 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 (mapa base: Google Earth, 2018)	43
Figura 13. Distribuição dos movimentos de navios nos portos da região Norte, entre 2014 e 2018 (%)	44
Figura 14. Duração média (h) das fases de viagem na área de jurisdição da APDL no período de 2014 a 2018..	47
Figura 15. Localização das instalações a considerar no cálculo de emissões da região Norte pela abordagem <i>bottom-up</i>	51
Figura 16. 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 (mapa base: Google Earth)	52
Figura 17. Representação da área ocupada pelas infraestruturas aeroportuárias do Aeroporto Francisco Sá Carneiro (mapa base Google Earth)	53
Figura 18. Consumo de combustível na região Norte por sector de atividade entre 2014 e 2018 (GJ)	55
Figura 19. Consumo de combustível na região Norte por sector em 2014 e 2018 (%)	55
Figura 20. Consumo total de combustível na região Norte entre 2014 e 2018 (GJ)	56
Figura 21. Consumo por tipo de combustível nos sectores da Produção de Eletricidade e Vapor e do Transporte Rodoviário na região Norte entre 2014 e 2018	56
Figura 22. Consumo de combustível por zona da região Norte (em 2014 e 2018)	57
Figura 23. Consumo de combustível nos sectores Doméstico e do Comércio/Serviços (GJ)	58
Figura 24. Emissões totais estimadas por poluente e ano (t).....	61
Figura 25. Estimativa de emissões por sector de atividade e ano	61
Figura 26. Estimativa de emissões de NO _x , CO e COVNM por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)	65
Figura 27. Estimativa de emissões de PM ₁₀ , SO ₂ e CO ₂ por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)	66
Figura 28. Peso relativo da contribuição de emissões de poluentes atmosféricos em cada sector de atividade, face ao total da região Norte, em 2018 (%).....	68

Figura 29. Estimativa de emissões por zona para o ano de 2018	69
Figura 30. Estimativa de emissões por zona e sector para o ano de 2018	70
Figura 31. Espacialização das emissões de NO _x estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km ²)	72
Figura 32. Espacialização das emissões de CO estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km ²)	72
Figura 33. Espacialização das emissões de COVNM estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km ²). 73	
Figura 34. Espacialização das emissões de PM ₁₀ estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km ²)	73
Figura 35. Espacialização das emissões de SO ₂ estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km ²)	74
Figura 36. Espacialização das emissões de CO ₂ estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km ²)	74

Índice de Tabelas

Tabela 1. Concelhos que integram as zonas e aglomerações de avaliação e gestão da qualidade do ar da região Norte.....	16
Tabela 2. Fontes de informação utilizadas para a elaboração do inventário regional de emissões	20
Tabela 3. Conceitos utilizados na classificação das emissões de poluentes atmosféricos da Região Norte	22
Tabela 4. Poder calorífico inferior	24
Tabela 5. Fatores de emissão utilizados por poluente e sector de atividade (abordagem <i>top-down</i>).....	25
Tabela 6. Fatores de emissão utilizados – Grande combustão.....	32
Tabela 7. Fatores de emissão utilizados – Pequena combustão, equipamento não especificado	32
Tabela 8. Fatores de emissão utilizados – Pequena combustão, caldeiras e motores	32
Tabela 9. Fatores de emissão utilizados – Combustão industrial, potência não especificada	33
Tabela 10. Fatores de emissão utilizados – Combustão industrial, equipamento não especificado	33
Tabela 11. Poder calorífico inferior e fator de emissão de CO ₂ para combustíveis abrangidos no inventário	34
Tabela 12. Fatores de emissão utilizados – Processos industriais	34
Tabela 13. Número de veículos por categoria e zona em 2018.....	37
Tabela 14. Correspondência entre Normas Euro e respetivo mês/ano de fabrico de veículos	39
Tabela 13. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018	44
Tabela 14. Duração média (h) das fases de viagem na área de jurisdição da APDL no período de 2014 a 2018 .	47
Tabela 15. 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	48
Tabela 16. Fatores de emissão de SO _x e CO	49
Tabela 17. Parâmetros considerados na estimativa de emissões de CO ₂	50
Tabela 18. Distância da Via Navegável do Douro, por troço, até ao Porto de Régua-Lamego.....	51
Tabela 19. Alocação espacial de emissões do transporte marítimo na Via Navegável do Douro por concelho ..	52
Tabela 20. Consumo de combustível na região Norte por sector de atividade entre 2014 e 2018 (GJ)	54
Tabela 21. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018	58
Tabela 22. Distribuição do número de movimentos por classe de navio e porto para o período de 2014 a 2018	59
Tabela 23. Distribuição do número de movimentos de aeronaves (ciclos LTO) no Aeroporto do Porto, no período de 2014 a 2018	59
Tabela 24. Distribuição do consumo de combustível (ton) associado a movimentos internacionais e domésticos, no Aeroporto do Porto, no período de 2014 a 2018	59
Tabela 25. Estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano (t)	62
Tabela 26. Estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano (t)	71

Resumo Executivo

O presente documento diz respeito ao inventário de emissões atmosféricas para a região Norte, no período de 2014 a 2018. A estimativa de emissões abrangeu uma área total de cerca de 21 340 km² com 3 574 411 habitantes (em 2018), o que representa 37% da população de Portugal Continental.

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 constituem, assim, uma base de trabalho fundamental no processo de gestão da qualidade do ar, nomeadamente no desenvolvimento de estratégias de redução da poluição atmosférica.

A proteção do ambiente atmosférico é assegurada através de um conjunto de instrumentos normativos que promovem a prevenção e o controlo das emissões de poluentes atmosféricos. A estratégia de combate à poluição atmosférica tem como objetivo primordial permitir atingir níveis de qualidade do ar que não impliquem efeitos negativos para a saúde humana e o ambiente. Apesar das melhorias na qualidade do ar alcançadas nos últimos 20 anos, subsistem ainda situações críticas de qualidade do ar, principalmente associadas à poluição pelo tráfego rodoviário nos grandes centros urbanos, contribuindo para concentrações elevadas de poluentes como o dióxido de azoto e partículas em suspensão.

A seleção dos poluentes a estimar teve por base critérios, tais como, legislação existente e a relevância para a qualidade do ar da região. Tendo em conta estes aspetos, a estimativa de emissões foi efetuada para o seguinte conjunto de poluentes:

- principais poluentes: óxidos de azoto (NO_x), compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO);
- material particulado: partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 10 micrón (PM₁₀), partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 micrón (PM_{2,5});
- gás de efeito de estufa: dióxido de carbono (CO₂).

A seleção dos sectores de atividade sobre os quais se focou o inventário teve em conta fatores, tais como, o impacto espectável do sector nas emissões totais da região e a previsível ligação do sector a problemas de qualidade do ar da região, tendo o inventário abrangido os seguintes:

- Produção de Eletricidade e Vapor (emissões de combustão),
- Indústria e Construção (emissões de combustão 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).

A elaboração do presente inventário de emissões baseou-se, em termos metodológicos, nos guias de boas práticas internacionais e nacionais (combinando-se as abordagens complementares *top-down* e *bottom-up*). Neste trabalho assumiu vital importância o papel de várias entidades que forneceram dados de base indispensáveis para a determinação do nível de atividade das diversas fontes poluidoras e subsequente estimativa anual de emissões atmosféricas. Destacam-se alguns grupos de entidades e o seu papel:

- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte: no fornecimento de dados relacionados com a monitorização pontual das fontes industriais, através do seu Balcão Eletrónico;
- Agência Portuguesa do Ambiente: no fornecimento de dados de monitorização em contínuo de instalações e industriais e dados de emissões de diversas fontes;
- Operadores industriais: obteve-se informação de 56 operadores industriais através do preenchimento de inquéritos relativos à sua atividade, entre 2014 e 2018;
- Outros: Direção Geral de Energia e Geologia (dados de consumo de combustível por sector), Instituto de Mobilidade e Transportes e Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (na caracterização da frota da região Norte, no sector do Transporte Rodoviário), Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo (na caracterização dos movimentos no sector do Transporte Marítimo).

Em termos de resultados, a análise da tendência evolutiva das variáveis de atividade permite explicar parte da evolução das emissões de poluentes atmosféricos na região. Assim, verificou-se que o consumo de combustível aumentou na região Norte 14%, entre 2014 e 2018. 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, seguindo o comportamento verificado também a nível nacional.

No que diz respeito à estimativa de emissões para a região Norte, verificou-se que a sua tendência evolutiva tem sido distinta de acordo com os poluentes: de decréscimo notório na série temporal como é o caso dos COVNM (-26%), SO₂ (-18%) e CO (-10%), de ligeiro decréscimo no caso do NO_x (-3%) e de aumento no caso das partículas PM₁₀ e PM_{2,5} e CO₂ (aumento de 7% nos três casos).

Para grande parte dos poluentes, o sector do Transporte Rodoviário tem um peso significativo através das emissões de combustão (com exceção do SO₂, devido ao baixo teor de enxofre no gasóleo e gasolina), dado o elevado consumo de combustível neste sector. A redução no seu consumo teve assim um impacto visível na redução das emissões dos poluentes que lhe estão associados. Em particular, a redução do consumo de gasolina (que foi de 15%, entre 2014 e 2018) teve um efeito significativo na redução dos poluentes COVNM e CO. Para os poluentes NO_x e PM a contribuição das emissões provenientes de veículos a gasóleo é mais determinante. Uma vez que o gasóleo consumido no transporte rodoviário na região Norte não apresentou praticamente variação entre 2014 e 2018, as alterações nos totais de emissões destes poluentes devem-se à contribuição de outros sectores de atividade.

O aumento das partículas em suspensão verificado entre 2014 e 2017 (em 2018 registou-se um ligeiro decréscimo) deveu-se à contribuição do sector do Transporte Rodoviário (que representa 69% das emissões de PM₁₀ em 2018), bem como, à tendência de aumento das emissões provenientes do sector do Transporte Aéreo (sector com um peso de 16% nas emissões totais de PM₁₀ em 2018 e que registou um aumento de atividade, neste período, de 47% em movimentos de aeronaves) e da Indústria e Construção (representando 8% das emissões em 2018). Relativamente ao aumento de emissões de CO₂ no período em estudo, a contribuição do sector da Produção de Eletricidade e Vapor (com um peso de 25% em 2018) foi decisiva, já que aumentou neste período.

O SO₂ e os COVNM contam com uma importante contribuição do sector da Indústria e Construção, que representa 64% e 31% das emissões destes poluentes, respetivamente.

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 que totaliza maior população residente (1 383 279 habitantes em 2018) e as maiores emissões dos vários poluentes atmosféricos.

1 Objeto

O presente documento foi desenvolvido no âmbito de um contrato de colaboração, 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 ao inventário 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, constituindo um suporte objetivo no desenvolvimento de estratégias de redução da poluição atmosférica.

3 Fontes emissoras de poluentes atmosféricos

Os diferentes poluentes atmosféricos têm fontes de emissão características, permitindo identificar os principais sectores de atividade que os originam. Ao longo dos anos a introdução de legislação sectorial (ex: grandes instalações de combustão, incineração de resíduos, veículos rodoviários e não rodoviários, uso de solventes, *ecodesign*) e a determinação de limites de emissão de poluentes para a atmosfera têm constituído uma vertente fundamental da estratégia de proteção do ambiente atmosférico. Esta estratégia de combate à poluição atmosférica tem como objetivo primordial permitir atingir níveis de qualidade do ar que não impliquem efeitos negativos, nem riscos significativos, para a saúde humana e o ambiente. Este quadro normativo tem tido um impacto positivo na redução das emissões de muitos dos poluentes atmosféricos, a nível europeu e nacional, subsistindo ainda casos em que o sucesso, no controlo de emissões, não foi ainda alcançado.

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 elétrica.

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 NO_2 nos países da UE-28 não têm diminuído tanto quanto as emissões. 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 *Dieseltgate*, 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 NO_2 , 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 a nível europeu 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 NO_2 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, 2020a).

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, 2020a), 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 (não contabilizada neste Inventário), 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 (proveniente da vegetação - não considerada no presente inventário). 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, 2020a).

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, 2020a).

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 âmbito industrial (pela combustão de carvão e fuelóleo e em emissões de processo pontuais ou 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, 2020a). 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 elétrica, sendo que resultam essencialmente da queima de combustíveis fósseis (libertação do enxofre presente nesses combustíveis sobre a forma de SO₂). 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 (com baixo teor de enxofre quando comparado com o fuelóleo e carvão), 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, 2020a). 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, 2020a).

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).

4 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 e 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.

4.1 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.

4.1.1 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 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

- 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.

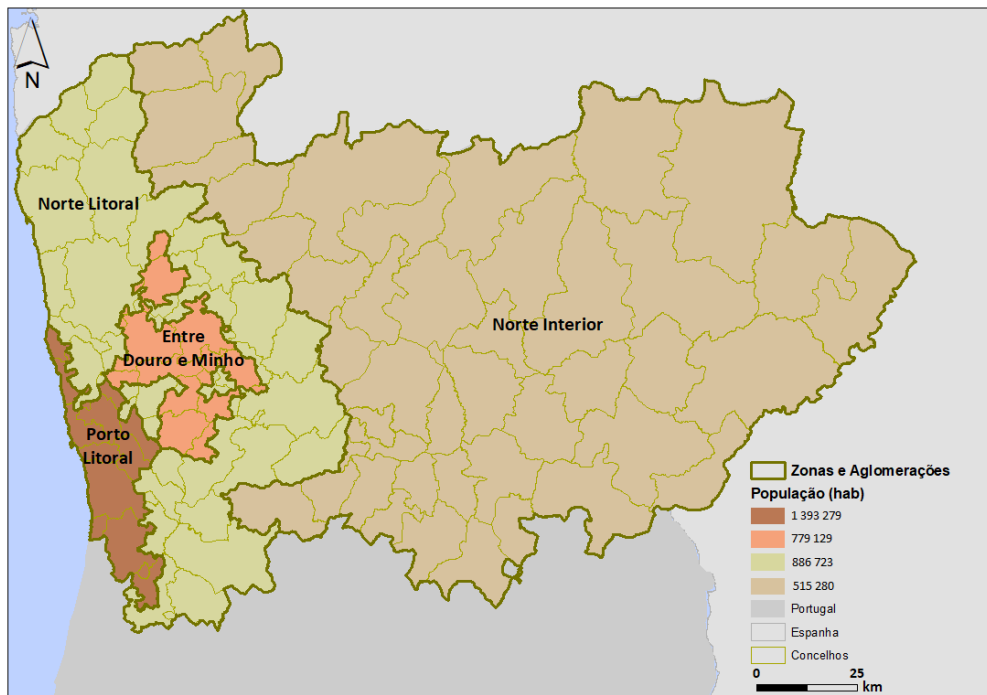


Figura 1. Âmbito geográfico do inventário de emissões atmosféricas da região Norte: representação de zonas, aglomerações e concelhos (dados de população residente em 2018, Fonte: PORDATA, 2019)

fique aquém de tal número de habitantes, desde que não inferior a 50 000, sendo a densidade populacional superior a 500 habitantes/km².

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		

4.1.2 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 anos o mais recentes possível, mas para os quais existe informação estatística validada disponível.

4.1.3 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 bem como o 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 (SO₂),
 - monóxido de carbono (CO);
- material particulado:
 - partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 10 micrón (PM₁₀),
 - partículas em suspensão de diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 micrón (PM_{2,5});
- gás de efeito de estufa:
 - dióxido de carbono (CO₂).

O objetivo do presente inventário prende-se unicamente 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 CO₂ associadas à queima de biomassa são consideradas juntamente com os restantes combustíveis fósseis.

4.1.4 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 preparado 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, em prol de maior detalhe nos resultados. 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 de combustão 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. O sector Industrial é a exceção, uma vez que as emissões estimadas cobrem fonte de combustão e de processo. Não se incluíram as estimativas de emissões evaporativas não industriais, resultantes do uso de produtos com compostos orgânicos voláteis (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).

4.2 Processo de elaboração do inventário e fontes de informação

Um inventário de emissões atmosféricas, segundo os guias de boas práticas internacionais, nomeadamente o *IPCC Good Practice Guidance* (IPCC, 2006) e o *EMEP/EEA Air pollutant emission inventory guidebook* (EEA, 2019), deve ser:

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

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 permitiram efetuar as estimativas de emissões de poluentes atmosféricos.

