

Departamento de Ambiente e Ordenamento
Universidade de Aveiro



Relatório R3
INVENTARIAÇÃO DAS EMISSÕES DE POLUENTES
ATMOSFÉRICOS DA REGIÃO NORTE
Desenvolvimento do inventário “bottom-up”

AMB – QA – 06/2004

Julho 2004

Equipa técnica

DAO/UA – Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Carlos Borrego, Professor Catedrático e Director do IDAD

Ana Isabel Miranda, Doutora em Ciências Aplicadas ao Ambiente e Professora Auxiliar

Oxana Tchepel, Doutora em Ciências Aplicadas ao Ambiente

Alexandra Monteiro, Mestre em Poluição Atmosférica

Liliana Salmim, Licenciada em Engenharia do Ambiente

João Ginja, Licenciado em Engenharia do Ambiente

IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento

Miguel Coutinho, Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente

Clara Ribeiro, Licenciada em Engenharia do Ambiente

Sérgio Bento, Licenciado em Planeamento Regional e Urbano

Índice

INTRODUÇÃO	1
METODOLOGIA “BOTTOM-UP” - TRÁFEGO.....	4
ANÁLISE DE RESULTADOS.....	20
INVENTARIAÇÃO “BOTTOM-UP” DAS EMISSÕES INDUSTRIAIS	22
METODOLOGIA	22
EMISSÕES INDUSTRIAIS NA REGIÃO NORTE	23
AUTOCONTROLO DE EMISSÕES	23
BASE DE DADOS	23
CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	25
CONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO	29
<i>Ultrapassagens do VLE</i>	<i>29</i>
<i>Caudais mássicos.....</i>	<i>31</i>
<i>Entrega dos relatórios de autocontrolo.....</i>	<i>34</i>
EMISSÕES INDUSTRIAIS NA AMOSTRA ESTUDADA.....	36
<i>Distribuição espacial dos caudais mássicos.....</i>	<i>36</i>
<i>Distribuição dos caudais mássicos por sector de actividade</i>	<i>39</i>
ESTIMATIVA DAS EMISSÕES TOTAIS INDUSTRIAIS	42
<i>Fontes de emissão com medição pontual.....</i>	<i>42</i>
<i>Grandes fontes emissão – medição em contínuo</i>	<i>46</i>
<i>Emissões industriais totais.....</i>	<i>47</i>
BOTTOM – UP VERSUS TOP DOWN.....	48
COMENTÁRIOS FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	52
ANEXO A – METODOLOGIA E CRONOGRAMA	52
ANEXO B - INTERFACE GRÁFICA DA BASE DE DADOS DO AUTOCONTROLO E PROCESSO PRODUTIVO INDUSTRIAL.....	53

Introdução

Este trabalho surge no seguimento do trabalho que tem vindo a ser desenvolvido pela Universidade de Aveiro no âmbito de um protocolo de colaboração com a Comissão de Coordenação de Desenvolvimento Regional Norte (CCDR - Norte), e que tem como principal objectivo a inventariação das emissões atmosféricas existentes na sua área de abrangência, correspondente à globalidade da região Norte do país.

A região Norte é constituída pela NUT II Norte, integrando as NUT III Tâmega, Minho-Lima, Grande Porto, Entre Douro e Vouga, Douro, Cavado, Alto Trás-os-Montes e Ave. Na Figura 1 apresenta-se a região em estudo dividida nos 86 concelhos que engloba.



Figura 1. Mapa representativo da área abrangida pela CCDR - Norte.

A inventariação das emissões atmosféricas, para o território abrangido pela Região Norte, tem seguido uma metodologia de trabalho de acordo com as directrizes propostas no “Guia de elaboração de Planos e Programas”, adaptado às condicionantes

específicas da região em análise. Neste enquadramento, e após a definição dos objectivos, da zona geográfica e dos poluentes a considerar, este processo de inventariação foi escalonado segundo as seguintes metodologias:

- Metodologia “top-down”: discretização espacial dos dados de emissão estimados nos inventários EMEP/CORINAIR, através da aplicação de factores de desagregação;
- Metodologia “bottom-up”: recolha de dados das unidades industriais, incluindo os dados disponíveis de autocontrolo e das principais vias de tráfego.
- Validação local: criação de uma escala de controlo dos dados que assegure a precisão dos valores através da informação disponível para cada estimativa.

O presente relatório reporta-se essencialmente às segunda e terceira fases de desenvolvimento do trabalho, mais propriamente ao desenvolvimento e aplicação da metodologia “bottom-up”, que engloba os seguintes pontos e, cujos objectivos detalhados se encontram no Anexo A:

- Planificação;
- Recolha de dados;
- Elaboração e controlo

e a realização de entrevistas com entidades intervenientes ao nível do município de forma a se poder fazer a validação ao nível local.

De forma a seguir a metodologia “bottom-up”, foram feitas as seguintes tarefas:

- (i) Planificação:
 - Definição das especificações gerais (área de interesse, ano de referência, resolução temporal, poluentes,...)
 - Definição dos procedimentos e sistema de cálculo.
- (ii) Recolha de dados:
 - Realização de inquéritos às unidades industriais e aplicação de factores de emissão;
 - Identificação das principais vias de tráfego e recolha de valores de fluxo de tráfego (contagens de tráfego).

- Compilação de outros inventários previamente realizados, nomeadamente sobre a emissão de substâncias perigosas e da produção de resíduos industriais;
- Utilização dos dados do autocontrolo disponíveis na CCDR-N;
- Selecção de perfis de desagregação espaço-temporal.

(iii) Elaboração e controlo:

- Gestão e compilação de dados
- Utilização do modelo de emissões de tráfego automóvel TREM-UA;
- Cálculo das emissões
- Publicação dos resultados

Metodologia “bottom-up” - Tráfego

O tráfego rodoviário é responsável por grande parte das emissões antropogénicas, constituindo uma das maiores fontes de poluição atmosférica, principalmente notória em áreas urbanas onde a situação é agravada pelo facto da população estar exposta a estes poluentes.

A Directiva-Quadro da Qualidade do Ar, 96/62/CE tem como principal objectivo a protecção do ambiente como um todo, assim como da saúde humana. O sector dos transportes é a segunda maior fonte de gases com efeito de estufa, em Portugal, contribuindo, segundo o Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), com cerca de 30% das emissões nacionais. O aumento das emissões entre 1990 e 1999 atingiu 67% no caso dos transportes. As projecções do consumo de energia final para 2010, quando comparado com o ano de referência, 1990, indicam que o sector dos transportes terá um aumento de 135 %. Relativamente aos sectores de actividade, embora a indústria e os processos de combustão sejam os sectores que mais contribuem para o potencial de aquecimento global nacional (39% em 1990 e 36% em 2010), é no sector dos transportes que se estima o maior aumento, de 23% para 29% [PNAC 2001, 2003]. Assim, as estratégias de controlo e redução de emissões de poluentes atmosféricos tornam-se fulcrais, uma vez que os níveis de concentração de poluentes em muitas das áreas urbanas na Europa ainda excedem os limites de qualidade do ar estabelecidos pela legislação. Desta forma, a caracterização das fontes de poluição em áreas urbanas e a estimativa das suas emissões são tarefas importantes e urgentes. O uso de modelos de cálculo de emissões é uma abordagem frequentemente utilizada para uma quantificação precisa dos poluentes emitidos pelos veículos para a atmosfera. O principal objectivo destes modelos consiste na estimativa de emissões nas diferentes escalas temporais e espaciais de modo a poderem ser utilizados em vários tipos de aplicações.