Para a prossecução do presente trabalho contribuíram várias entidades, que disponibilizaram dados de base para a determinação do nível de atividade das diversas fontes poluidoras e subsequente estimativa anual de emissões atmosféricas. Destacam-se de seguida alguns grupos de entidades e o seu papel (indicados em maior detalhe na Tabela 2):

- Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte: disponibilização de dados relacionados com a monitorização pontual das fontes industriais, através do seu Balcão Eletrónico;
- Agência Portuguesa do Ambiente: disponibilização de dados de monitorização em contínuo de instalações e industriais e dados de emissões de diversas fontes;
- Operadores industriais: partilha de informação através do preenchimento de inquéritos relativos à sua atividade, entre 2014 e 2018;
- Outros: Direção Geral de Energia e Geologia (dados de consumo de combustível por sector), Instituto de Mobilidade e Transportes e Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de

Pensões (caracterização da frota da região Norte, no sector do Transporte Rodoviário), Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo (caracterização dos movimentos no sector do Transporte Marítimo).

Na Tabela 2, para além da indicação das entidades envolvidas na disponibilização de informação, encontra-se também a documentação consultada para obtenção das metodologias de cálculo, fatores de emissão e informação adicional sobre os processos produtivos.

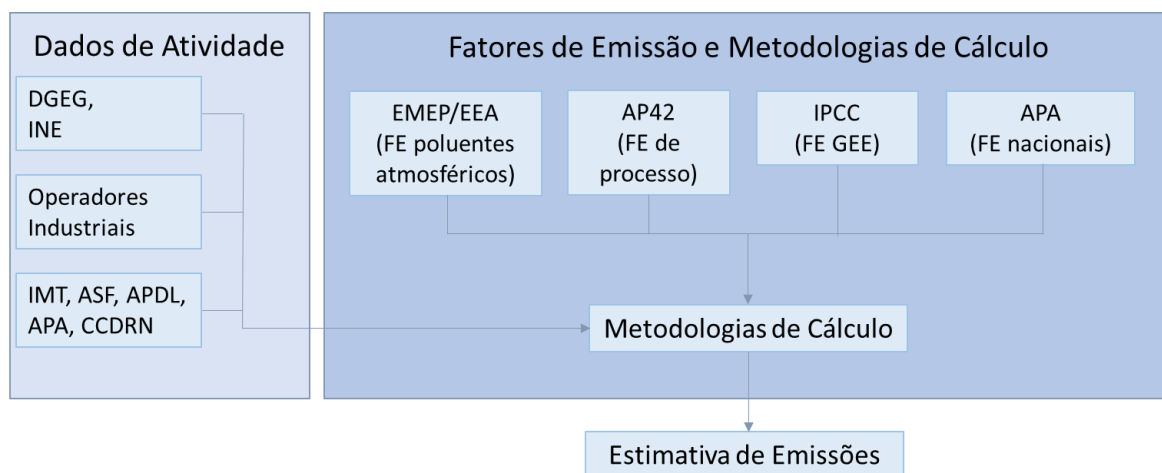


Figura 2. Processo para realização do inventário regional de emissões de poluentes atmosféricos

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

Temática	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
Metodologias de cálculo e Fatores de Emissão	<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)

4.3 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, sem grande detalhe no tipo de tecnologia, estando também excluída 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 abrangência do inventário, focando-se numa estimativa mais próxima da fonte de emissão (com maior detalhe). 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 a abordagem *top-down* e *bottom-up*. Antes de proceder a este processo de calibração são comparados os totais de combustível, compilados pelas duas fontes de informação:

- dados obtidos junto de cada operador industrial (*bottom-up*),
- informação disponibilizada pela Direção Geral de Economia e Geologia (*top-down*).

Para além de evitar dupla contagem de emissões para fontes de combustão, 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 e por concelho.

Em conclusão, estas duas diferentes abordagens ao cálculo de emissões de funcionam bem em complementaridade: o *bottom-up* focaliza-se no cálculo detalhado das emissões das fontes mais importantes da região, enquanto 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

Importa salientar a separação entre o conceito de fonte de emissão e a designação do equipamento/tecnologia/processo que origina essa emissão. Uma mesma fonte de emissão, por exemplo uma chaminé, pode agregar emissões resultantes de diferentes equipamentos/processos, e alternativamente um dado equipamento/processo pode encaminhar as suas emissões para diferentes fontes.

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);
- *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.

4.4 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, possuírem o mesmo tipo de tecnologia, consumirem o mesmo 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 europeu EMEP/EEA (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)⁴ para transformar o consumo de massa/volume em energia (giga joules - GJ);
- Fator de emissão (FE) específico para cada poluente e combustível, que agrega um conjunto de diferentes tecnologias de combustão (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:

- $Emiss\tilde{a}o_{SO_2m}$ - 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).

⁴ PCI: Quantidade de energia que se liberta, por unidade de massa, quando não é aproveitada a energia da condensação do vapor de água produzido na combustão.

$$Emiss\tilde{a}o_{SO2,m} = 2 \times K_{S,m} \times FC_m$$

Equa\c3\c7\~ao 3

A compila\c3\c7\~ao dos resultados obtidos de acordo com as equa\c3\c7\~oes indicadas permite obter as emiss\~oes por sector de atividade numa desagrega\c3\c7\~ao espacial ao n\~ivel do concelho.

4.4.1 Poder Calor\~ifico Inferior

Em termos do poder calor\~ifico inferior (PCI) adotou-se como fonte de informa\c3\c7\~ao a DGEG⁵ (DGEG, 2020), garantindo-se desta forma coer\~encia com os dados de consumo de combust\~ivel obtidos na mesma fonte. Os PCI utilizados encontram-se sintetizados na Tabela 4.

Tabela 4. Poder calor\~ifico inferior

Combust\~ivel	PCI
GPL	46,00 MJ/kg
Gasolinas	44,00 MJ/kg
Gas\~oleos	42,60 MJ/kg
Fuel\~oleo	40,00 MJ/kg
G\~as Natural	38,69 MJ/Nm ³

⁵ Balan\c3\c7o Energ\~etico DGEG - 2018 provis\~orio

4.4.2 Fatores de emissão

Para a obtenção dos fatores de emissão recorreu-se à bibliografia especializada referida anteriormente (EEA, 2019; IPCC, 2006; APA, 2020a e APA, 2020b). Os fatores de emissão utilizados na estimativa de emissões de fontes de combustão estacionária pela abordagem *top-down* encontram-se sintetizados na

Tabela 5.

Tabela 5. Fatores de emissão utilizados por poluente e sector de atividade (abordagem *top-down*)

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.

4.4.3 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 dois documentos:

- Consumo de Gás Natural no Mercado Interno;
- Vendas de Produtos do Petróleo no Mercado Interno por Sector de Atividade Económica e Município.

Em ambas as fontes os 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 o ano 2018 esta informação disponibilizada pela DGEG tem um cariz provisório.

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.

4.5 Abordagem *bottom-up* no sector da Indústria, Construção e Produção de Eletricidade e Vapor

4.5.1 Recolha de informação de base

A metodologia indicada na presente secção foi aplicada na estimativa de emissões em instalações com atividade pertencente ao sector da Indústria e Construção e ao da produção de Eletricidade e Vapor.

As emissões na indústria são na sua maioria resultantes de dois tipos de fontes:

- **Combustão** – queima de combustíveis com principal objetivo de gerar calor, vapor ou energia elétrica. Em alguns casos a combustão é usada para combinar os produtos gerados na queima com outras matérias-primas. As emissões deste tipo de fontes são usualmente encaminhadas para chaminés pelo que na maioria dos casos tem cariz pontual;
- **Processo** – emissões resultantes dos processos produtivos nas unidades industriais, que não estão diretamente ligadas à queima de combustíveis. Estas fontes podem ter origens muito distintas, sendo que em alguns casos são encaminhadas para chaminés, mas noutros a emissão é feita em área sem nenhum ponto de exaustão definido.

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. 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.

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, Construção e Produção de Eletricidade e Vapor. Foram, no entanto, identificadas algumas dificuldades nesta abordagem, nomeadamente no que concerne à:

- omissão de preenchimento de alguns campos;
- 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);
- coerência da informação reportada face a anos anteriores.

É de salientar que os operadores foram contactados sempre que surgiram dúvidas sobre os dados preenchidos no inquérito.

4.5.2 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 em alguns casos o número de fontes sujeitas a monitorização (pontual

ou contínua) é limitado face ao total de chaminés existentes em cada instalação, bem como o número de análises disponíveis.

4.5.3 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

4.5.4 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 por consequência a uma maior necessidade de disponibilidade de informação base. A aplicação de fatores de emissão permite estimar as emissões para fontes (pontuais ou difusas) não abrangidas pelo autocontrolo de emissões, tornando assim o inventário mais completo.

Na pesquisa de fatores de emissão, bem como na procura de um conhecimento mais aprofundado sobre os processos produtivos/equipamentos e a sua ligação a emissões atmosféricas, foram utilizadas as seguintes fontes de informação:

- *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2019* (EEA, 2019);
- *IPCC 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC, 2006);
- *Portuguese Informative Inventory Report* (APA, 2020a);
- *Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases* (APA, 2020b);
- *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 2015).

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), mas podem ser utilizadas outras unidades/relações.

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 (*Tier 2* ou *Tier 1*).

Da Tabela 6 à Tabela 10 são apresentados os Fatores de Emissão de combustão utilizados de forma transversal no presente inventário. Na Tabela 11 encontram-se sintetizados os PCI utilizados para o cálculo de emissões, bem como os FE relativos ao dióxido de carbono. A Tabela 12 apresenta os Fatores de Emissão de processo.

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)

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	306	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	SO ₂	94	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	CO	93	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	COVNM	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Liquido	PTS	170	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	PM ₁₀	163	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	< 50 MW	Biomassa	PM _{2,5}	160	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)

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	>1 MW e < 50 MW	Fuelóleo	NO _x	100	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Fuelóleo	CO	40	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Fuelóleo	NMVOC	5	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Fuelóleo	SO ₂	140	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Fuelóleo	PTS	40	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Fuelóleo	PM ₁₀	30	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>1 MW e < 50 MW	Fuelóleo	PM _{2,5}	30	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)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Fuelóleo	NO _x	100	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Equipamento	Potência	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Fuelóleo	CO	40	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Fuelóleo	NMVOC	15	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Fuelóleo	SO ₂	140	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Fuelóleo	PTS	3	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Fuelóleo	PM ₁₀	3	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	>50 kW e < 1 MW	Fuelóleo	PM _{2,5}	3	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	< 1 MW	Madeira	NO _x	150	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	< 1 MW	Madeira	CO	300	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	< 1 MW	Madeira	SO ₂	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	< 1 MW	Madeira	COVNM	12	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	< 1 MW	Madeira	PTS	70	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	< 1 MW	Madeira	PM ₁₀	66	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Caldeira	< 1 MW	Madeira	PM _{2,5}	66	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Motor	< 50 MW	Gasóleo	PTS	30	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
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, potência não especificada

Equipamento	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Forno de Fusão	Todos	PTS	0	kg/ton vidro produzido	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno de Fusão	Todos	PM ₁₀	0	kg/ton vidro produzido	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno de Fusão	Todos	PM _{2,5}	0	kg/ton vidro produzido	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno de Fusão	Todos	PM ₁₀	0,8	0..1 PTS	AP42 Glass Manufacturing
Forno de Fusão	Todos	PM _{2,5}	0,5	0..1 PTS	AP42 Glass Manufacturing
Forno de Fusão	Todos	SO ₂	1,7	kg/ton vidro produzido	AP42 Glass Manufacturing
Forno de Fusão	Todos	NO _x	3,1	kg/ton vidro produzido	AP42 Glass Manufacturing
Forno de Fusão	Todos	CO	0,1	kg/ton vidro produzido	AP42 Glass Manufacturing
Forno de Fusão	Todos	COVNM	0,1	kg/ton vidro produzido	AP42 Glass Manufacturing
Indústrias de Construção	Gasoso	NO _x	74	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Indústrias de Construção	Gasoso	CO	29	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Indústrias de Construção	Gasoso	COVNM	23	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Indústrias de Construção	Gasoso	SO ₂	0,7	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Indústrias de Construção	Gasoso	PTS	0,8	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Indústrias de Construção	Gasoso	PM ₁₀	0,8	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Indústrias de Construção	Gasoso	PM _{2,5}	0,8	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno de Reaquecimento	Gás Natural	PTS	5,6	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno de Reaquecimento	Gás Natural	NO _x	81,7	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno de Reaquecimento	Gás Natural	CO	0,6	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno de Reaquecimento	Gás Natural	COVNM	0,1	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno (produção Alumínios)	Todos	PTS	2	kg/Mg alumínio	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno (produção Alumínios)	Todos	PM ₁₀	1,4	kg/Mg alumínio	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno (produção Alumínios)	Todos	PM _{2,5}	0,6	kg/Mg alumínio	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno (produção Alumínios)	Todos	NO _x	449	g/t alumínio	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno (produção Alumínios)	Todos	SO ₂	603	g/t alumínio	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Forno (produção Alumínios)	Todos	CO	25	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Tabela 10. Fatores de emissão utilizados – Combustão industrial, equipamento não especificado

Equipamento	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Não Especificado	Gasoso	PTS	0,50	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Gasoso	PM ₁₀	0,50	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Gasoso	PM _{2,5}	0,50	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Gasoso	NO _x	70	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Gasoso	SO ₂	0,50	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Gasoso	CO	25	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Gasoso	COVNM	23	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Equipamento	Combustível	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Não Especificado	Líquido	PTS	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Líquido	PM ₁₀	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Líquido	PM _{2,5}	20	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Líquido	NO _x	513	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Líquido	SO ₂	47	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Líquido	CO	66	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Líquido	COVNM	25	g/GJ	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	NO _x	1,8	kg/Mg Resíduo	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	CO	0,7	kg/Mg Resíduo	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	COVNM	0	kg/Mg Resíduo	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	SO ₂	0,4	kg/Mg Resíduo	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	PTS	18,3	kg/Mg Resíduo	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	PM ₁₀	13,7	kg/Mg Resíduo	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	PM _{2,5}	9,2	kg/Mg Resíduo	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	PM ₁₀	0,7	0..1 PTS	EMEP/EEA (EEA, 2019)
Não Especificado	Resíduos	PM _{2,5}	0,5	0..1 PTS	EMEP/EEA (EEA, 2019)

Tabela 11. 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

Tabela 12. Fatores de emissão utilizados – Processos industriais

Sector	Atividade/Processo	Poluente	FE	Unidade	Fonte
Produção de Cerveja	Ventilação da Fermentação	CO ₂	2100	lb/1000bbl cerveja	AP42 9.12.1 Malt Beverages 1996
	Caldeira de ebulição	PM ₁₀	0,41	lb/1000bbl cerveja	
	Caldeira de ebulição	COVNM	0,64	lb/1000bbl cerveja	
	Caldeira de Empastagem	COVNM	0,054	lb/1000bbl cerveja	
	Caldeira de Caldas	COVNM	0,0075	lb/1000bbl cerveja	
	Filtração	COVNM	0,0055	lb/1000bbl cerveja	
	Clarificação	COVNM	0,075	lb/1000bbl cerveja	
	Arrefecimento do Mosto	COVNM	0,022	lb/1000bbl of beer packed	
	Maturação	CO ₂	26	lb/1000bbl cerveja	
	Maturação	COVNM	0,57	lb/1000bbl cerveja	
	Armz. Subproduto Clarificação	COVNM	0,25	lb/1000bbl of beer packed	
	Lavagem das Garrafas	COVNM	0,2	lb/1000 garrafas de cerveja	
	Enchimento de garrafas	COVNM	17	lb/1000bbl cerveja	
	Enchimento de garrafas	CO ₂	4300	lb/1000bbl cerveja	
	Enchimento de garrafas	COVNM	40	lb/1000bbl cerveja	
Enchimento de Barris	CO ₂	46	lb/1000bbl cerveja		
Enchimento de Barris	COVNM	0,69	lb/1000bbl cerveja		
Alimentar	Receção do malte	PM	0,008	kg/ton grãos processados	AP42 9.9.1 Grain Processing - Grain Elevators & Processes (1996; 2003)
	Receção do malte	PM ₁₀	0,008	kg/ton grãos processados	
	Receção do milho	PTS	0,0175	kg/ton grãos processados	
	Receção do milho	PM ₁₀	0,0039	kg/ton grãos processados	