Os principais objectivos deste capítulo são a quantificação das emissões do tráfego rodoviário ao nível da CCDR –Norte, elaboração de um mapa com a distribuição espacial das emissões e a posterior análise dos resultados de forma a identificar quais as categorias de veículos que emitem mais e quais os concelhos mais afectados sobre os quais a tomada de decisão para contornar o problema é mais eminente.

Para dar resposta aos objectivos propostos, aplicou-se o modelo de emissões de transportes de fontes em linha: TREM – Transport Emission Model for Line Sources, que

foi desenvolvido no departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro [Tchepele, 2003]. Este modelo permite calcular as emissões para os seguintes poluentes: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO_x), compostos orgânicos voláteis (COV); dióxido de carbono (CO₂); dióxido de enxofre (SO₂) e partículas (PM₁₀). O TREM foi aplicado à área de estudo da CCDR - Norte, para o cálculo das emissões numa base diária, para os poluentes acima referidos. Além da estimativa das emissões de transporte rodoviário, o modelo calcula também o consumo de combustível.

O TREM, calcula as emissões do transporte rodoviário baseado na aproximação de velocidade média proposta pelos projectos MEET/COT319. No modelo, as vias são consideradas como fontes em linha, onde as emissões são estimadas individualmente para cada segmento de estrada [Tchepele, 2003].

A massa de poluente emitida pelos veículos é estimada em dois passos:

1. Determinação de factores de emissão para cada tipo de veículos considerando a velocidade média, e
2. Estimativa das emissões para cada segmento da estrada baseado nos factores de emissão e actividade dos transportes.

Este cálculo pode ser traduzido pela seguinte equação:

$$E_{\text{poluente}} = \text{factor de emissão} * \text{actividade}$$

Antes de se entrar no modelo de emissões de tráfego rodoviário propriamente dito são necessários vários dados de entrada, que incluem a informação sobre a rede viária, localização dos contadores de tráfego e fluxos associados, para os vários tipos de veículos (motociclos, automóveis ligeiros de passageiros e de mercadoria, pesados com e sem reboque e autocarros). Esta informação, para a área abrangida pela CCDR – Norte, foi fornecida pela antiga Junta Autónoma das Estradas (JAE), agora Instituto das Estradas de Portugal (IEP). A Figura 2 representa a rede viária e localização dos contadores de tráfego, para a área em estudo.

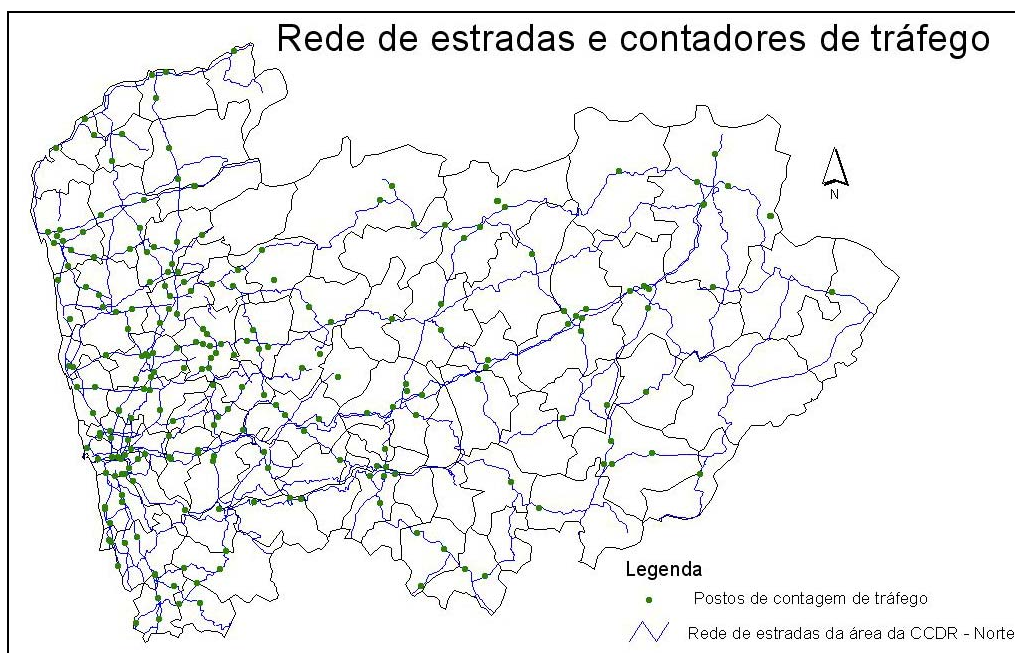


Figura 2. Rede de estradas e localização dos contadores de tráfego rodoviário.

Para cada posto de contagem de tráfego existem dados para vários anos, pelo que se escolheu a informação relativa ao ano mais recente possível (que varia entre 1992 e 1996). Estes dados incluem informação sobre as médias diárias diurna, nocturna, de inverno e verão. As figuras 3 e 4 representam, para a cidade do Porto, para o ano de 2002, a evolução temporal do número de veículos que circulam pela cidade, comparando os dias de semana com os de fim-de-semana, para dois meses de verão e inverno, respectivamente.

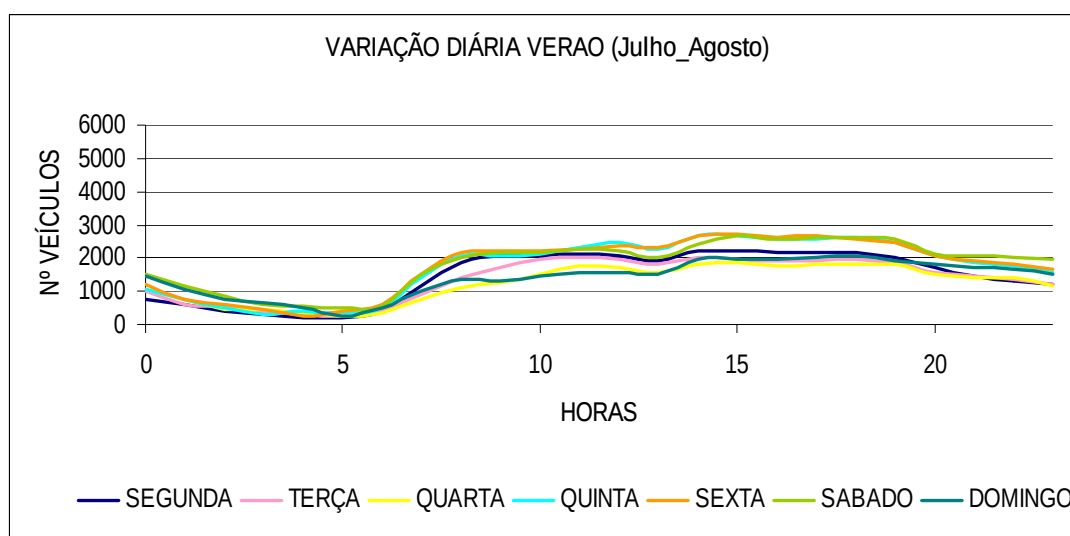


Figura 3. Variação diária do número de veículos, para dois meses de Verão, na cidade do Porto.

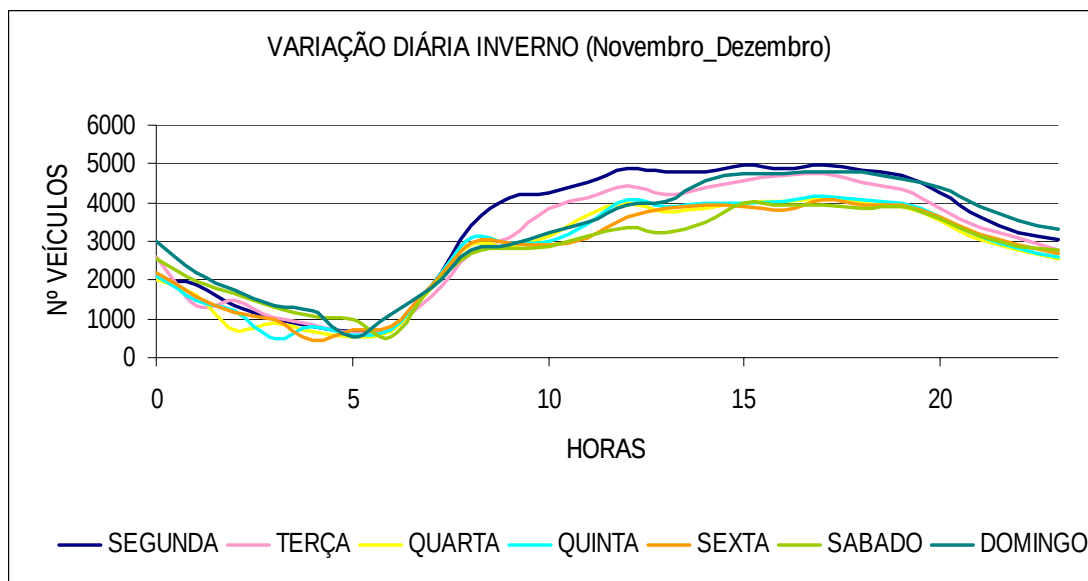


Figura 4. Variação diária do número de veículos, para dois meses de Inverno, na cidade do Porto.

Como se pode verificar, há um aumento do número de veículos em circulação, na cidade do Porto, de cerca de 50% do Verão para o Inverno. Esse aumento deve-se ao facto do retorno da população Portuense, após a ausência no período de férias noutros destinos.

Os inventários de emissões são muitas vezes utilizados como dados de entrada em modelos de qualidade do ar, e é habitualmente nos meses de verão que existem muitas excedências de ozono, devido à forte radiação solar e condições atmosféricas propícias à produção e acumulação de poluentes. O ozono surge na troposfera como poluente secundário, resultante de reacções, na presença da luz solar, entre determinados precursores de origem antropogénica e biogénica, predominantemente óxidos de azoto (NO_x), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4) e compostos orgânicos não metano (COVNM), de estrutura e reactividade bastante diversificada. É no período de verão, considerando este importante poluente, com graves efeitos tanto na saúde humana como no ecossistema, que a qualidade do ar é pior. Exemplo disso são os episódios de ozono que ocorreram no verão de 2003 [URL4] (Figura 5). Assim, trataram-se os dados de verão, fornecidos pelo IEP, e é com base nestes dados que se fez este inventário de emissões atmosféricas devido ao tráfego rodoviário.

	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total
Jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	12	39	71	
Ago	58	2	8	8	0	20	35	36	12	11	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205
Set	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 5. Tabela de excedências ao Limiar de Informação ao Público de O₃ para o ano de 2003.

Além da definição da rede viária da área abrangida pela CCDR – Norte, o TREM necessita também de informação relativa à distribuição dos veículos por categorias (passageiros a gasolina ou a diesel, veículos a GPL, veículos de mercadoria a gasolina ou a diesel, veículos pesados, autocarros e motociclos). Esta informação pode ser proveniente tanto dos contadores de tráfego como de dados estatísticos. Neste estudo utilizaram-se os seguintes pressupostos[IA, 2003],: 93,2% dos veículos ligeiros de passageiros são a gasolina e 6,8% a gasóleo, e que todos os veículos ligeiros de mercadoria são a gasóleo.

De forma a poder-se avaliar o peso das emissões rodoviárias de cada categoria de veículos, é importante conhecer a composição do parque automóvel em Portugal em 2001 [URL1]. A Figura 6 mostra essa composição.

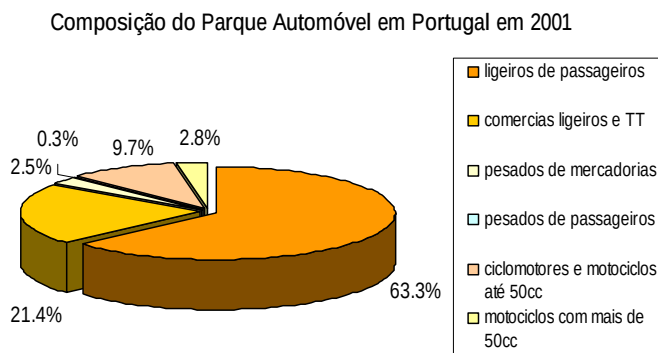


Figura 6. Composição do Parque Automóvel para Portugal em 2001.

Outro factor importante no cálculo das emissões de tráfego rodoviário é a composição da frota relacionada com tecnologias de redução de emissões e capacidade do motor, tendo em conta a idade dos veículos (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação de categorias de emissão tendo em conta a idade dos veículos.

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Veículos ligeiros de passageiros a gasolina	Pre ECE	ECE 1500 & 01							ECE 15 02			ECE 1503				ECE 1504					
Veículos ligeiros de passageiros a gasóleo e GPL	Convencional																				
Veículos ligeiros de mercadoria	Convencional																				
Veículos pesados de mercadoria e autocarros	Convencional																				
Motociclos	Convencional																				

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Veículos ligeiros de passageiros a gasolina	ECE 1504	EURO 1				EURO 2				EURO 3				EURO 4							
Veículos ligeiros de passageiros a gasóleo e GPL	Conv.	EURO 1				EURO 2				EURO 3				EURO 4							
Veículos ligeiros de mercadoria	Convencional		EURO 1					EURO 2		EURO 3				*	EURO 4						
Veículos pesados de mercadoria e autocarros	Conv.		EURO 1			EURO 2				EURO 3				EURO 4			EURO 5				
Motociclos	Convencional								Stage 1				Stage 2								



Uma vez que estes dados são de muito difícil acesso, utilizaram-se para a área em estudo, os mesmos dados utilizados para a área metropolitana de Lisboa [Tchepe, 2003], como se podem ver nas tabelas 2, 3, 4, 5 e 6:

Tabela 2. Dados de entrada para veículos de passageiros.

classe	TREM	%
Pre-ECE	K1	0
	K2	0
	K3	0
ECE 15-00/01	K4	0
	K5	0
	K6	0
ECE 15-02	K7	0
	K8	0,1
	K9	0
ECE 15-03	K10	3,2
	K11	1,7
	K12	0,2
ECE 15-04	K13	26,3
	K14	14,0
	K15	2,1
"Improved convertional"	K16	0
	K17	0
"Open loop"	K18	0
	K19	0
EURO 1	K20	22,0
	K21	11,7
	K22	1,8
EURO 2	K23	10,5
	K24	5,6
	K25	0,8
EURO 3	K26	0
	K27	0
	K28	0
EURO 4	K29	0
	K30	0
	K31	0

Tabela 3. Dados de entrada para veículos ligeiros de mercadoria.

classe	TREM	%
Convencional	K32	46,7
EURO 1	K33	35,6
EURO 2	K34	11,1
EURO 3	K35	0
EURO 4	K36	0



Tabela 4. Dados de entrada para veículos pesados de mercadoria.

	TREM	%
Convencional	K52	33,9
	K53	15,5
	K54	9,5
	K55	0,6
EURO 1	K56	13,5
	K57	6,2
	K58	3,8
	K59	0,2
EURO 2	K60	9,5
	K61	4,4
	K62	2,7
	K63	0,2
EURO 3	K64	0
	K65	0
	K66	0
	K67	0
EURO 4	K68	0
	K69	0
	K70	0
	K71	0
EURO 5	K72	0
	K73	0
	K74	0
	K75	0

Tabela 5. Dados de entrada para autocarros.