Sector	Atividade/Processo	Poluente	FE	Unidade	Fonte	
	Receção do Trigo	PTS	0,09	kg/ton grãos processados		
	Receção do Trigo	PM ₁₀	0,0295	kg/ton grãos processados		
	Receção do Trigo	PM _{2,5}	0,005	kg/ton grãos processados		
	Manuseamento do Trigo	PTS	0,0305	kg/ton grãos processados		
	Manuseamento do Trigo	PM ₁₀	0,017	kg/ton grãos processados		
	Manuseamento do Trigo	PM _{2,5}	0,0029	kg/ton grãos processados		
	Limpeza do Trigo	PTS	0,038	kg/ton grãos processados		
	Limpeza do Trigo	PM ₁₀	0,010	kg/ton grãos processados		
	Limpeza do Trigo	PM _{2,5}	0,002	kg/ton grãos processados		
	Armazenagem da farinha	PTS	0,013	kg/ton grãos processados		
	Armazenagem da farinha	PM ₁₀	0,003	kg/ton grãos processados		
	Armazenagem da farinha	PM _{2,5}	0,001	kg/ton grãos processados		
	Armazenagem da farinha	PM ₁₀	0,252	0..1 PTS		
	Armazenagem da farinha	PM _{2,5}	0,044	0..1 PTS		
	Expedição de Grãos	PTS	0,043	kg/ton grãos processados		
	Expedição de Grãos	PM ₁₀	0,015	kg/ton grãos processados		
	Expedição de Grãos	PM _{2,5}	0,002	kg/ton grãos processados		
Produção de Aço	Forno de Arco Elétrico	NO _x	130	g/ton de aço produzido	EMEP/EEA 2019 2.C.1 Iron and steel production	
	Forno de Arco Elétrico	CO	0,0017	g/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	COVNM	46	g/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	SO ₂	60	g/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	PTS	30	g/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	PM ₁₀	24	g/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	PM _{2,5}	21	g/ton de aço produzido		
	Laminagem (cold)	PTS	96	g/ton de aço produzido		
	Laminagem (hot)	PTS	9	g/ton de aço produzido		
	Laminagem	COVNM	7	g/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	PTS	0,0268	kg/ton de aço produzido		AP42 12.5.1 Steel Minimills 2009
	Forno de Arco Elétrico	NO _x	0,0998	kg/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	CO	0,8165	kg/ton de aço produzido		
	Forno de Arco Elétrico	SO ₂	0,0907	kg/ton de aço produzido		
Forno de Arco Elétrico	COVNM	0,0104	kg/ton de aço produzido			
Indústria da Pasta e Papel	Caldeira de recuperação	PTS	1	kg/ton de pasta	Ap-42 10.2 Chemical Wood Pulping, 1990	
	Caldeira de recuperação	PM ₁₀	0,748	0..1 PTS		
	Caldeira de recuperação	PM _{2,5}	0,673	0..1 PTS		
	Caldeira de recuperação	CO	5,5	kg/ton de pasta	INERPA IIR 2020	
	Caldeira de recuperação	COVNM	0,475	kg/ton de pasta		
	Forno de cal	PTS	0,2	kg/ton de pasta	Ap-42 10.2 Chemical Wood Pulping, 1990	
	Forno de cal	PM ₁₀	0,885	0..1 PTS		
	Forno de cal	PM _{2,5}	0,83	0..1 PTS		
	Forno de cal	CO	0,05	kg/ton de pasta	INERPA IIR 2020	
	Forno de cal	COVNM	0,096	kg/ton de pasta		
	Tanque de dissolução	PTS	0,1	kg/ton de pasta	Ap-42 10.2 Chemical Wood Pulping, 1990	
	Tanque de dissolução	PM ₁₀	0,895	0..1 PTS		
	Tanque de dissolução	PM _{2,5}	0,813	0..1 PTS		
	Tanque de dissolução	NO _x	0,5	kg/ton Adt	EMEP/CORINAIR 2006, B462 - Paper pulp (kraft process)	
	Tanque de dissolução	SO ₂	0,1	kg/ton Adt		
	Tanque de dissolução	COVNM	0,08	kg/ton Adt		
	Tanque de dissolução	PTS	3,5	kg/ton Adt		
Tanque de dissolução	PM ₁₀	3,1	kg/ton Adt			
Tanque de dissolução	PM ₁₀	0,8857	0..1 PTS			
Secagem de MDF	PM ₁₀	1,0585	kg/Mg ODT	AP-42 EPA, Ch. 10		
Secagem de MDF	NO _x	0,19	kg/Mg ODT			
Secagem de MDF	CO	0,8	kg/Mg ODT			
Indústria da Produção de Madeiras	Produção de aglomerado de madeira	COVNM	0,9	kg/ton de produto	5.1.4.1.3 Emission Factors from Corinair90 Default Emission Factor Handbook.	
	Produção de aglomerado de madeira	CO ₂	0,00281	kg/ton de produto		

4.5.5 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 10) que na sua génese 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).

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

Equação 8

De salientar que na génese dos fatores de emissão de CO₂ para combustão, também está um cálculo de balanço de massa, onde é contabilizada a quantidade de carbono no combustível e determinado o fator de oxidação do processo. Como estes já se encontram determinados na bibliografia especializada, optou-se por colocar os mesmos no capítulo relativo às estimativas com base em fatores de emissão.

4.6 Abordagem *bottom-up* no sector do Transporte Rodoviário

4.6.1 Recolha de informação de base

Para as estimativas do sector do Transporte Rodoviário foi necessário obter informação quanto à composição do parque automóvel da região Norte, no que diz respeito à categoria de veículos, cilindrada, combustível, tecnologia (Normas Euro⁶) e distância média anual percorrida. De forma a obter estes dados de base utilizaram-se maioritariamente as seguintes fontes de informação:

- dados disponibilizados pela Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões (ASF, 2020) para a composição do parque automóvel seguro da região Norte, por concelho, de 2014 a 2018;
- dados provenientes dos Centros de Inspeção Periódica Obrigatória (IPO), disponibilizados pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT, 2020), desagregados por concelho, relativos às inspeções realizadas em 2014 e 2018.

O número total de veículos em circulação, por categoria e concelho, foi obtido através da informação da ASF. A posterior desagregação dos veículos por cilindrada, combustível, tecnologia e distâncias anuais percorridas, foi efetuada com base na informação cedida pelo IMT, relativa aos centros IPO.

Em termos das estimativas de emissões foi determinada uma composição de frota para cada zona e aglomeração, sendo que o total de veículos foi aferido através da informação dada pelos dados dos veículos segurados por ano (Tabela 13).

⁶ As Normas EURO são normas de emissão europeias que definem a classe de emissões para veículos novos. As Normas EURO regulam as emissões de partículas (PM), óxidos de azoto (NO_x), hidrocarbonetos não queimados (HC) e monóxido de carbono (CO).

Tabela 13. Número de veículos por categoria e zona em 2018

Categoria	Porto Litoral	Entre Douro e Minho	Norte Litoral	Norte Interior	Total Região Norte	Peso relativo Região Norte (%)
Ligeiros de Passageiros	706 285	515 621	228 399	233 817	1 684 123	69%
Ligeiros de Mercadorias	153 418	166 939	69 336	101 598	491 290	20%
Pesados de Passageiros	2 097	1 148	562	858	4 665	0%
Pesados de Mercadorias	12 026	10 092	5 186	5 749	33 053	1%
Motociclos	42 555	33 499	18 643	19 311	114 008	5%
Ciclomotores	27 145	34 859	21 140	15 021	98 165	4%
Total	943 526	762 158	343 266	376 354	2 425 304	100%

No que diz respeito à distribuição do número de veículos por categoria, a **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** representa esta distribuição por zona e aglomeração da região Norte. O Porto Litoral é a aglomeração da região Norte com maior número de habitantes e com maior número de veículos (correspondendo a 39% da região), tendo as zonas Norte Litoral e Norte Interior as menores percentagens de veículos totais (14% e 16%, respetivamente).

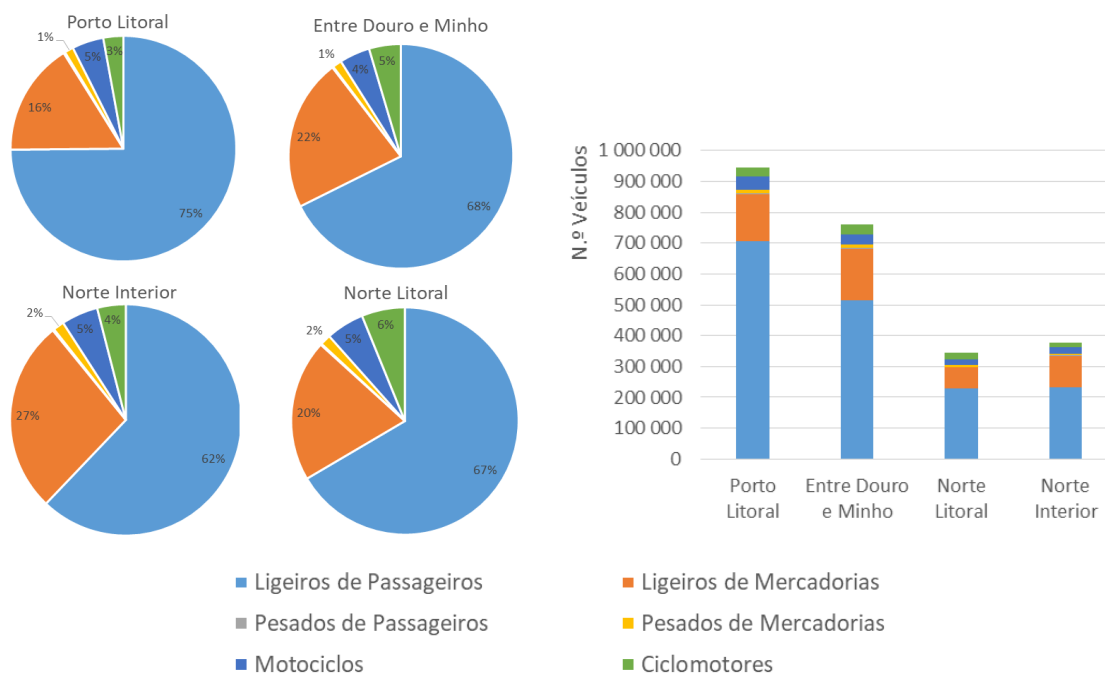


Figura 4. Distribuição percentual e número total de veículos por categoria nas zonas e aglomerações da região Norte em 2018

Em termos do número de veículos na frota, as categorias de ligeiros de passageiros e mercadorias têm a maior representatividade, apresentando o total de veículos ligeiros um peso de 98% (quando excluídos os veículos de duas rodas). No entanto, a quantidade de quilómetros percorridos pelos pesados de passageiros e, principalmente, de mercadorias é bastante superior à dos ligeiros (a média de quilómetros anuais percorrida por pesados é o triplo da dos ligeiros). Assim, na estimativa de emissões, a combinação da informação dada pelo número total de veículos e a distância média percorrida anualmente (Figura 5) leva a que haja categorias de veículos que ganham peso relativo – como é o caso dos pesados de passageiros e de mercadorias – o que se traduz numa maior relevância em termos de emissões de poluentes atmosféricos, já que estas categorias têm habitualmente maiores fatores de emissão. Em termos da distância média anual percorrida por tipo de combustível, verifica-se que em veículos ligeiros as maiores distâncias são percorridas por veículos a gasóleo e em pesados é o GNC que se destaca. Nos veículos ligeiros destaca-se ainda a quilometragem média de veículos elétricos (cerca de 14 900 km anuais), enquadrada na média da categoria de veículos ligeiros, com o benefício de não apresentarem emissões locais, de escape, de poluentes para a atmosfera.

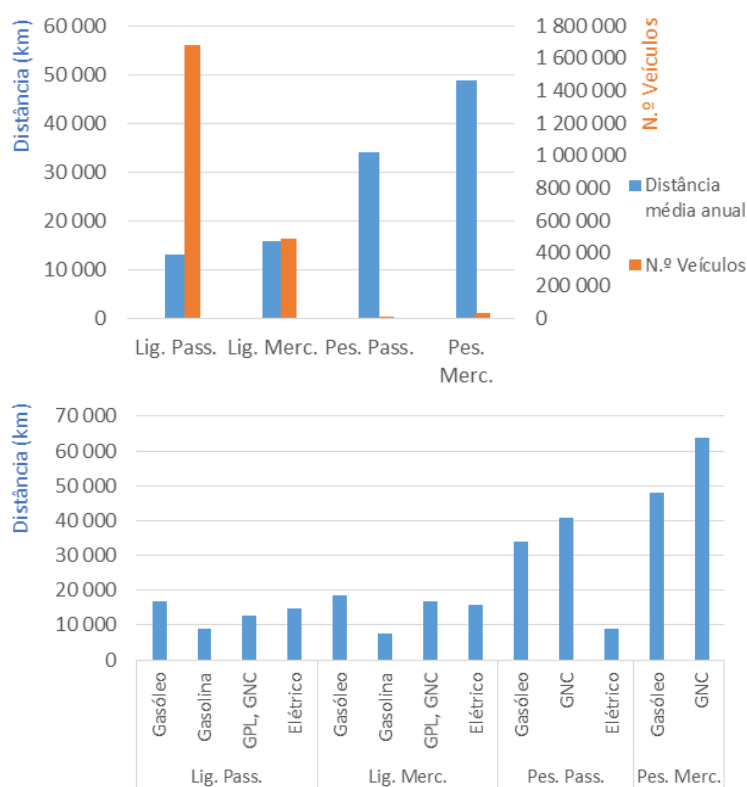


Figura 5. Distribuição da distância média anual percorrida por categoria de veículo e combustível, na região Norte, em 2018

A Figura 6 representa a composição da frota por combustível, no período em estudo. Verifica-se que o gasóleo é o combustível dominante nos veículos pesados e em ligeiros de mercadorias. Ao analisar a repartição da frota de veículos ligeiros de passageiros verifica-se que a a quantidade de veículos a gasóleo ronda os 54% e a gasolina 45%. A proporção dos veículos que utiliza outras fontes de combustível (GPL e GNC) é muito reduzida, ganhando peso a utilização de GNC em pesados de passageiros (6%).

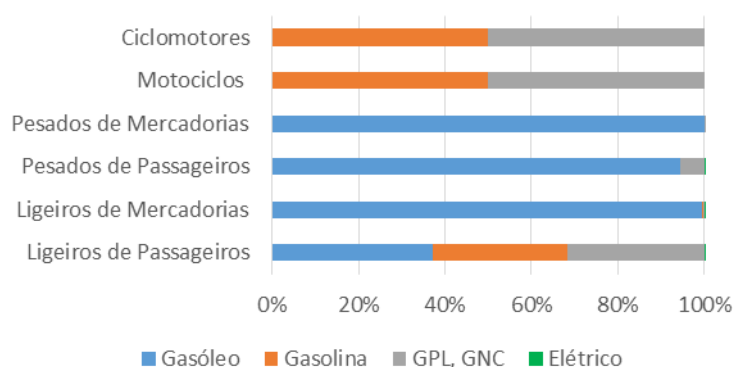


Figura 6. Distribuição percentual dos veículos por categoria e combustível na região Norte

A tecnologia da frota é representada pelas Normas Euro, que estão associadas ao ano de construção do veículo (Tabela 14). As Normas Euro são normas de emissão europeias que regulam as emissões dos poluentes. A Figura 7 e a Figura 8 representam a distribuição dos veículos consoante a sua tecnologia que circulava na região nos anos 2014 e 2018, respetivamente. Ao analisar as duas figuras, verifica-se que existiu uma renovação da frota que circula na região Norte durante o âmbito temporal do estudo. Em 2018 observa-se uma diminuição das Normas Euro mais antigas e um aumento das mais recentes, comparando com a frota que circulava em 2014. A Figura 9 representa a distribuição média da tecnologia da frota circulante pelas zonas e aglomerações da região Norte. Verifica-se que as frotas estão mais renovadas nas aglomerações e menos nas restantes zonas.