	TREM	%
Convencional	K76	53
EURO 1	K77	23
EURO 2	K78	24
EURO 3	K79	0
EURO 4	K80	0

Tabela 6. Dados de entrada para motocicletas.

class		TREM	%
Motociclos, <50 cc	Conventional	K88	60
	Stage 1	K89	0
	Stage 2	K90	0
Motociclos com motor a 2 tempos	Conventional	K91	20
	Stage 1	K92	0
Motociclos com motor a 4 tempos	Conventional, <250 cm ³	K93	10
	Conventional, 250 - 750 cm ³	K94	10
	Conventional, >750 cm ³	K95	0
	Sage 1	K96	0

ELABORAÇÃO E CONTROLO

Como resultado, o TREM calcula as emissões totais para o CO, CO₂, NO_x, PM₁₀, SO₂ e COV para cada segmento de estrada, como se pode ver nas figuras seguintes.

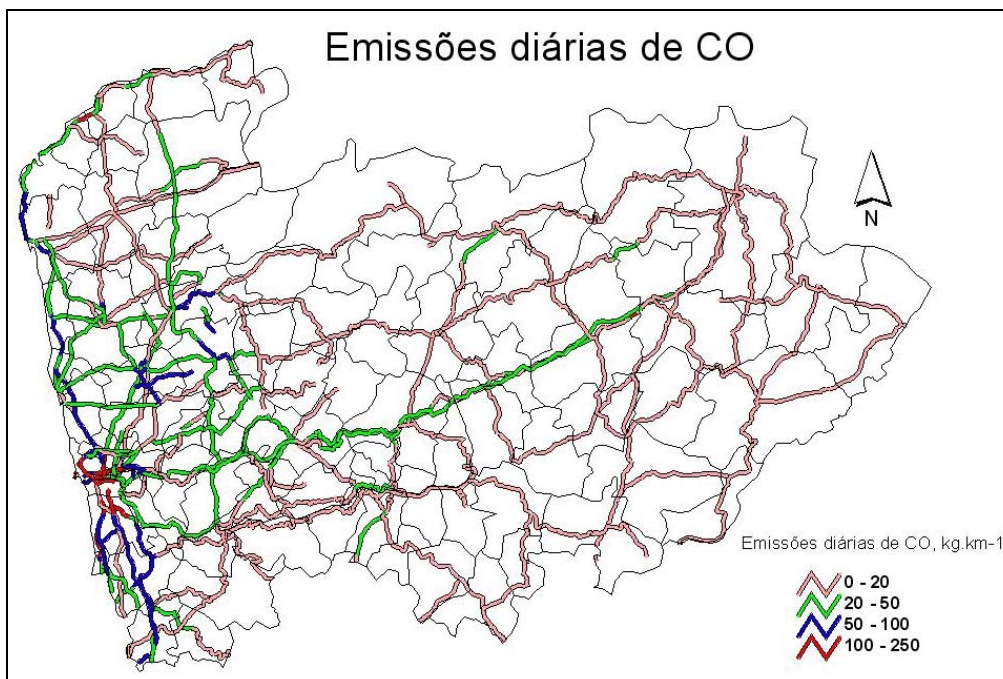


Figura 7. Distribuição espacial das emissões de monóxido de carbono, em kg.km⁻¹, na área da CCDR Norte, calculadas através do modelo TREM.

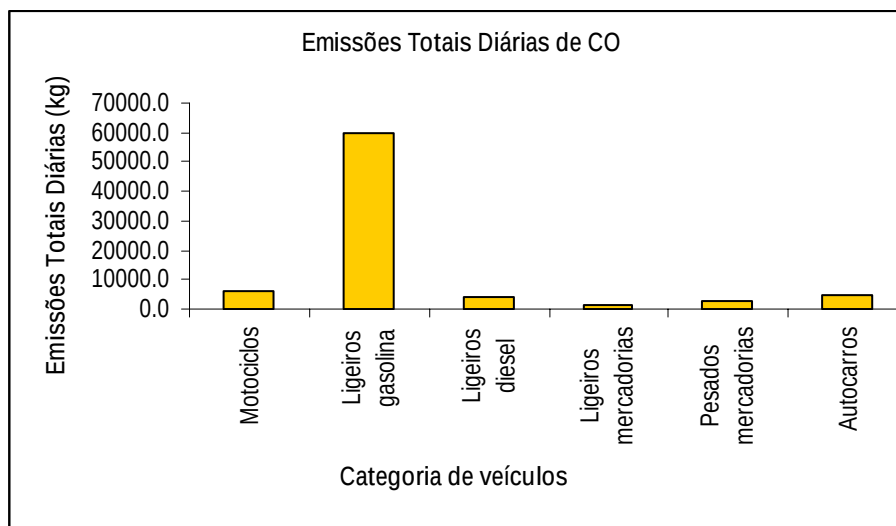


Figura 8. Emissões totais diárias de monóxido de carbono, em kg, por categoria de veículos.

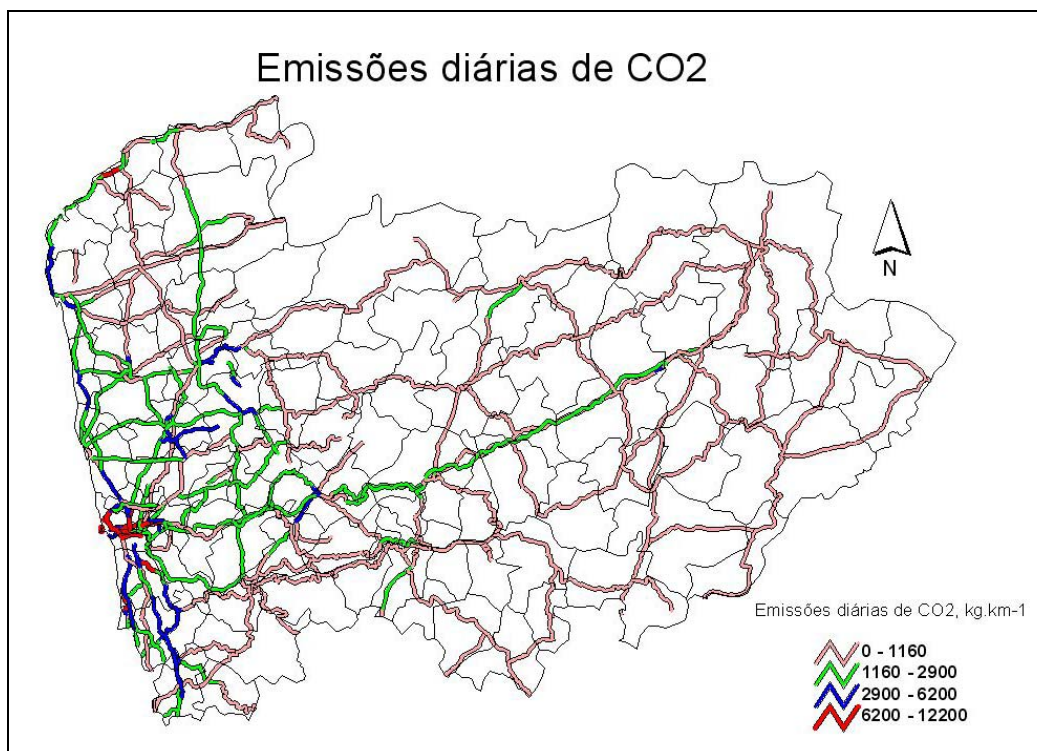


Figura 9. Distribuição espacial das emissões de dióxido de carbono, em kg.km⁻¹, na área da CCDR Norte, calculadas através do modelo TREM.

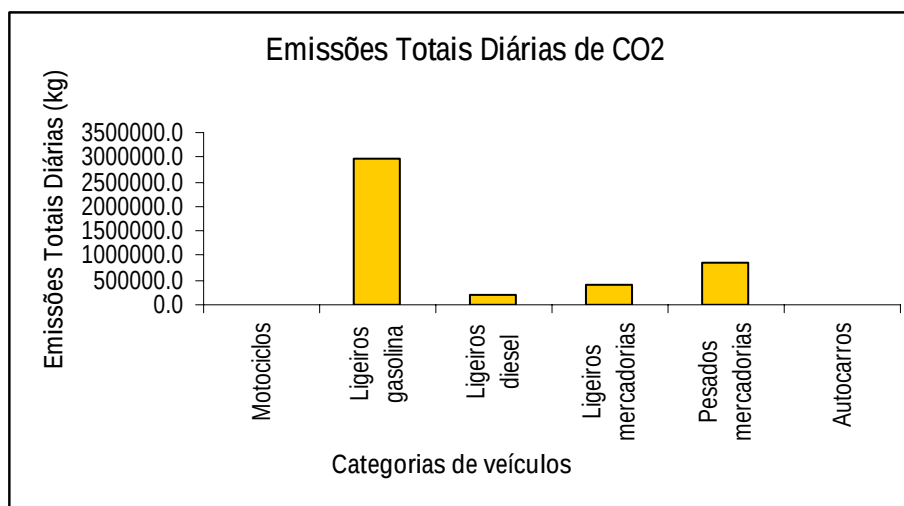


Figura 10. Emissões totais diárias de dióxido de carbono, em kg, por categoria de veículos.

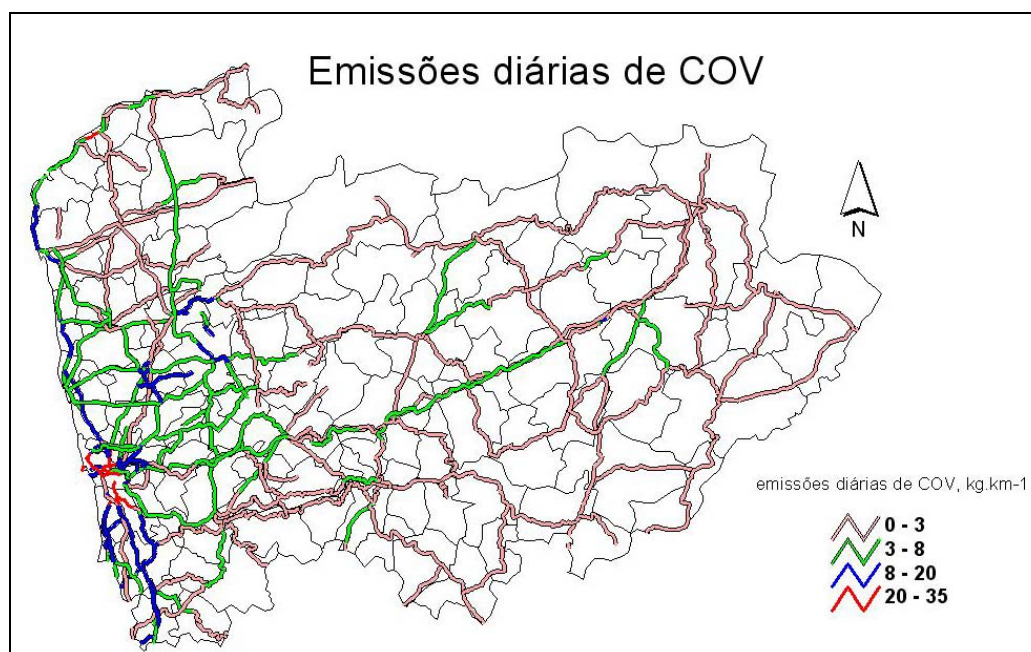


Figura 11. Distribuição espacial das emissões de compostos orgânicos voláteis, em kg.km⁻¹, na área da CCDR Norte, calculadas através do modelo TREM.

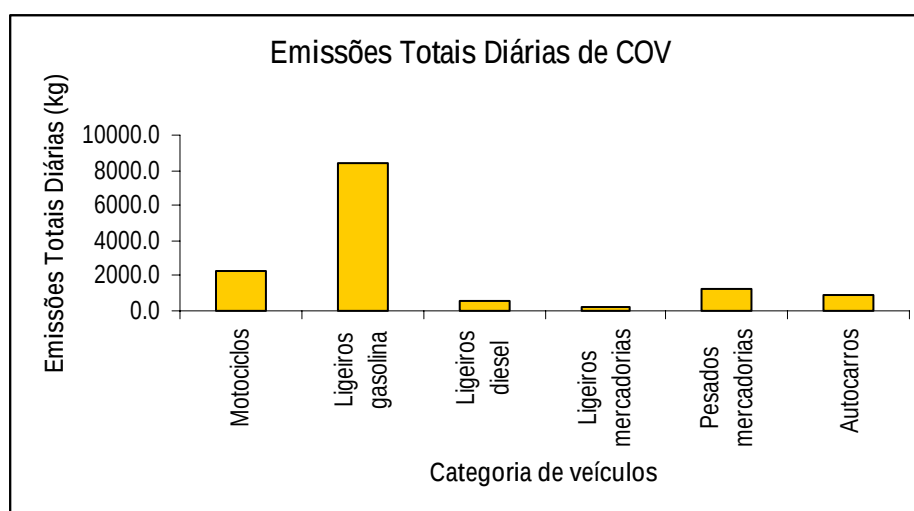


Figura 12. Emissões totais diárias de compostos orgânicos voláteis, em kg, por categoria de veículos.

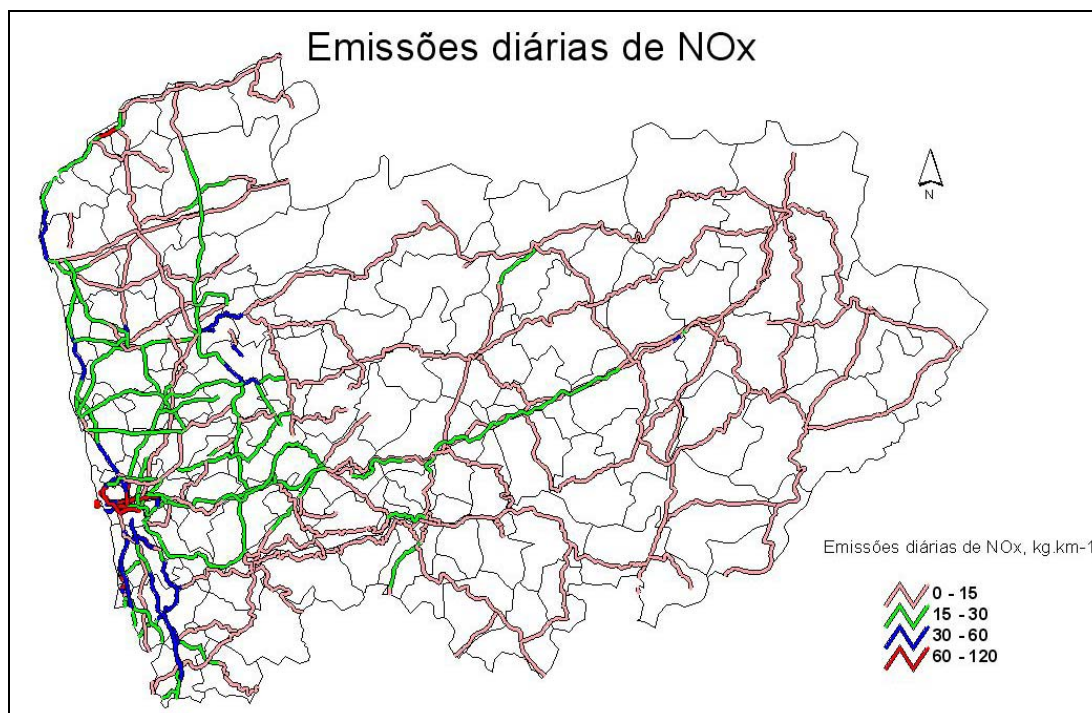


Figura 13. Distribuição espacial das emissões de óxidos de azoto, em kg.km⁻¹, na área da CCDDR Norte, calculadas através do modelo TREM.