Tabela 14. Correspondência entre Normas Euro e respetivo mês/ano de fabrico de veículos

Categoria		Normas Euro					
		Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Ligeiros de Passageiros		Julho 1992	Janeiro 1996	Janeiro 2000	Janeiro 2005	Setembro 2009	Setembro 2014
Ligeiros de Mercadorias	(segmento N1-I ≤ 1305 kg)	Outubro 1994	Janeiro 1998	Janeiro 2000	Janeiro 2005	Setembro 2010	Setembro 2014
	(restantes segmentos > 1305 kg)	Outubro 1994	Janeiro 1998	Janeiro 2001	Janeiro 2006	Setembro 2010	Setembro 2015
Pesados (Mercadorias e Passageiros)		Janeiro 1993	Outubro 1995	Outubro 1999	Outubro 2005	Outubro 2008	Janeiro 2013
Motociclos		2000	2005	2007	2016	2020	-
Ciclomotores		2000	2004	2007	2017	2020	-

Fonte: <https://urbanaccessregulations.eu/low-emission-zones-main/what-emissions-standard-is-my-vehicle>

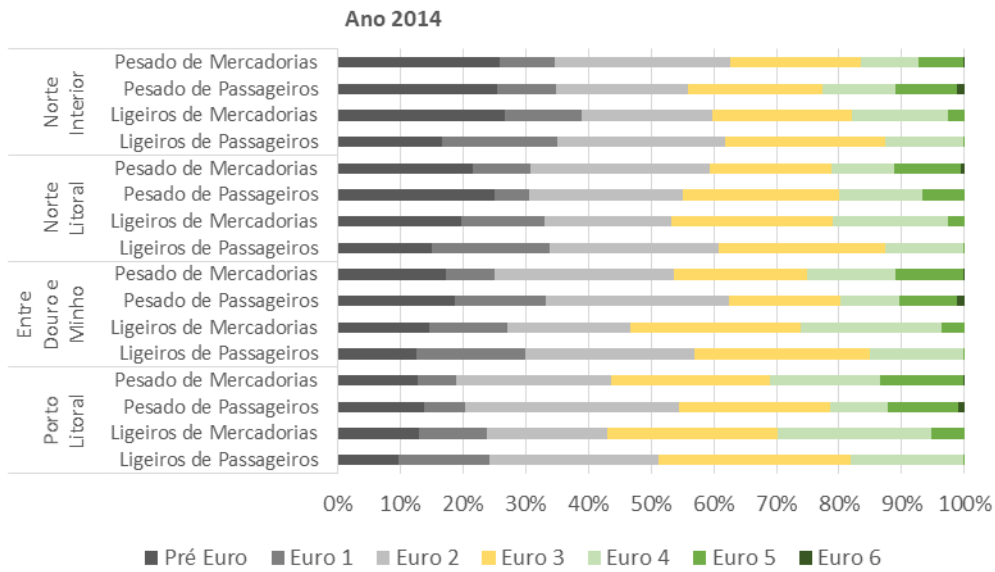


Figura 7. Distribuição percentual dos veículos por categoria e tecnologia (Normas Euro) na região Norte em 2014

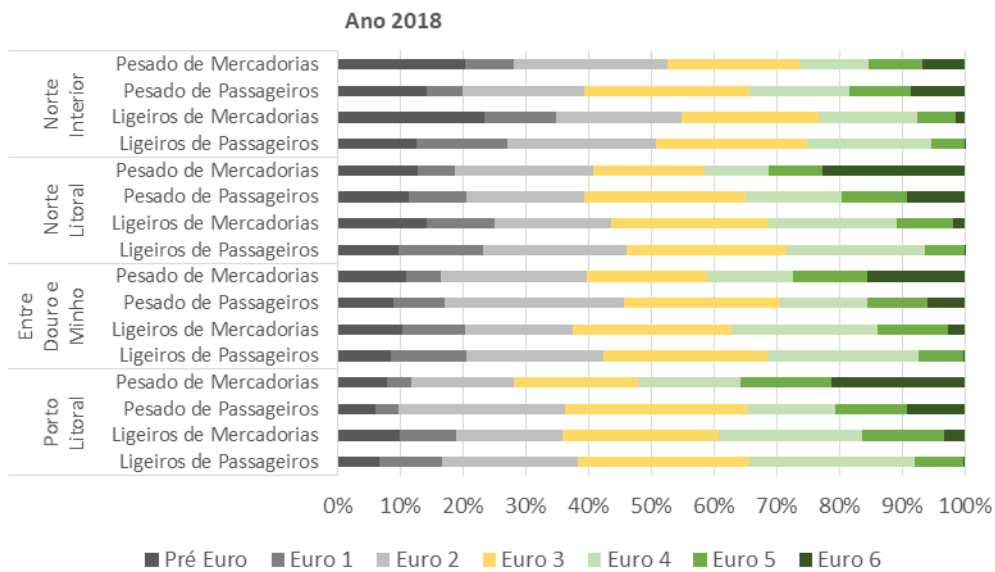


Figura 8. Distribuição percentual dos veículos por categoria e tecnologia (Normas Euro) na região Norte em 2018

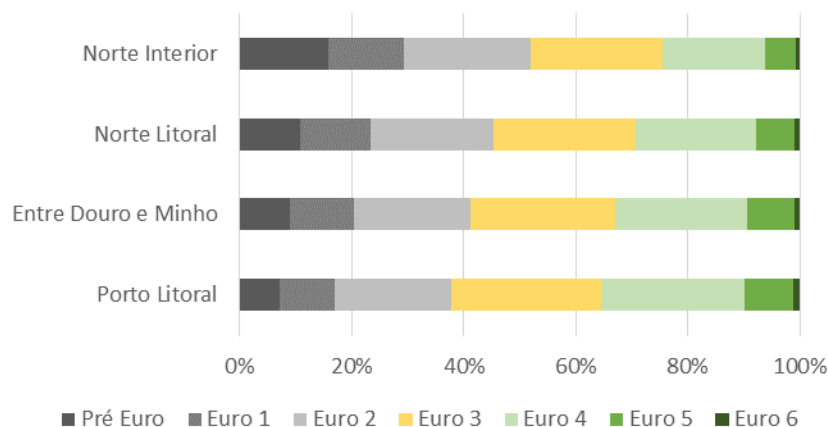


Figura 9. Distribuição percentual dos veículos por categoria e tecnologia (Normas Euro) na região Norte por Zona e Aglomeração

4.6.2 Estimativa de emissões

As emissões de escape resultam da soma das emissões a quente (correspondentes ao funcionamento estável do motor), das emissões a frio (correspondentes à operação de aquecimento do motor no arranque) e das emissões de evaporação. No âmbito do presente inventário foram apenas calculadas as emissões a quente (representativas da fração mais significativa face ao total).

A determinação das emissões relativas ao sector do Transporte Rodoviário, através da abordagem *bottom-up*, baseou-se no *Tier 2* do guia metodológico EMEP/EEA (EEA, 2019). Esta abordagem (*Tier 2*) considera, para a estimativa de emissões de cada poluente (*i*), para cada categoria de veículo (*j*) os seguintes parâmetros (de acordo com a Equação 9):

- 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 ve].

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

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.

Os fatores de emissão utilizados nas estimativas deste sector, por categoria de veículo, encontram-se indicados no Anexo I.

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

4.7.1 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 Figura 10 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 10. 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 (mapa base: 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 11. 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.

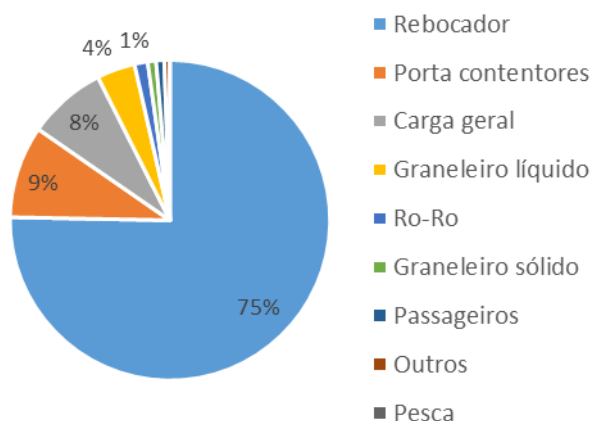


Figura 11. Distribuição dos movimentos de navios nos portos da região Norte, entre 2014 e 2018 (%)

Na Tabela 15 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 15. 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).

4.7.2 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 16 e Figura 12 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 16. 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

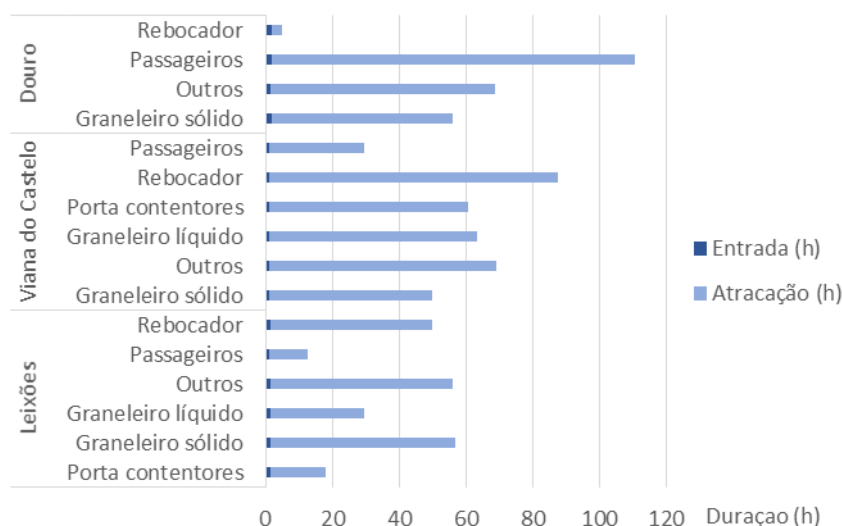


Figura 12. Duração média (h) das fases de viagem na área de jurisdição da APDL no período de 2014 a 2018

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 17.

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

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 18. O consumo de combustível a utilizar no cálculo das emissões deriva dos fatores tabelados por fase de viagem (Tabela 17).

Tabela 18. 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 19.

Tabela 19. 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)

4.8 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.

4.9 Alocação espacial de emissões

Tal como referido previamente (secção 4.1.1 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 13 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.

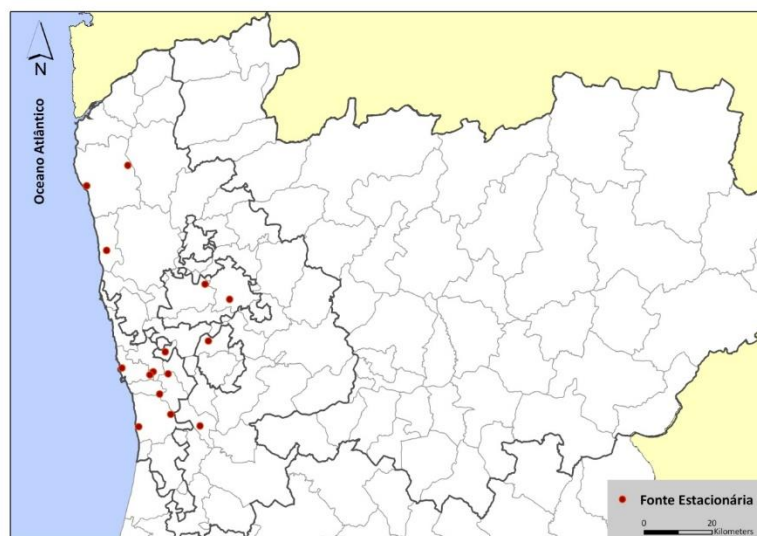


Figura 13. Localização das instalações a considerar no cálculo de emissões da região Norte pela abordagem *bottom-up*

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 20 e na Figura 14. A repartição final de emissões foi efetuada de acordo com as percentagens finais obtidas por concelho, indicadas na Tabela 21.

Tabela 20. 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%

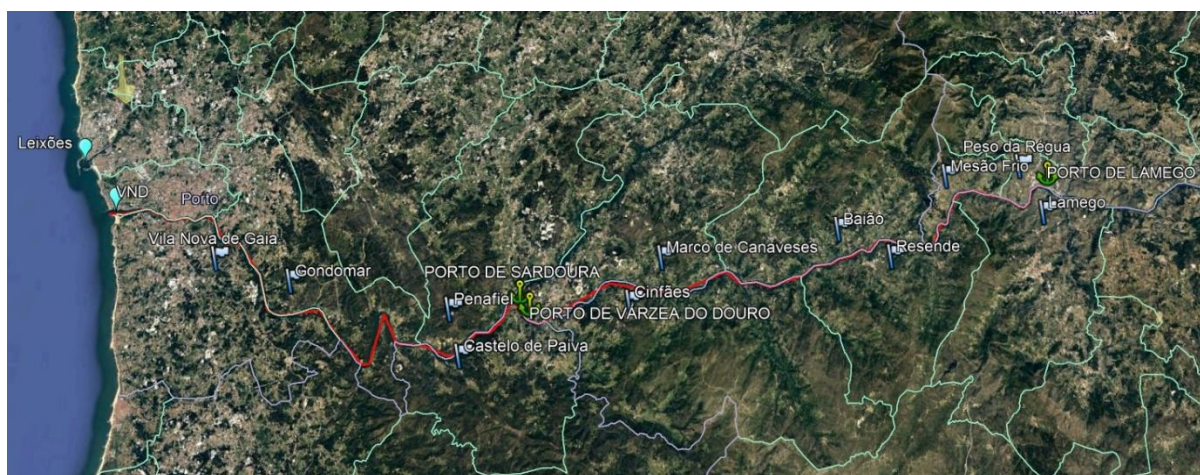


Figura 14. Representação da extensão da Via Navegável do Douro e respetivos concelhos localizados na margem direita e esquerda do Rio Douro, até ao Porto de Régua-Lamego (mapa base: Google Earth)

Tabela 21. 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 15), foi efetuada ao concelho da Maia, onde se localiza a maior parte desta infraestrutura.



Figura 15. Representação da área ocupada pelas infraestruturas aeroportuárias do Aeroporto Francisco Sá Carneiro (mapa base Google Earth)

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 na região. 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 maior peso nas emissões estimadas.

Relativamente aos sectores do Transporte Marítimo e Aéreo 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 22 e da Figura 16 à Figura 20), 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 22. 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.

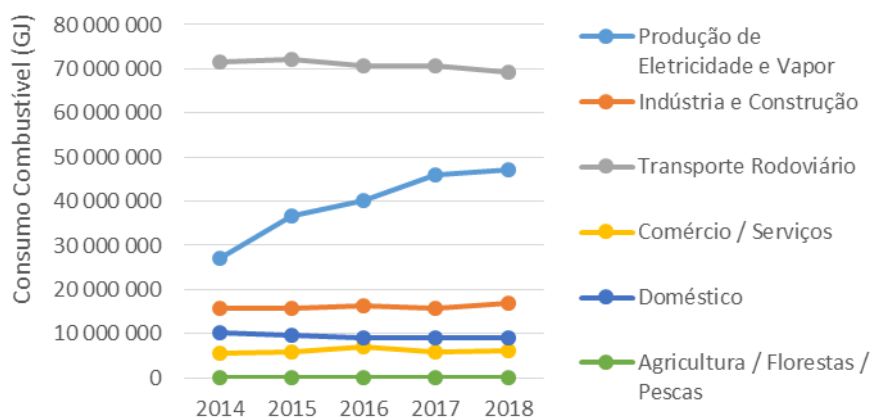


Figura 16. Consumo de combustível na região Norte por sector de atividade entre 2014 e 2018 (GJ)

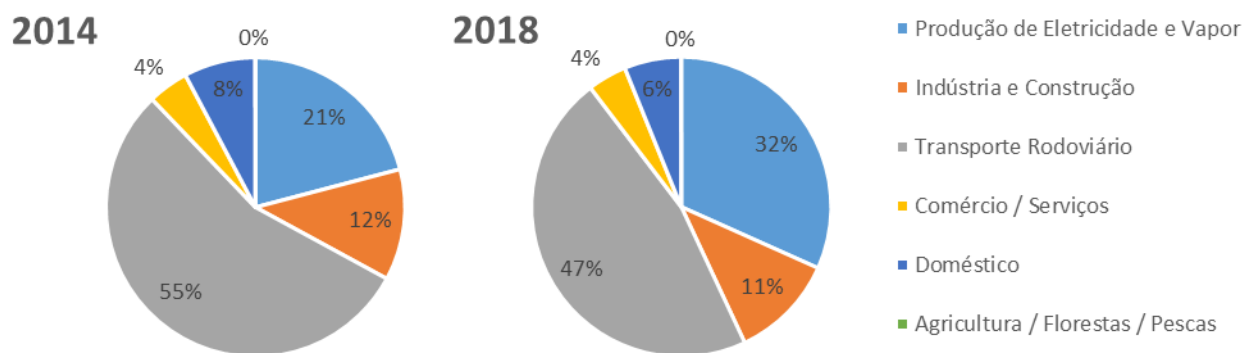


Figura 17. Consumo de combustível na região Norte por sector em 2014 e 2018 (%)

Na análise do consumo de combustível por sector (Figura 16 e Figura 17) verifica-se uma contribuição significativa do consumo no sector do Transporte Rodoviário, face aos restantes sectores, onde se incluem a Produção de Eletricidade e Vapor, Indústria e Construção, Doméstico, Comércio/ Serviços, Agricultura/ Florestas/ Pescas. No ano de 2018 só o sector do Transporte Rodoviário correspondeu a quase metade dos consumos da região (47%), tendo apresentado um decréscimo do peso face ao ano de 2014 (55%), devido ao aumento de consumo de combustível noutros sectores (Figura 18). Ainda no que diz respeito ao Transporte Rodoviário, o gasóleo é o combustível que se destaca com o maior consumo, representando 80% do combustível utilizado no Transporte Rodoviário (Figura 19). 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 13% (Tabela 22), impulsionado pelo aumento da utilização de gás natural (GN) na Produção de Eletricidade e Vapor (Figura 19). 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 3%, e nos restantes sectores aumentou em 26% (Figura 18).



Figura 18. Consumo total de combustível na região Norte entre 2014 e 2018 (GJ)

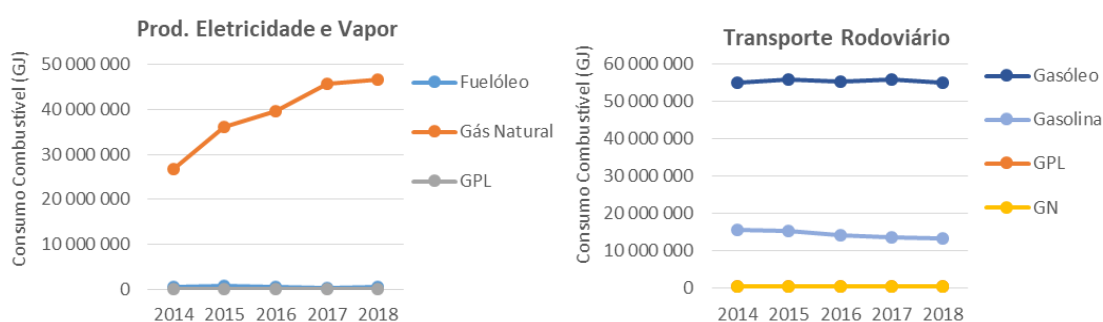


Figura 19. Consumo por tipo de combustível nos sectores da Produção de Eletricidade e Vapor e do Transporte Rodoviário na região Norte entre 2014 e 2018

Em termos da distribuição do consumo de combustível nas zonas e aglomerações da região Norte⁷, este encontra-se representado na Figura 20 (para os anos de 2014 e 2018). Verifica-se que os

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

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 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.

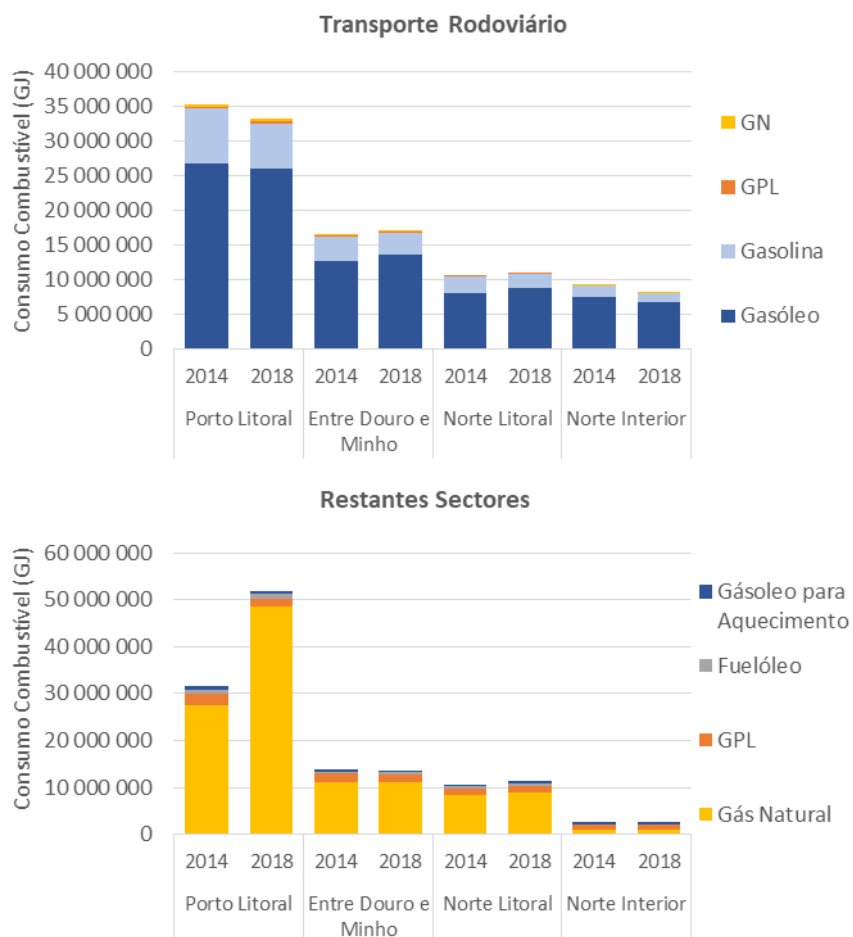


Figura 20. Consumo de combustível por zona da região Norte (em 2014 e 2018)

Por último, uma breve nota em relação ao consumo de combustível nos sectores do Comércio e Serviços e Doméstico, em 2016 (Figura 21): as alterações relativamente abruptas no consumo de gasóleo para aquecimento, neste ano, entre os dois sectores, podem representar uma reclassificação de consumos nos dados de base da DGE de um sector para outro e por isso 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.

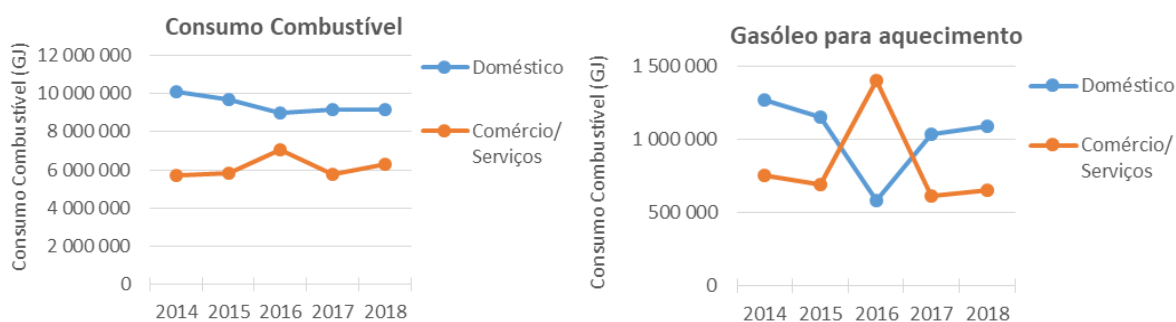


Figura 21. Consumo de combustível nos sectores Doméstico e do Comércio/Serviços (GJ)

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 23 e Tabela 24). 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 23. 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 24. 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 25). 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 26).

Tabela 25. 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 26. 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

5.2.1 Apreciação global

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

Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 27 e da Figura 22 à Figura 27 (integrando os resultados das abordagens *top-down* e *bottom-up*)⁸. De um modo geral, em relação à evolução das emissões dos poluentes atmosféricos, verifica-se que:

- há poluentes que apresentam um decréscimo notório e contínuo na série temporal, como é o caso do CO e COVNM. As variações percentuais de emissões, entre 2014 e 2018, foram de -10% de CO e -26% de COVNM;
- para o SO₂ também se verifica uma tendência global de decréscimo (mas com ligeiro aumento entre 2015 e 2016). A variação percentual de emissões, no período em estudo, foi de -18% de SO₂;
- os NO_x apresentam um decréscimo ligeiro das emissões no período de análise, tendo-se obtido uma variação de -3% de NO_x;
- por fim para as PM (PM₁₀ e PM_{2,5}) e CO₂ houve um ligeiro aumento de emissões, entre 2014 e 2018, que foi de 7% para os três poluentes.

Para grande parte dos poluentes o sector do Transporte Rodoviário tem um peso significativo através das emissões de combustão (com exceção do SO₂, devido ao baixo teor de enxofre no gasóleo e gasolina). Neste sector a quantidade de combustível consumido é significativa, face aos restantes sectores, fazendo com que se destaque no total de emissões da região. A redução do consumo de combustível neste sector tem assim um impacto visível na redução das emissões dos poluentes que lhe estão associados. Em particular, a redução do consumo de gasolina (que foi de 15% neste período) tem um efeito significativo na redução dos poluentes COVNM e CO. Para os poluentes NO_x e PM a contribuição das emissões provenientes de veículos a gasóleo é mais determinante. Uma vez que o gasóleo consumido no transporte rodoviário na região Norte não apresentou variação, entre 2014 e 2018, as variações nas emissões destes poluentes devem-se à contribuição de outros sectores de atividade.

No caso do NO_x e CO₂, também assume relevância a contribuição do sector da Produção de Eletricidade e Vapor e Indústria e Construção. O SO₂ e os COVNM contam com uma importante contribuição do sector da Indústria e Construção (Figura 23), que representa 64% e 31% das emissões destes poluentes, respetivamente.

O aumento das partículas em suspensão verificado entre 2014 e 2017 (em 2018 registou-se um ligeiro decréscimo) deveu-se à contribuição do sector do Transporte Rodoviário (que representa 69% das emissões de PM₁₀ em 2018), bem como à tendência de aumento das emissões provenientes do sector do Transporte Aéreo (sector com um peso de 16% nas emissões totais de PM₁₀ em 2018) e da Indústria e Construção (representando 8% das emissões em 2018). O aumento do número de movimentos de aeronaves no Aeroporto do Porto foi de 47%, entre 2014 e 2018.

Relativamente ao aumento de emissões de CO₂ no período em estudo, a contribuição do sector da Produção de Eletricidade e Vapor (com um peso de 25% em 2018) foi decisiva, já que aumentou neste

⁸ 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, indicar apenas as emissões relativas a PM₁₀.

período, tendo as emissões do sector do Transporte Rodoviário apresentado uma diminuição (representado este 48% das emissões de CO₂ em 2018).

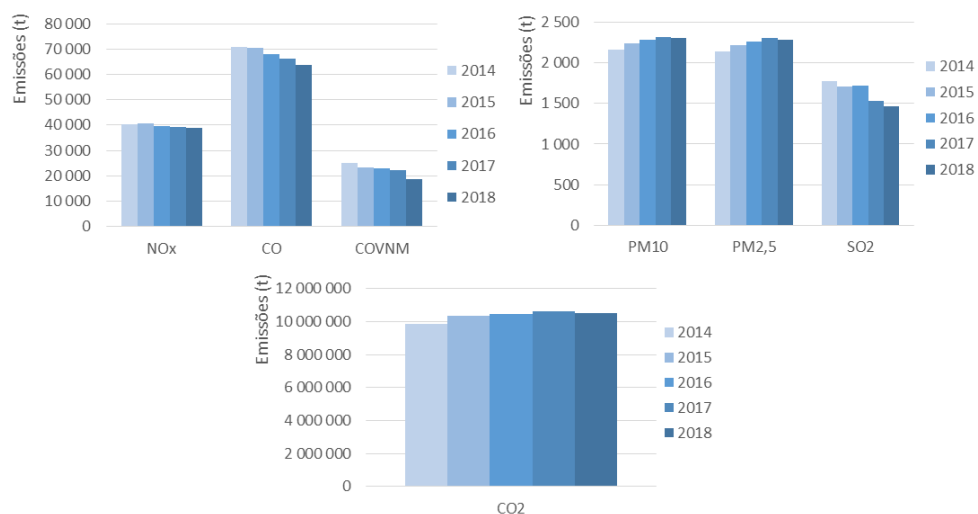


Figura 22. Emissões totais estimadas por poluente e ano (t)

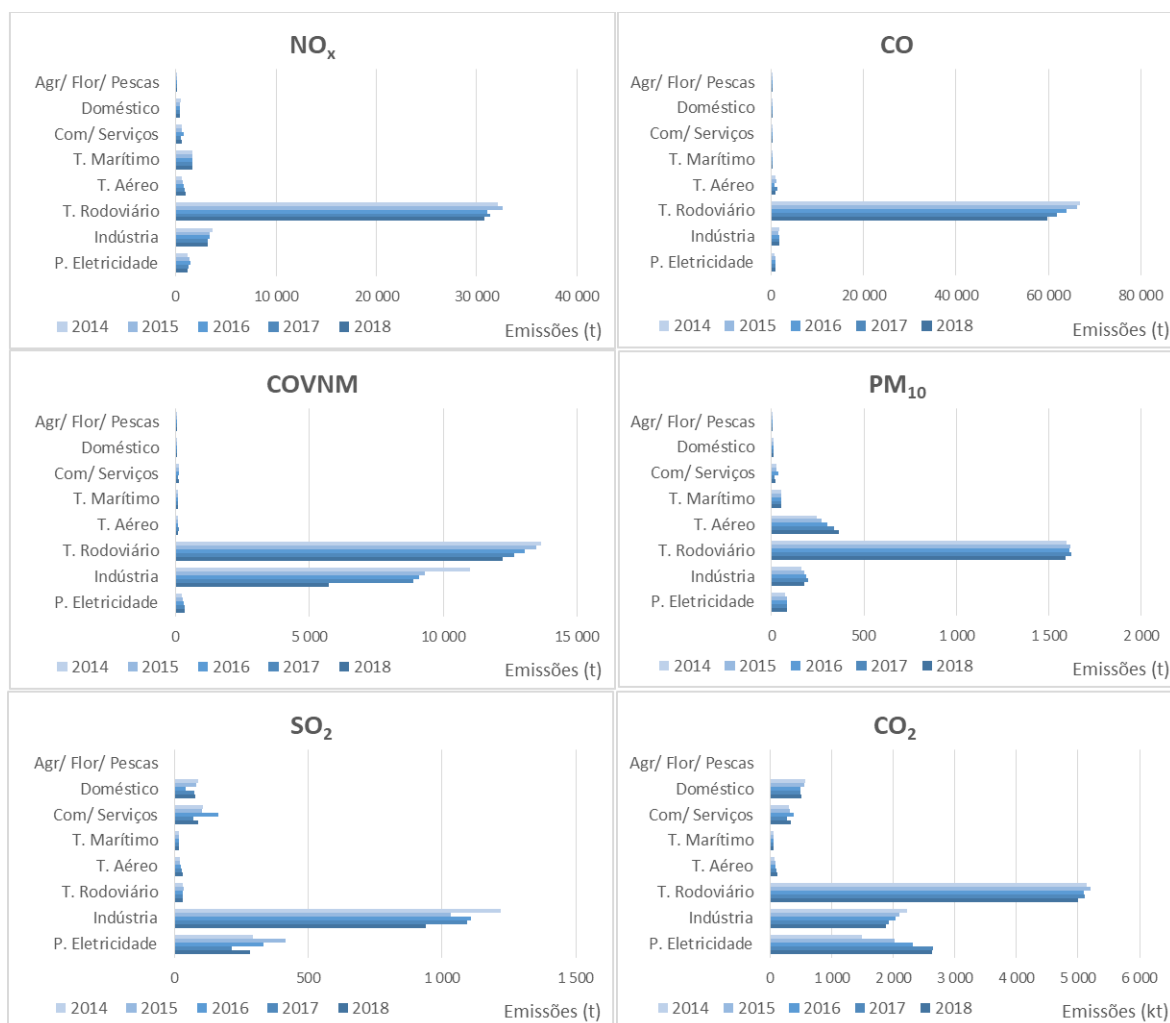


Figura 23. Estimativa de emissões por sector de atividade e ano

Tabela 27. Estimativa de emissões por poluente, sector de atividade e ano (t)