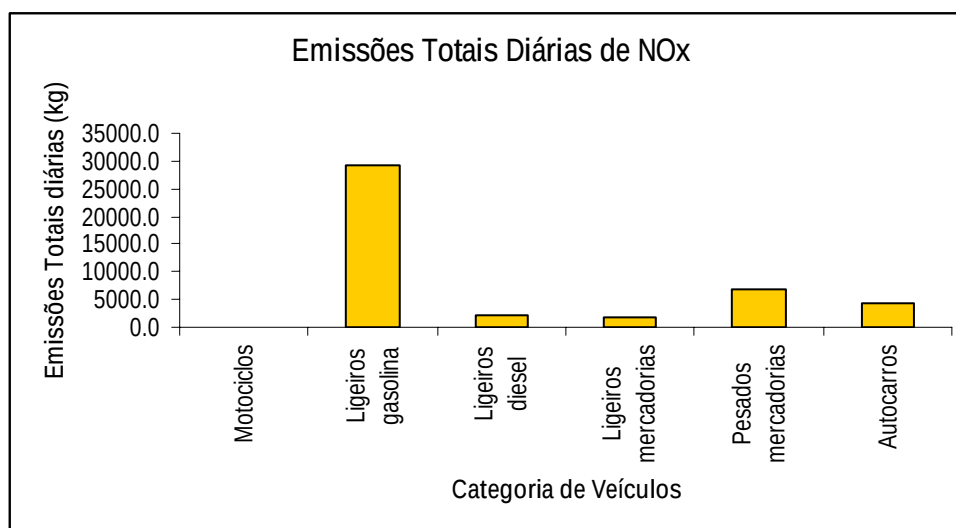


Figura 14. Emissões totais diárias de óxidos de azoto, em kg, por categoria de veículos.

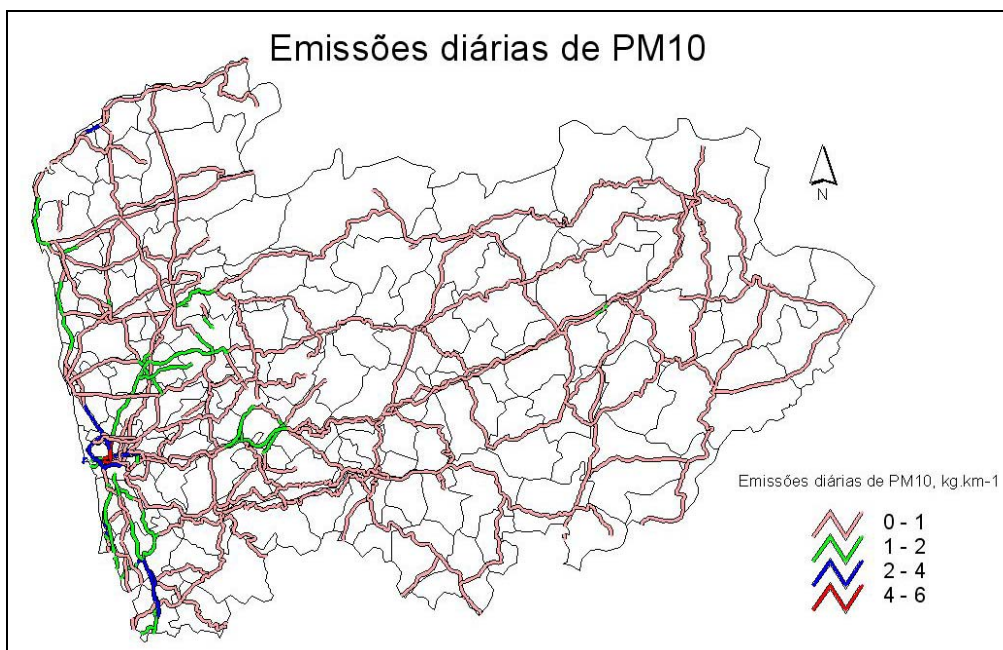


Figura 15. Distribuição espacial das emissões de PM₁₀, em kg.km⁻¹, na área da CCNR Norte, calculadas através do modelo TREM.

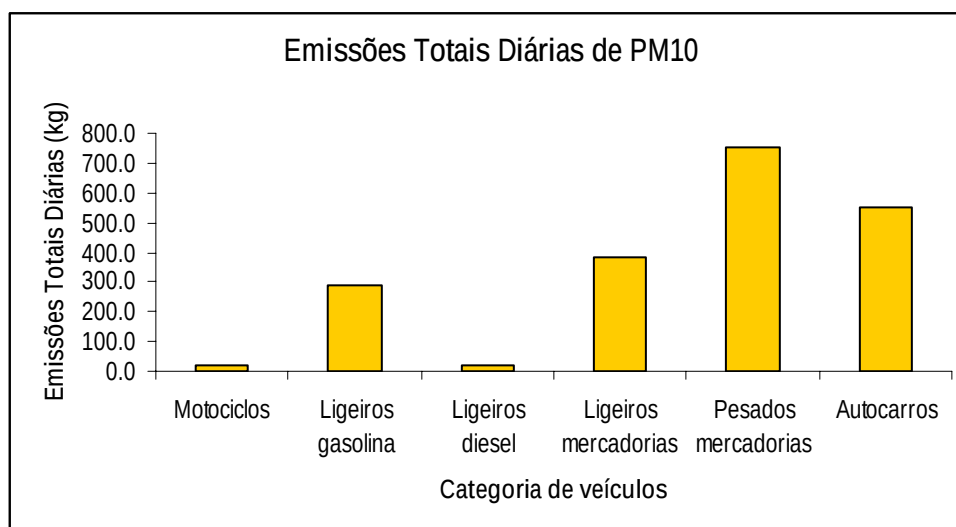


Figura 16. Emissões totais diárias de partículas, em kg, por categoria de veículos.