Poluente	Sector Inventário	Emissões (t)					Evolução	Variação 2014-2018 (%)	Peso sectorial em 2018 (%)
		2014	2015	2016	2017	2018			
NO _x	Produção de Eletricidade e Vapor	1 200	1 374	1 469	1 293	1 229		2%	3%
	Indústria e Construção	3 649	3 411	3 409	3 245	3 238		-11%	8%
	Transporte Rodoviário	32 126	32 548	31 068	31 300	30 730		-4%	79%
	Transporte Aéreo	653	729	835	943	1 014		55%	3%
	Transporte Marítimo	1 621	1 686	1 710	1 691	1 710		5%	4%
	Comércio/ Serviços	631	635	846	508	629		0%	2%
	Doméstico	471	452	405	402	419		-11%	1%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	4	6	5	2	1		-68%	0%
Total	40 355	40 841	39 747	39 384	38 970		-3%	100%	
CO	Produção de Eletricidade e Vapor	761	881	960	950	915		20%	1%
	Indústria e Construção	1 712	1 633	1 763	1 665	1 735		1%	3%
	Transporte Rodoviário	66 867	66 105	63 859	61 858	59 703		-11%	94%
	Transporte Aéreo	951	1 099	749	1 269	844		-11%	1%
	Transporte Marítimo	119	124	124	121	120		1%	0%
	Comércio/ Serviços	217	220	286	180	221		2%	0%
	Doméstico	279	266	224	237	247		-11%	0%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	1	2	2	1	1		-64%	0%
Total	70 907	70 331	67 966	66 280	63 786		-10%	100%	
COVNM	Produção de Eletricidade e Vapor	241	284	312	343	351		46%	2%
	Indústria e Construção	10 997	9 304	9 114	8 874	5 705		-48%	31%
	Transporte Rodoviário	13 644	13 492	13 053	12 650	12 209		-11%	66%
	Transporte Aéreo	77	79	88	105	101		33%	1%
	Transporte Marítimo	74	78	77	78	76		2%	0%
	Comércio/ Serviços	112	118	134	105	126		13%	1%
	Doméstico	16	15	14	14	14		-11%	0%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	1	1	1	0	0		-47%	0%
Total	25 161	23 371	22 795	22 169	18 583		-26%	100%	
PM ₁₀	Produção de Eletricidade e Vapor	71	84	85	83	86		21%	4%
	Indústria e Construção	161	180	186	197	175		9%	8%
	Transporte Rodoviário	1 596	1 616	1 610	1 621	1 590		0%	69%
	Transporte Aéreo	243	269	303	336	366		51%	16%
	Transporte Marítimo	52	54	55	55	54		4%	2%
	Comércio/ Serviços	27	26	39	18	23		-13%	1%
	Doméstico	12	11	10	10	11		-11%	0%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	0	0	0	0	0		-90%	0%
Total	2 162	2 241	2 289	2 321	2 305		7%	100%	
PM _{2,5}	Produção de Eletricidade e Vapor	65	77	79	79	81		24%	4%
	Indústria e Construção	150	169	174	186	165		10%	7%
	Transporte Rodoviário	1 596	1 616	1 610	1 621	1 590		0%	70%
	Transporte Aéreo	243	269	303	336	366		51%	16%
	Transporte Marítimo	52	54	55	55	54		4%	2%
	Comércio/ Serviços	23	22	34	16	20		-13%	1%
	Doméstico	12	11	10	10	11		-11%	0%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	0	0	0	0	0		-89%	0%
Total	2 141	2 220	2 265	2 303	2 286		7%	100%	
SO ₂	Produção de Eletricidade e Vapor	294	417	332	215	284		-4%	19%
	Indústria e Construção	1 218	1 032	1 109	1 095	938		-23%	64%
	Transporte Rodoviário	33	33	32	32	32		-3%	2%
	Transporte Aéreo	20	22	25	28	30		49%	2%
	Transporte Marítimo	16	17	17	16	16		1%	1%
	Comércio/ Serviços	108	103	164	69	90		-17%	6%
	Doméstico	90	82	43	74	78		-14%	5%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	1	1	1	0	0		-96%	0%
Total	1 780	1 706	1 722	1 531	1 468		-18%	100%	
CO ₂	Produção de Eletricidade e Vapor	1 485 670	2 029 478	2 311 262	2 641 895	2 636 565		77%	25%
	Indústria e Construção	2 222 529	2 096 739	2 038 362	1 932 210	1 878 150		-15%	18%
	Transporte Rodoviário	5 147 556	5 197 415	5 092 449	5 104 816	5 001 029		-3%	47%
	Transporte Aéreo	77 335	84 898	95 642	108 341	115 365		49%	1%
	Transporte Marítimo	49 742	52 451	52 154	51 241	50 579		2%	0%
	Comércio/ Serviços	308 022	321 296	378 125	279 154	338 521		10%	3%
	Doméstico	575 776	551 247	486 800	490 881	508 192		-12%	5%
	Agricultura/ Florestas/ Pescas	2 177	3 692	2 727	1 275	1 080		-50%	0%
Total	9 868 807	10 337 215	10 457 521	10 609 813	10 529 481		7%	100%	

5.2.2 Emissões por poluente

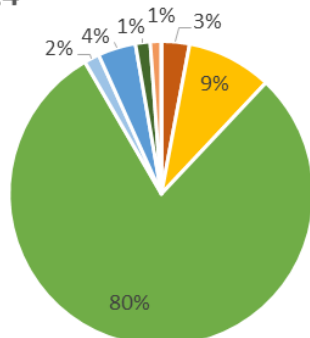
A análise da evolução das emissões por poluente, entre 2014 e 2018, e por sector de atividade encontra-se representada na Figura 24 e Figura 25. Nesta análise, poluente a poluente, destacam-se os seguintes aspetos:

- **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 relevante contributo 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. Este sector destaca-se dos restantes devido à quantidade de combustível consumido mas também porque a tecnologia, usada na sua queima, favorece a emissão deste poluente – os motores de combustão interna, apresentam maiores condições para queima incompleta quando comparados com outras tecnologias;
 - o sector seguinte, com maior peso nas emissões de CO, é o da Indústria (3%);
- **COVM:**
 - verifica-se que o sector do Transporte Rodoviário contribui com 66% das emissões de COVM. 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 COVM. Os COVM têm uma importante fonte de emissão entre os processos industriais nomeadamente na fabricação de produtos petrolíferos refinados;
- **PM₁₀ e PM_{2,5}:**
 - 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%, havendo um contributo de fontes de combustão e de processo, algumas pontuais, mas também difusas. As tecnologias de fim de linha para o tratamento deste poluente desempenham um papel importante para que as emissões neste sector não sejam substancialmente superiores;
- **SO₂:**
 - através da Figura 25 verifica-se que os principais sectores a contribuir para as maiores emissões de SO₂ são o da Indústria e Construção (64%) e Produção de Eletricidade e Vapor (20%);

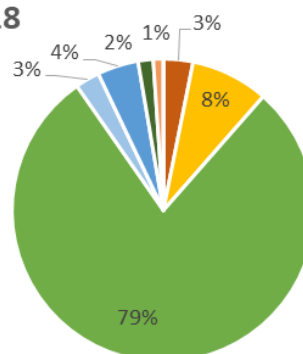
- nota: as diferenças nas emissões de SO₂, em 2016, entre os sectores Doméstico e Comércio/Serviços podem resultar de realocações nos dados de base de consumo de combustível entre sectores, e não de alterações reais (tal como descrito anteriormente e representado na Figura 21);
- CO₂:
 - uma vez que 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 sectorial de consumo de combustível (tal como representado na Figura 16);
 - no período em estudo as emissões de CO₂ no sector do Transporte Rodoviário tenderam a diminuir e as da Produção de Eletricidade e Vapor a aumentar.

Emissões de NO_x por sector

2014



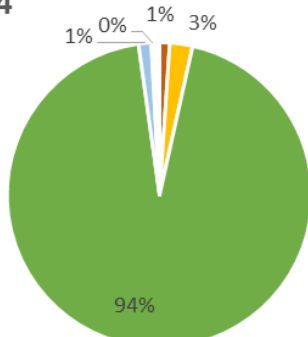
2018



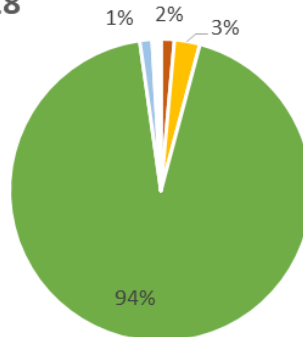
- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Com/ Serviços
- Doméstico
- Agr/ Flor/ Pescas

Emissões de CO por sector

2014



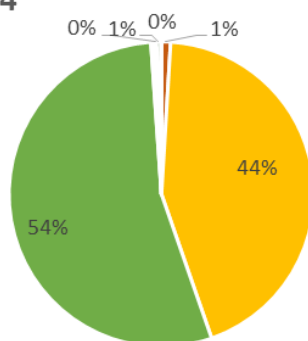
2018



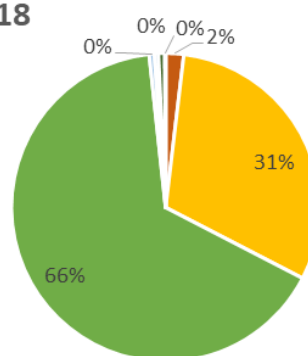
- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Com/ Serviços
- Doméstico
- Agr/ Flor/ Pescas

Emissões de COVNM por sector

2014



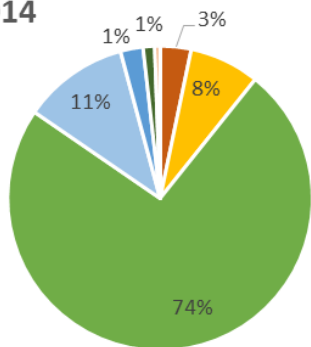
2018



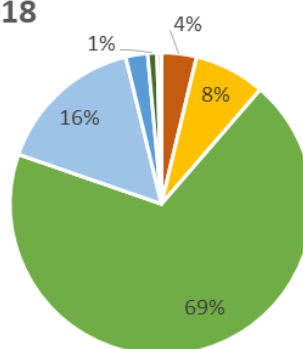
- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Com/ Serviços
- Doméstico
- Agr/ Flor/ Pescas

Figura 24. Estimativa de emissões de NO_x, CO e COVNM por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)

**Emissões de PM₁₀ por sector
2014**

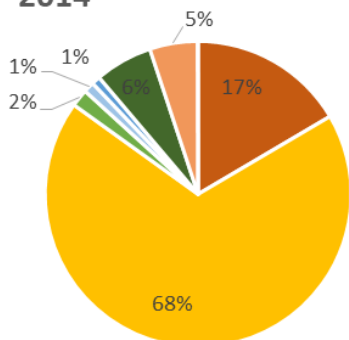


2018

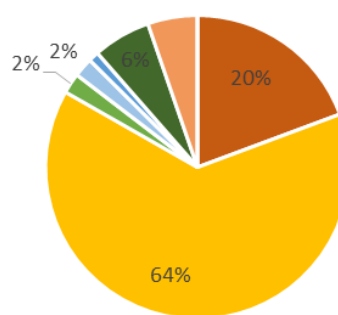


- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Com/ Serviços
- Doméstico
- Agr/ Flor/ Pescas

**Emissões de SO₂ por sector
2014**

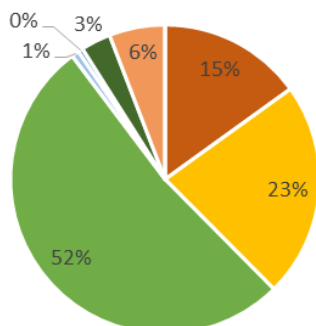


2018

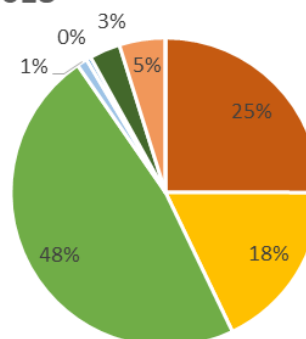


- P. Eletricidade
- Indústria
- T. Rodoviário
- T. Aéreo
- T. Marítimo
- Com/ Serviços
- Doméstico
- Agr/ Flor/ Pescas

**Emissões de CO₂ por sector
2014**



2018



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

Figura 25. Estimativa de emissões de PM₁₀, SO₂ e CO₂ por sector de atividade em 2014 e 2018 (%)

5.2.3 Emissões por sector de atividade

A Figura 26 permite destacar os poluentes atmosféricos mais significativos por sector de atividade. Para os sectores com maior peso na emissão de poluentes atmosféricos destacam-se:

- Transporte Rodoviário, com emissões significativas para a região Norte de CO (94% do total regional), NO_x (79%) e partículas em suspensão (70% de PM_{2,5} e 69% de PM₁₀);
- Indústria e Construção, na emissão de SO₂ (64% do total regional) e COVNM (31%);
- Produção de Eletricidade e Vapor, na emissão de CO₂ (25% do total regional) e SO₂ (19%).

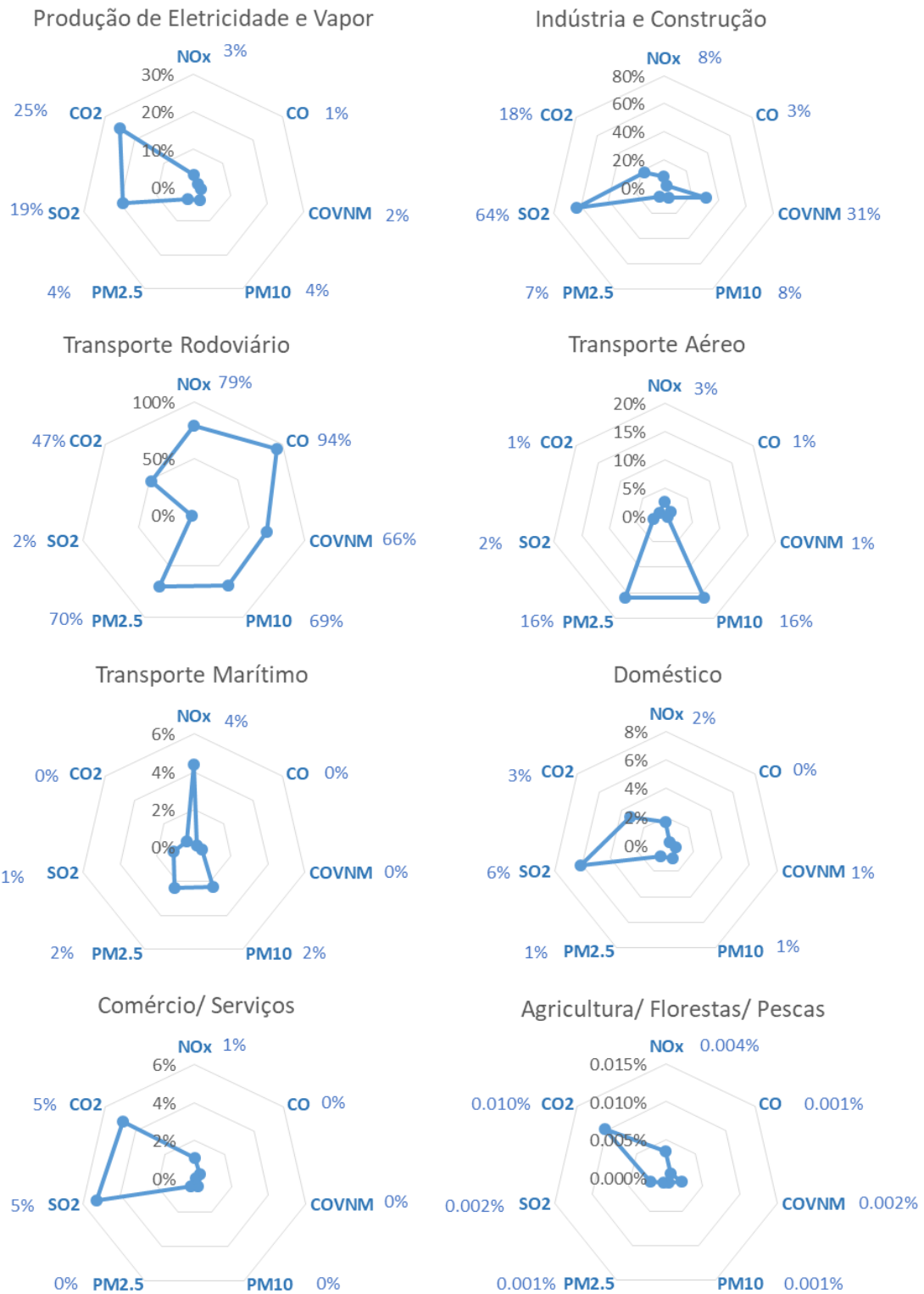


Figura 26. Peso relativo da contribuição de emissões de poluentes atmosféricos em cada sector de atividade, face ao total da região Norte, em 2018 (%)

5.2.4 Emissões por zonas, aglomerações e concelhos

A Figura 27 e a Figura 28 apresentam a distribuição das emissões estimadas por zona⁹. 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 a aglomeração do Porto Litoral tem maiores contribuições, face às restantes, destacando-se os sectores da Produção de Eletricidade, Indústria e Transporte Rodoviário (Figura 28). Também nesta aglomeração, o Transporte Aéreo e Marítimo assume algum destaque nas emissões de SO₂ e PM₁₀.