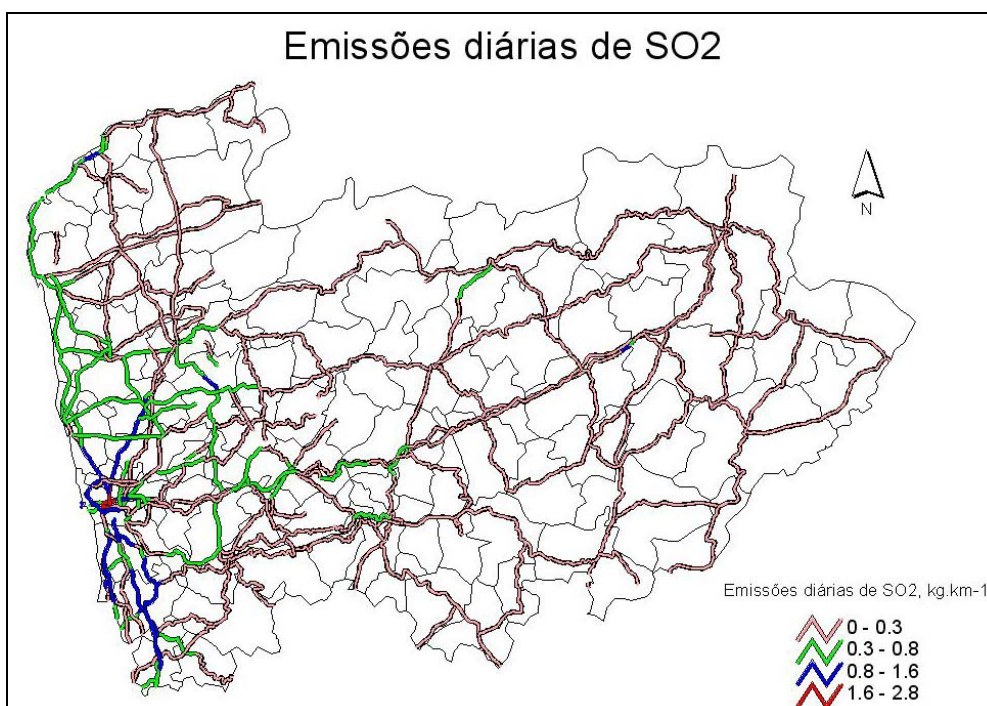


Figura 17. Distribuição espacial das emissões de óxidos de enxofre, em kg.km⁻¹, na área da CCDR Norte, calculadas através do modelo TREM.

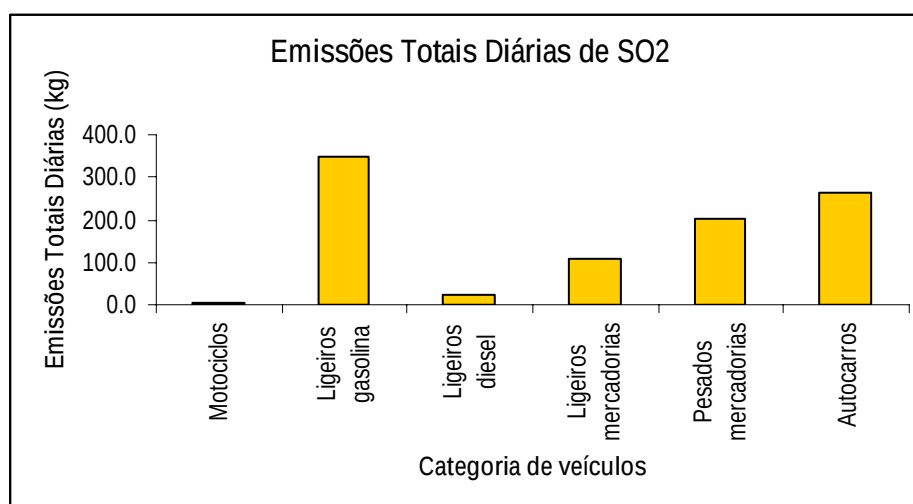


Figura 18. Emissões totais diárias de óxidos de enxofre, em kg, por categoria de veículos.

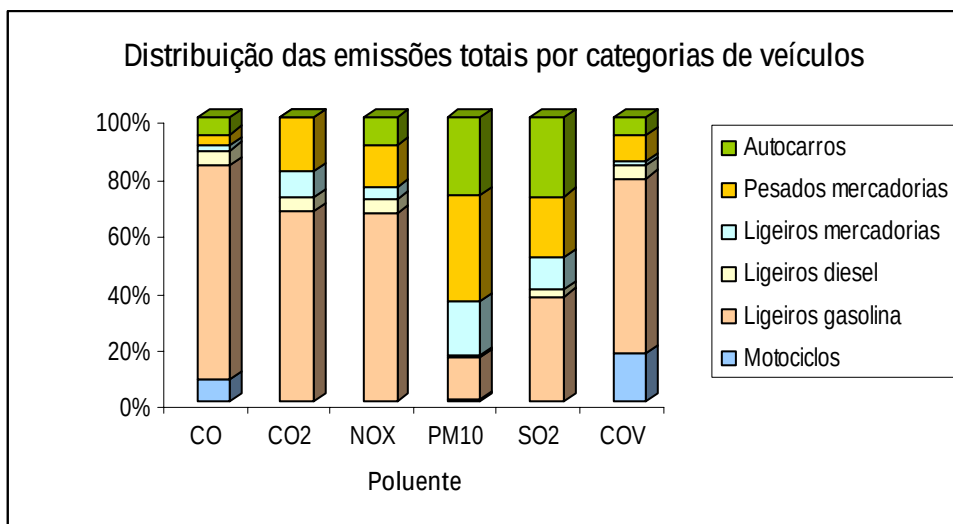


Figura 19. Distribuição das emissões totais por categoria de veículos, para cada poluente.

Analisando as figuras anteriores conseguem-se identificar os concelhos mais afectados devido às emissões de tráfego, que se encontram representados na Figura 20. Estes concelhos englobam a grande área metropolitana do Porto e os concelhos que rodeiam a A1, A3, A4, IP4, EN13 e EN101.

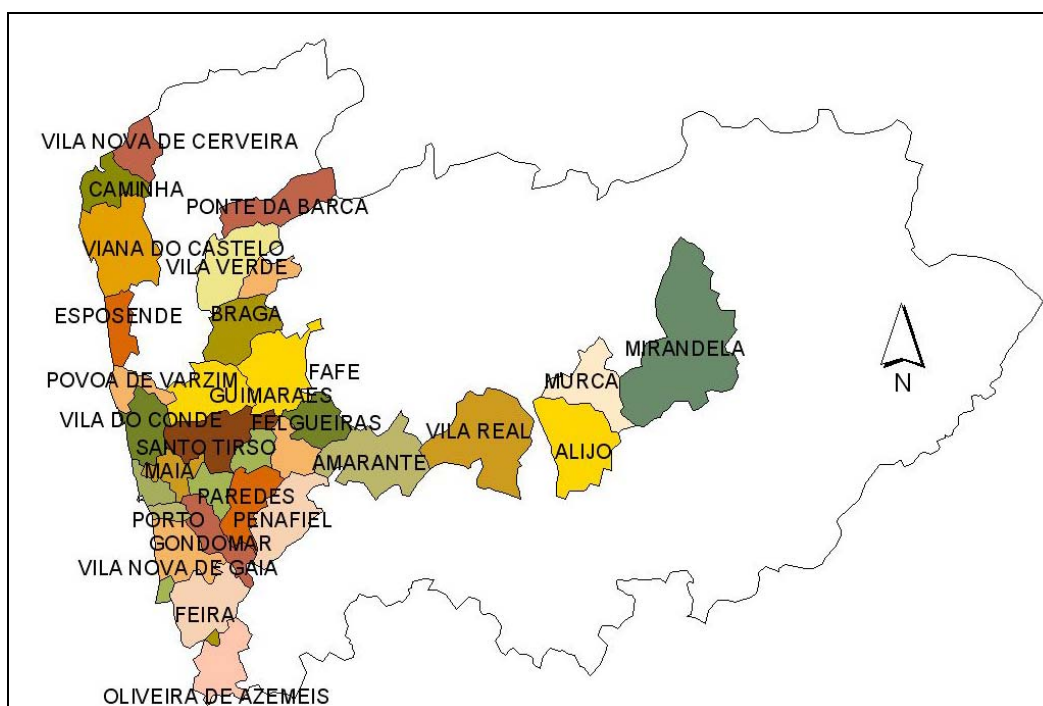


Figura 20. Concelhos mais críticos em termos de emissões de tráfego, relativamente aos principais poluentes, na área de CCDR - Norte.