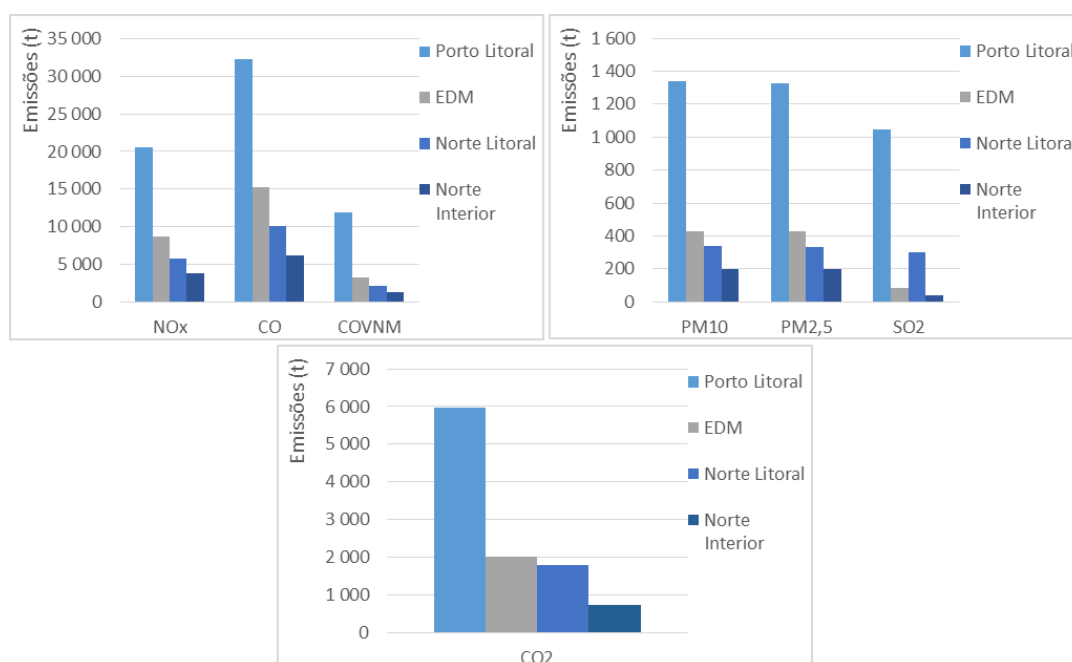


Figura 27. Estimativa de emissões por zona para o ano de 2018

⁹ Os concelhos que integram as diferentes zonas e aglomerações da região Norte encontram-se indicados na Tabela 1.

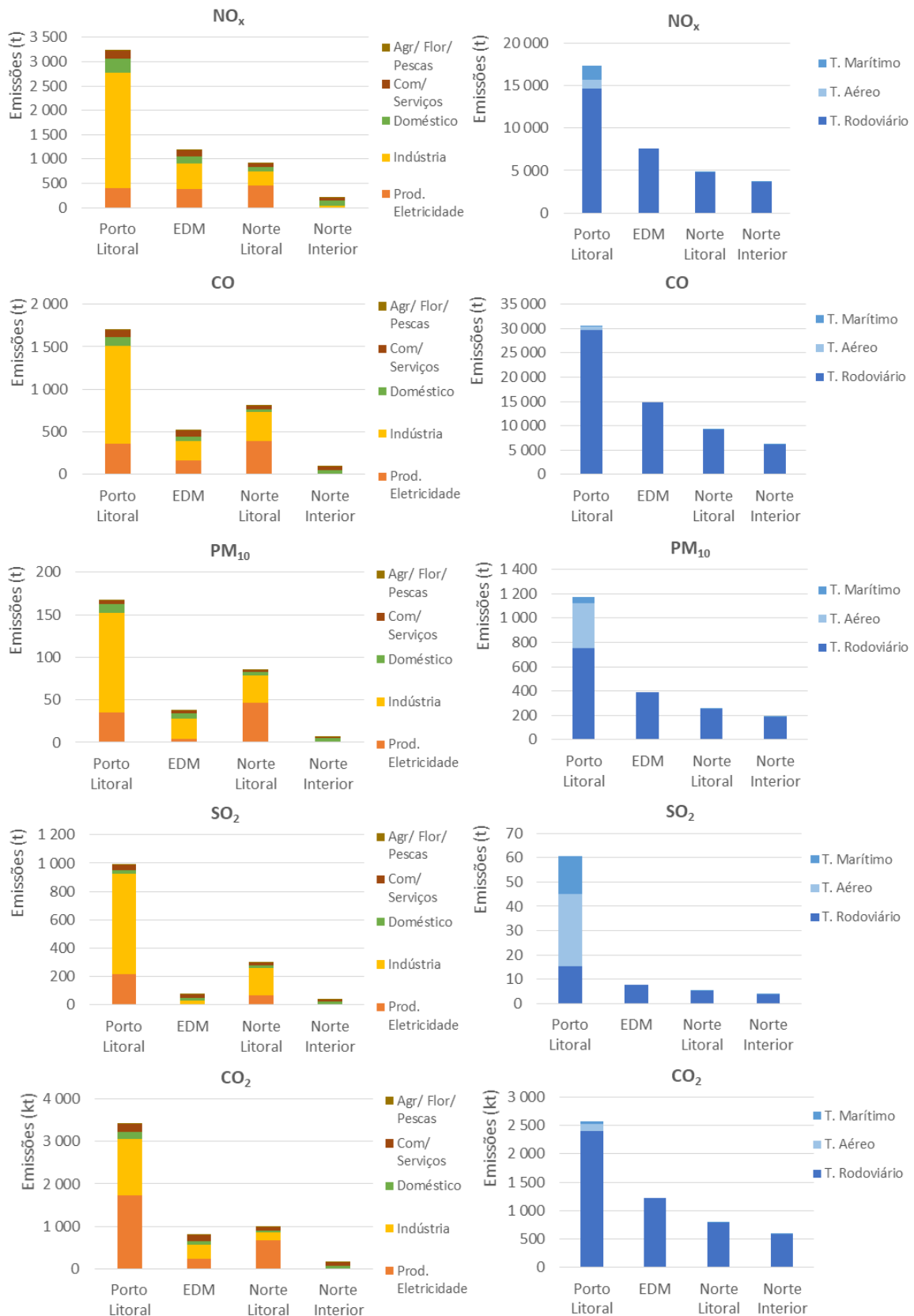


Figura 28. Estimativa de emissões por zona e sector para o ano de 2018

Em termos dos totais de emissões obtidos por concelho, apresenta-se na Tabela 28 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 (concelhos com maior densidade populacional) e Indústria (concelhos onde se localizam as unidades industriais com peso mais importante para as emissões da região). Maia também surge no caso das PM₁₀, devido à contribuição do sector do Transporte Aéreo.

Tabela 28. 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%	Matosinhos	382	26%	Matosinhos	1 718 696	16%
Matosinhos	320	14%	VN Gaia	285	19%	Gondomar	1 663 081	16%
VN Gaia	169	7%	Porto	211	14%	V. Castelo	782 754	7%
Porto	119	5%	V. Castelo	156	11%	VN Gaia	681 537	6%
Braga	117	5%	Maia	120	8%	Porto	542 936	5%
Restantes	1 105	48%	Restantes	313	21%	Restantes	5 140 476	49%
Total	2 305	100%	Total	1 468	100%	Total	10 529 481	100%

Da Figura 29 à Figura 34 é apresentada a espacialização do total de emissões estimadas para a região Norte, desagregada ao nível do concelho para o ano 2018. Neste conjunto de figuras as emissões são apresentadas por unidade de área (t/km²).

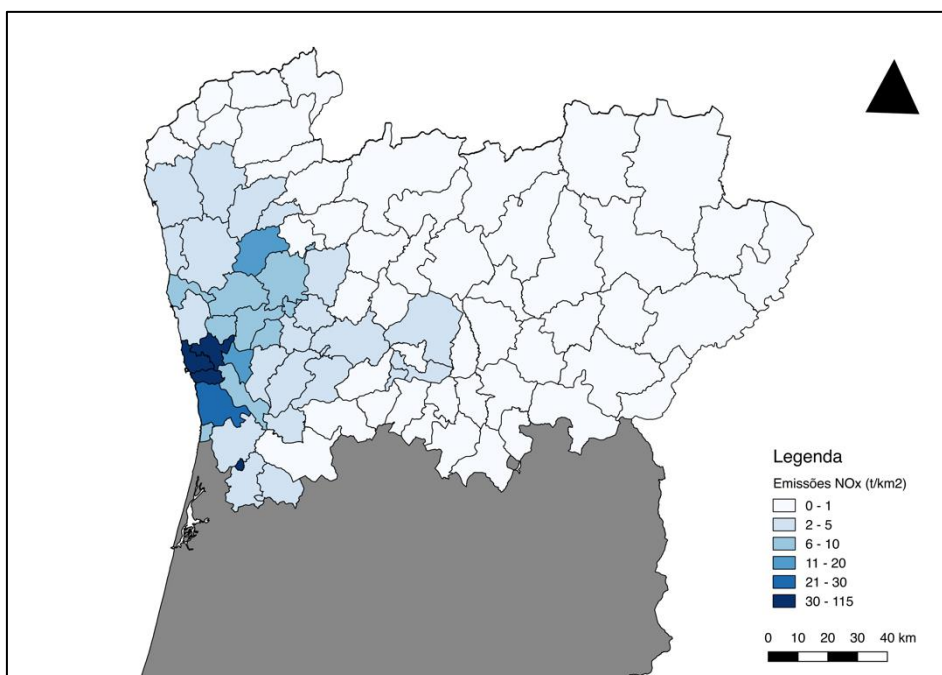


Figura 29. Espacialização das emissões de NO_x estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km²)

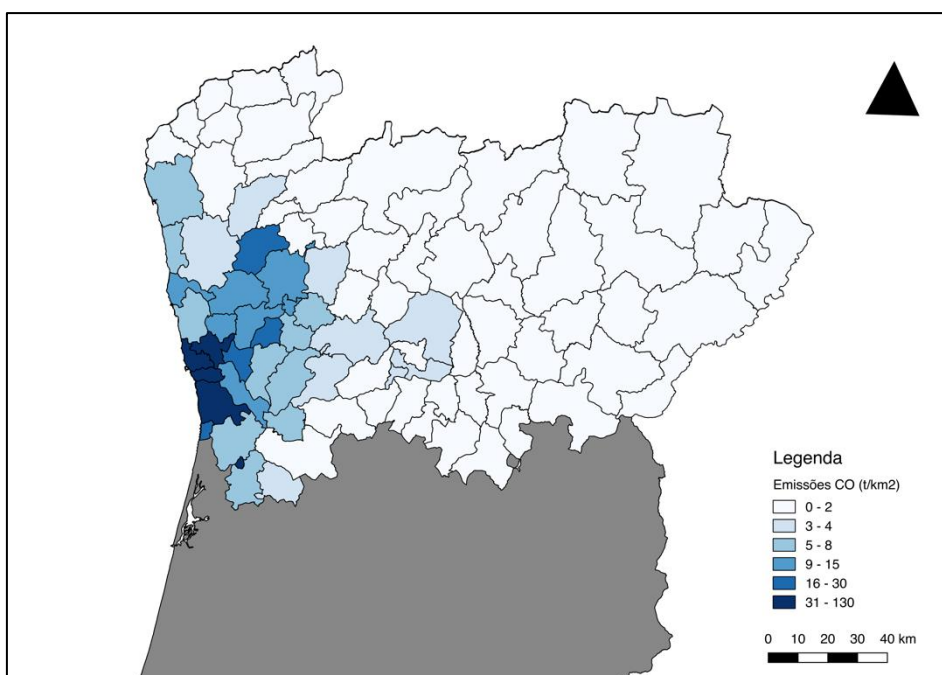


Figura 30. Espacialização das emissões de CO estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km²)

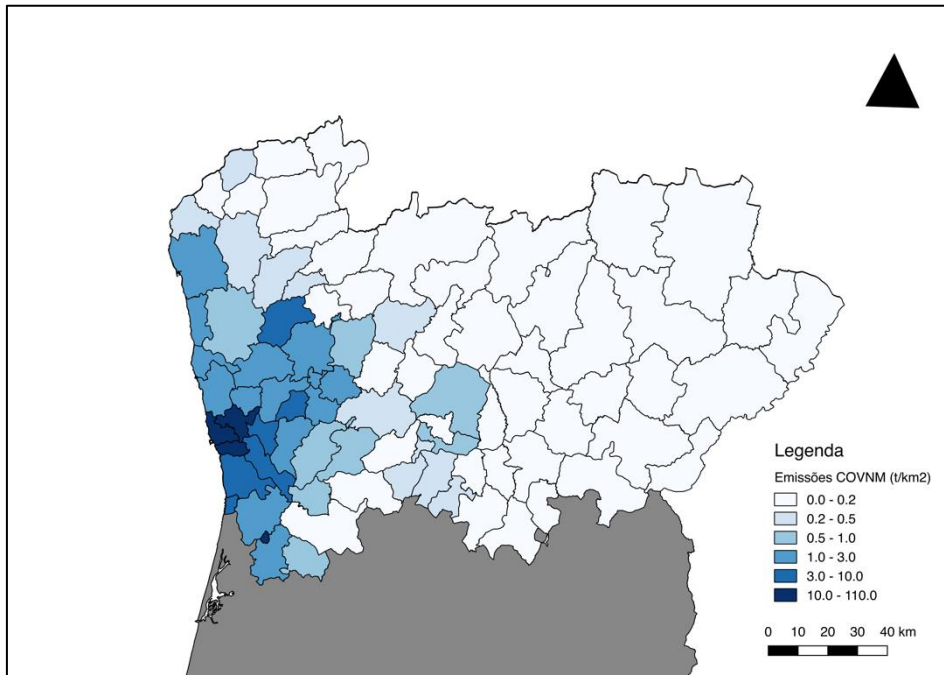


Figura 31. Espacialização das emissões de COVNM estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km²)

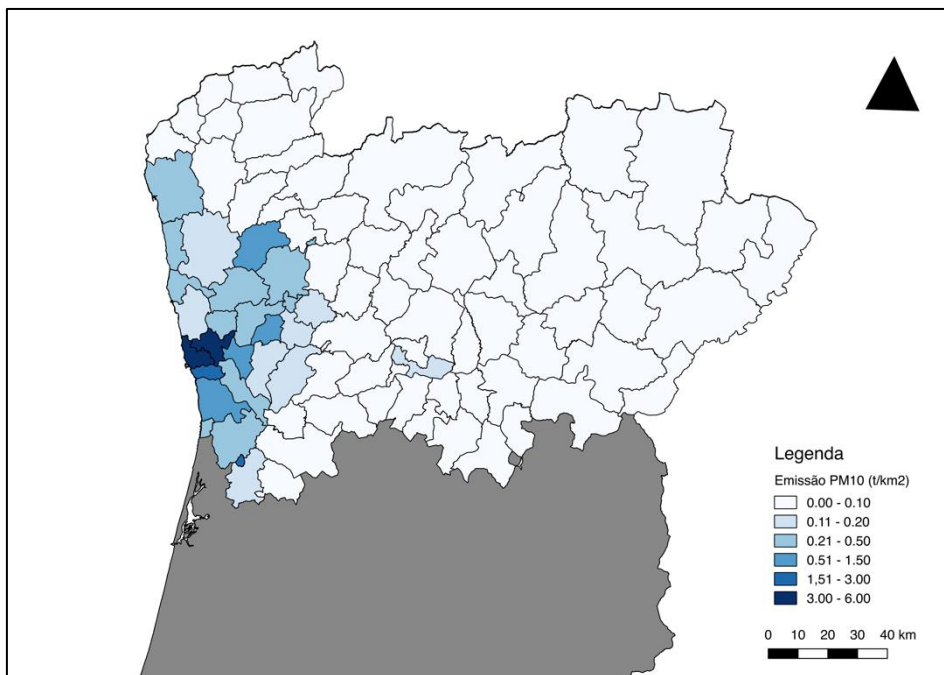


Figura 32. Espacialização das emissões de PM₁₀ estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km²)

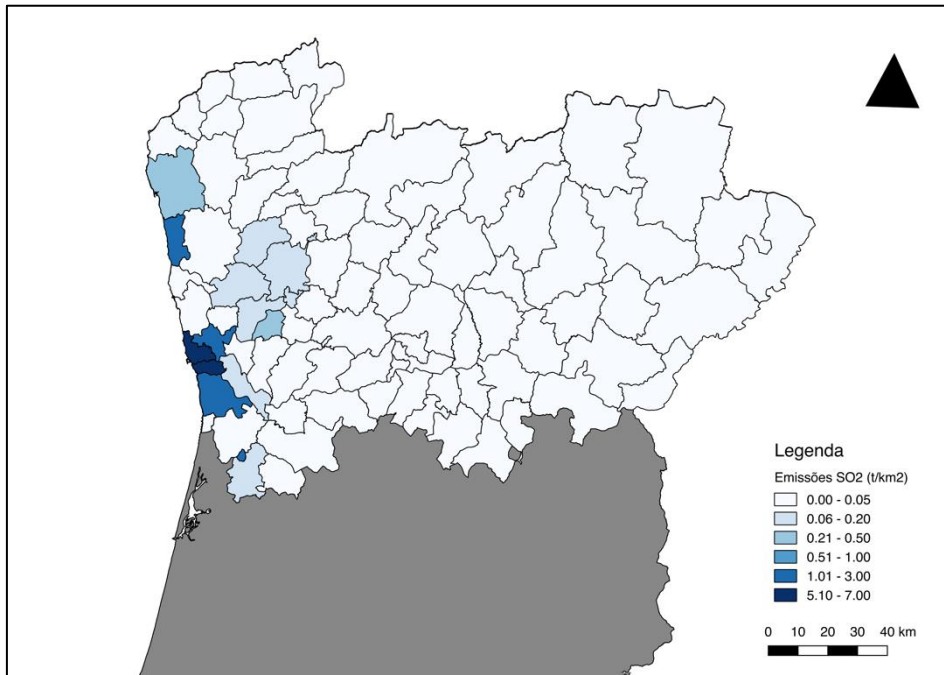


Figura 33. Espacialização das emissões de SO₂ estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km²)

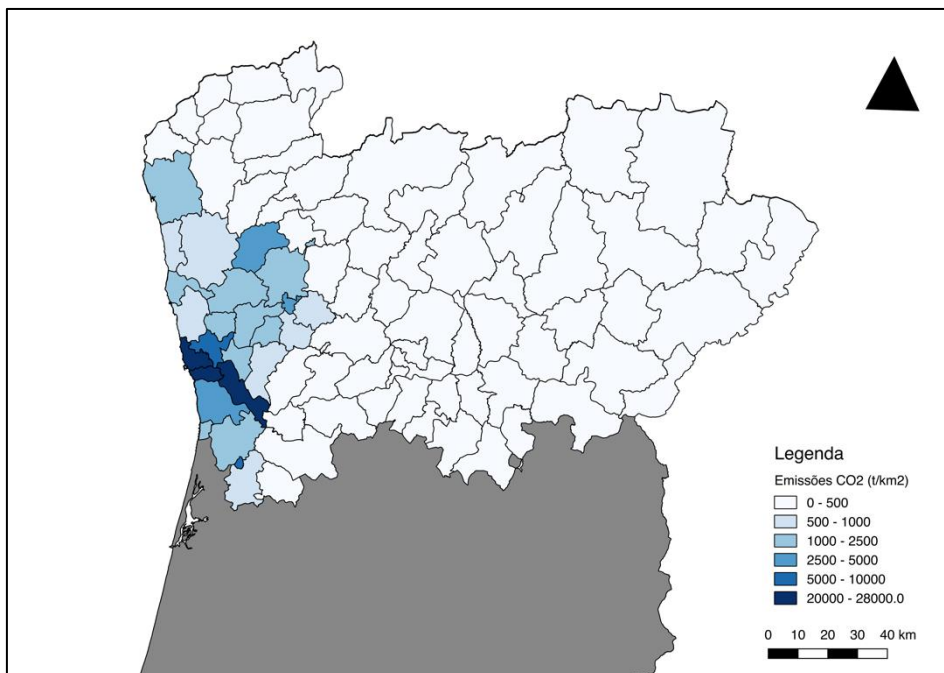


Figura 34. Espacialização das emissões de CO₂ estimadas por concelho da região Norte em 2018 (t/km²)

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, entre 2014 e 2018, verifica-se que o consumo de combustível aumentou na região 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, seguindo o comportamento verificado também a nível nacional.

Em termos da tendência de evolução das emissões atmosféricas, entre 2014 e 2018, esta tem sido distinta de acordo com os poluentes: de decréscimo notório na série temporal como é o caso dos COVNM (-26%), SO₂ (-18%) e CO (-10%), de ligeiro decréscimo no caso do NO_x (-3%) e, por fim, de aumento no caso das partículas PM₁₀ e PM_{2,5} e CO₂ (aumento de 7% nos três casos).

Para grande parte dos poluentes o sector do Transporte Rodoviário tem um peso significativo através das emissões de combustão (com exceção do SO₂, devido ao baixo teor de enxofre no gasóleo e gasolina). Neste sector há uma quantidade de combustível consumido que é significativa face aos restantes sectores, fazendo com que este se destaque no total de emissões da região. A redução do consumo de combustível neste sector teve assim um impacte visível na redução das emissões dos poluentes que lhe estão associados. Em particular, a redução do consumo de gasolina (que foi de 15% neste período) teve um efeito significativo na redução dos poluentes COVNM e CO. Para os poluentes NO_x e PM a contribuição das emissões provenientes de veículos a gasóleo é mais determinante. Uma vez que o gasóleo consumido no transporte rodoviário na região Norte não apresentou praticamente variação entre 2014 e 2018, as alterações nos totais de emissões destes poluentes devem-se à contribuição de outros sectores de atividade.

O aumento das partículas em suspensão verificado entre 2014 e 2017 (em 2018 registou-se um ligeiro decréscimo) deveu-se à contribuição do sector do Transporte Rodoviário (que representa 69% das emissões de PM₁₀ em 2018), bem como à tendência de aumento das emissões provenientes do sector do Transporte Aéreo (sector com um peso de 16% nas emissões totais de PM₁₀ em 2018 e que registou um aumento de atividade, neste período, de 47% em movimentos de aeronaves) e da Indústria e Construção (representando 8% das emissões em 2018).

Relativamente ao aumento de emissões de CO₂ no período em estudo, a contribuição do sector da Produção de Eletricidade e Vapor (com um peso de 25% em 2018) foi decisiva, já que o consumo de combustível neste sector aumentou neste período.

O SO₂ e os COVNM contam com uma importante contribuição do sector da Indústria e Construção, que representa 64% e 31% das emissões destes poluentes, respetivamente.

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 que ocupa a menor 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>.

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, (2001-2015). 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 – 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, Disponível em: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>.

Anexo I. Fatores de Emissão utilizados no sector do Transporte Rodoviário (g/km)

Fatores de emissão dos poluentes CO, COVNM, NO_x e PM para veículos Ligeiros de Passageiros (LP), Ligeiros de Mercadorias (LM), Pesados de Passageiros (PP) e Pesados de Mercadorias (PM) (Fatores de Emissão em g/km)

Categoria	Combustível	Cilindrada	Poluente	Tecnologia						
				Pré Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
LP	Gasolina	Mini	CO	22,350	4,880	2,420	2,070	0,670	0,670	0,670
LP	Gasolina	Mini	COVNM	1,944	0,467	0,206	0,089	0,048	0,048	0,048
LP	Gasolina	Mini	NO _x	1,963	0,426	0,229	0,090	0,056	0,056	0,056
LP	Gasolina	Mini	PM	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002
LP	Gasolina	Small	CO	22,350	4,880	2,420	2,070	0,690	0,690	0,690
LP	Gasolina	Small	COVNM	1,944	0,467	0,206	0,089	0,048	0,048	0,048
LP	Gasolina	Small	NO _x	1,963	0,426	0,229	0,090	0,056	0,056	0,056
LP	Gasolina	Small	PM	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002
LP	Gasolina	Medium	CO	21,598	3,920	2,040	1,820	0,620	0,620	0,620
LP	Gasolina	Medium	COVNM	1,847	0,530	0,251	0,119	0,065	0,065	0,065
LP	Gasolina	Medium	NO _x	2,320	0,485	0,255	0,097	0,061	0,061	0,061
LP	Gasolina	Medium	PM	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002
LP	Gasolina	Large	CO	24,620	3,410	1,670	1,500	0,530	0,530	0,530
LP	Gasolina	L/S/E	COVNM	2,168	0,430	0,196	0,088	0,048	0,048	0,048
LP	Gasolina	L/S/E	NO _x	3,384	0,467	0,242	0,091	0,059	0,059	0,059
LP	Gasolina	L/S/E	PM	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002
LP	Gasóleo	Small	CO	0,688	0,414	0,296	0,089	0,092	0,049	0,040
LP	Gasóleo	Small	COVNM	0,159	0,047	0,035	0,020	0,014	0,010	0,010
LP	Gasóleo	Small	NO _x	0,546	0,690	0,716	0,773	0,580	0,550	0,350
LP	Gasóleo	Small	PM	0,221	0,084	0,055	0,039	0,031	0,002	0,002
LP	Gasóleo	Medium	CO	0,688	0,414	0,296	0,089	0,092	0,040	0,040
LP	Gasóleo	Medium	COVNM	0,159	0,047	0,035	0,020	0,014	0,008	0,008
LP	Gasóleo	Medium	NO _x	0,546	0,690	0,716	0,773	0,580	0,550	0,350
LP	Gasóleo	Medium	PM	0,221	0,084	0,055	0,039	0,031	0,002	0,002
LP	Gasóleo	L/S/E	CO	0,688	0,414	0,296	0,089	0,092	0,040	0,040
LP	Gasóleo	L/S/E	COVNM	0,159	0,070	0,100	0,037	0,014	0,008	0,008
LP	Gasóleo	L/S/E	NO _x	0,870	0,690	0,716	0,770	0,580	0,550	0,350
LP	Gasóleo	L/S/E	PM	0,221	0,084	0,055	0,039	0,031	0,002	0,002
LP	GPL	N.A.	CO	6,832	3,570	2,480	1,790	0,620	0,620	0,620
LP	GPL	N.A.	COVNM	1,050	0,723	0,342	0,120	0,100	0,100	0,100
LP	GPL	N.A.	NO _x	2,360	0,414	0,180	0,090	0,056	0,056	0,056
LP	GPL	N.A.	PM	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000
LP	GNC	N.A.	CO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,616	0,616	0,616
LP	GNC	N.A.	COVNM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035	0,035	0,035
LP	GNC	N.A.	NO _x	0,000	0,000	0,000	0,000	0,056	0,056	0,056
LP	GNC	N.A.	PM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
LM	Gasolina	N.A.	CO	25,500	8,820	5,890	5,050	2,010	1,300	1,300
LM	Gasolina	N.A.	COVNM	3,440	0,614	0,304	0,189	0,128	0,096	0,096
LM	Gasolina	N.A.	NO _x	3,090	0,563	0,230	0,129	0,064	0,006	0,006
LM	Gasolina	N.A.	PM	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
LM	Gasóleo	N.A.	CO	1,340	0,577	0,577	0,473	0,375	0,075	0,075
LM	Gasóleo	N.A.	COVNM	0,133	0,141	0,149	0,094	0,035	0,035	0,035
LM	Gasóleo	N.A.	NO _x	1,660	1,220	1,220	1,030	0,831	1,150	0,496
LM	Gasóleo	N.A.	PM	0,356	0,117	0,117	0,078	0,041	0,001	0,001
LM	GPL	N.A.	CO	6,832	3,570	2,480	1,790	0,620	0,620	0,620
LM	GPL	N.A.	COVNM	1,050	0,723	0,342	0,120	0,100	0,100	0,100
LM	GPL	N.A.	NO _x	2,360	0,414	0,180	0,090	0,056	0,056	0,056
LM	GPL	N.A.	PM	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000	0,000
LM	GNC	N.A.	CO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,616	0,616	0,616
LM	GNC	N.A.	COVNM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035	0,035	0,035
LM	GNC	N.A.	NO _x	0,000	0,000	0,000	0,000	0,056	0,056	0,056
LM	GNC	N.A.	PM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
PP	GNC	N.A.	CO	0,000	8,400	2,700	1,000	1,000	1,000	1,000
PP	GNC	N.A.	COVNM	0,000	0,371	0,313	0,052	0,045	0,045	0,045
PP	GNC	N.A.	NO _x	0,000	16,500	15,000	10,000	2,500	2,500	2,500
PP	GNC	N.A.	PM	0,000	0,020	0,010	0,010	0,005	0,005	0,005
PP	Gasóleo	N.A.	CO	5,710	2,710	2,440	2,670	0,223	0,223	0,223
PP	Gasóleo	N.A.	COVNM	1,990	0,706	0,463	0,409	0,022	0,022	0,220
PP	Gasóleo	N.A.	NO _x	16,500	10,100	10,700	9,380	5,420	3,090	0,597

Categoria	Combustível	Cilindrada	Poluente	Tecnologia						
				Pré Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
PP	Gasóleo	N.A.	PM	0,909	0,479	0,220	0,207	0,046	0,046	0,002
PM	Gasolina	N.A.	CO	59,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PM	Gasolina	N.A.	COVNM	5,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PM	Gasolina	N.A.	NO _x	6,600	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PM	Gasolina	N.A.	PM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PM	GNC	N.A.	CO	0,000	8,400	2,700	1,000	1,000	1,000	1,000
PM	GNC	N.A.	COVNM	0,000	0,371	0,313	0,052	0,045	0,045	0,045
PM	GNC	N.A.	NO _x	0,000	16,500	15,000	10,000	2,500	2,500	2,500
PM	GNC	N.A.	PM	0,000	0,020	0,010	0,010	0,005	0,005	0,005
PM	Gasóleo	N.A.	CO	2,040	1,282	1,127	1,209	0,086	0,086	0,086
PM	Gasóleo	N.A.	COVNM	0,717	0,370	0,237	0,223	0,009	0,009	0,009
PM	Gasóleo	N.A.	NO _x	9,280	6,310	6,565	5,158	3,183	1,813	0,350
PM	Gasóleo	N.A.	PM	0,394	0,246	0,129	0,106	0,019	0,019	0,001

Legenda: LP – Ligeiros de Passageiros; LM – Ligeiros de Mercadorias; PP – Pesado de Passageiros; PM – Pesado de Mercadorias; L/S/E – Large/SUV/Executive; N.A. – Não Aplicável

Fatores de emissão dos poluentes CO, COVNM, NOx e PM para Ciclomotores e Motociclos (g/km)

Categoria	Cilindrada	Poluente	Tecnologia						
			Pré-Euro	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Ciclomotor	2 - Stroke <50 cm ³	CO	14,700	4,600	2,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Ciclomotor	2 - Stroke <50 cm ³	COVNM	8,380	3,180	2,560	1,780	1,780	1,780	1,780
Ciclomotor	2 - Stroke <50 cm ³	NO _x	0,056	0,180	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Ciclomotor	2 - Stroke <50 cm ³	PM	0,176	0,045	0,026	0,018	0,018	0,018	0,018
Ciclomotor	4 - Stroke <50 cm ³	CO	14,700	6,700	4,200	2,700	2,700	2,700	2,700
Ciclomotor	4 - Stroke <50 cm ³	COVNM	8,180	0,740	0,770	0,520	0,520	0,520	0,520
Ciclomotor	4 - Stroke <50 cm ³	NO _x	0,056	0,220	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Ciclomotor	4 - Stroke <50 cm ³	PM	0,176	0,040	0,007	0,004	0,004	0,004	0,004
Motociclo	2 - Stroke >50 cm ³	CO	24,300	16,300	11,200	2,730	2,730	2,730	2,730
Motociclo	2 - Stroke >50 cm ³	COVNM	9,970	5,820	1,840	0,806	0,806	0,806	0,806
Motociclo	2 - Stroke >50 cm ³	NO _x	0,067	0,028	0,104	0,280	0,280	0,280	0,280
Motociclo	2 - Stroke >50 cm ³	PM	0,160	0,064	0,032	0,010	0,010	0,010	0,010
Motociclo	4 - Stroke <250 cm ³	CO	32,800	13,600	7,170	3,030	3,030	3,030	3,030
Motociclo	4 - Stroke <250 cm ³	COVNM	2,060	1,080	0,839	0,465	0,465	0,465	0,465
Motociclo	4 - Stroke <250 cm ³	NO _x	0,225	0,445	0,317	0,194	0,194	0,194	0,194
Motociclo	4 - Stroke <250 cm ³	PM	0,014	0,014	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Motociclo	4 - Stroke 250 - 750 cm ³	CO	25,700	13,800	7,170	3,030	3,030	3,030	3,030
Motociclo	4 - Stroke 250 - 750 cm ³	COVNM	1,680	1,190	0,918	0,541	0,541	0,541	0,541
Motociclo	4 - Stroke 250 - 750 cm ³	NO _x	0,233	0,477	0,317	0,194	0,194	0,194	0,194
Motociclo	4 - Stroke 250 - 750 cm ³	PM	0,014	0,014	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Motociclo	4 - Stroke > 750 cm ³	CO	21,100	10,100	7,170	3,030	3,030	3,030	3,030
Motociclo	4 - Stroke > 750 cm ³	COVNM	2,750	1,500	0,994	0,587	0,587	0,587	0,587
Motociclo	4 - Stroke > 750 cm ³	NO _x	0,247	0,579	0,317	0,194	0,194	0,194	0,194
Motociclo	4 - Stroke > 750 cm ³	PM	0,014	0,014	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004