Tabela 7. Comparação de resultados entre a metodologia Bottom-up e Top-down.

Emissões (ton.ano⁻¹)				
Poluente	CO	NO_x	SO₂	COV
Bottom-up (1995)	29149	16227	345	4955
Top-down (2001)	214186	63134	1722	40340

A análise da Tabela 7 permite concluir que as emissões calculadas através da metodologia top-down são muito superiores às da metodologia bottom-up. Uma possível causa para estes resultados pode ter a ver com o facto de se estarem a comparar emissões para anos diferentes ,tendo em conta que são esses os anos em que existem dados necessários para cada uma das metodologias. Outro factor tem a ver com o facto de, na metodologia bottom-up, a rede de estradas não estar completa, uma vez que não existe toda a rede de estradas nacionais em formato de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e, portanto as emissões dessas vias não foram contabilizadas.



Análise de Resultados

Com base na composição do parque automóvel em Portugal, para 2001, conclui-se que são os veículos ligeiros que existem e circulam em maior quantidade, assim é também esta categoria de veículos a responsável por uma maior percentagem de emissões para o CO, CO₂, NO_x, SO₂ e COV. Apenas no caso das PM₁₀ são os veículos pesados de mercadoria os que têm maior peso na fatia das emissões atmosféricas, provenientes do tráfego rodoviário. Os autocarros têm maior peso nas emissões de PM₁₀ e SO₂, os motociclos emitem, principalmente, CO e COV e os ligeiros de mercadorias têm uma contribuição apreciável nas emissões de PM₁₀ e SO₂. Relativamente à distribuição espacial das emissões dos vários poluentes identificam-se os concelhos que englobam a grande área metropolitana do Porto e os concelhos que rodeiam a A1, A3, A4, IP4, EN13 e EN101, como os mais críticos, em termos de emissões atmosféricas devido ao tráfego rodoviário.

Comparando os resultados da metodologia bottom-up com a top-down verifica-se que os resultados da primeira são muito inferiores à segunda. Uma possível causa para estes resultados, pode ter a ver com o facto de se estarem a comparar emissões para anos diferentes tendo em conta que são esses os anos em que existem dados necessários para cada uma das metodologias. Outro factor tem a ver com o facto de na metodologia bottom-up a rede de estradas não estar completa, uma vez que não existe toda a rede de estradas nacionais em formato de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), e portanto as emissões dessas vias não foram contabilizadas.

A Directiva Quadro da Qualidade do Ar (96/62/CE), estipula no seu artigo 8º, ponto 3, que os Estados Membros devem elaborar e implementar Planos e Programas nas áreas em que os níveis de um ou mais poluentes são superiores ao valor-limite acrescido da margem de tolerância ou no valor-limite quando a margem de tolerância não tenha sido fixada ou não se aplique. Em alguns países, como a Suíça, Noruega, Áustria, França, Bélgica, Alemanha e Inglaterra, já se começaram a aplicar algumas medidas, tais como uma melhor gestão de tráfego, melhoria da articulação multimodal, acções de formação sobre condução económica para profissionais (frotas) e público em geral (automobilistas), melhorias tecnológicas nas frotas de transportes colectivos (p. ex. a introdução de filtros de partículas em veículos a gasóleo ou a renovação de frotas mais obsoletas), criação de parques de estacionamento periféricos com ligação a interfaces de transportes colectivos, transporte de mercadorias sujeito a um regulamento de cargas e descargas em períodos pré-determinados (p. ex. fora dos períodos de ponta de tráfego nas áreas urbanas),



implementação de uma área de interdição à circulação rodoviária ou/ e uma gestão da oferta de estacionamento [PP, 2004].



Inventariação “bottom-up” das emissões industriais

Metodologia

Neste capítulo apresenta-se o trabalho desenvolvido, para a execução da segunda fase da Inventariação das Emissões Atmosféricas da Região Norte. O objectivo principal consiste na inventariação dessas emissões a partir dos relatórios de autocontrolo, centralizados na CCDR-N.

Esta fase do trabalho começou com a reestruturação de uma Base de Dados existente na CCDR-N, a base do Autocontrolo de emissões. Esta base foi posteriormente actualizada através da inserção dos dados de monitorização pontual das fontes fixas identificadas nas indústrias. Foi também desenvolvida uma outra base em Access, que se interliga com a primeira, permitindo a compilação de outros dados das indústrias, nomeadamente informação relacionada com a actividade industrial, em termos de utilização de matérias-primas, produtos fabricados, consumo de combustíveis, entre outros. Estes dados são obtidos através do inquérito enviado às indústrias e, ao serem compilados na base de dados, permitirão numa fase posterior do trabalho a estimativa das emissões industriais através da aplicação de factores de emissão e o cruzamento da informação com os dados do autocontrolo.

Concluída a fase de inserção dos dados de autocontrolo, procedeu-se a uma caracterização da amostra obtida, em termos de tipologia de indústrias, número de amostragens e distribuição dessa informação geograficamente e por sectores de actividade. Segue-se uma primeira avaliação dos dados obtidos no que diz respeito à conformidade com a legislação, tanto em termos de valor limite de emissão (VLE) como em caudais mássicos. Com os valores de caudal mássico obtidos torna-se possível uma análise da emissão dos diferentes poluentes em estudo para a amostra, a partir dos relatórios de autocontrolo, em termos espaciais e por sector de actividade.

Por fim, é feita para alguns sectores de actividade, uma estimativa das emissões totais industriais na Região Norte, através da extrapolação dos dados obtidos na amostra estudada. Estes resultados são posteriormente validados e comparados com os obtidos através da metodologia “top-down”.



Emissões industriais na Região Norte

Autocontrolo de Emissões

De acordo com a legislação em vigor, a monitorização pontual das emissões de poluentes sujeitas a valor limite de emissão (VLE) é obrigatória e da responsabilidade do operador. A realização de medições contínuas é obrigatória a partir do momento em que o caudal mássico de emissão ultrapasse o limiar mássico fixado nas portarias. Os resultados da monitorização pontual são posteriormente remetidos à CCDR competente, sendo os resultados do autocontrolo em contínuo remetidos ao IA.

Base de dados

Com o objectivo de compilar a informação existente referente aos resultados das amostragens pontuais e de tornar mais eficiente a sua consulta e utilização, foi reestruturada e actualizada a Base de Dados do Autocontrolo existente na CCDR-N. Com as alterações introduzidas na estrutura da base e a adição de novos campos para inserção de informação, passou a ser possível efectuar uma caracterização mais completa da indústria, nomeadamente nos seguintes aspectos:

- ♦ Identificação e localização – Denominação, Morada, Freguesia, Concelho, Distrito;
- ♦ Identificação da actividade produtiva – CAE, sector industrial;
- ♦ Contactos – Telefone, Fax, e-mail, página de Internet, identificação de pessoa de contacto;
- ♦ Cruzamento com outros dados – Inspeções da IGA, existência de Processos de Contra Ordenação, Reclamações contra a indústria;
- ♦ Fontes Fixas – fontes existentes, especificações técnicas, combustível associado, características da chaminé, data de possível desactivação;
- ♦ Autocontrolo de emissões – registo da entrega do relatório, data das medições, parâmetros característicos do escoamento, concentrações medidas, caudais mássicos, identificação da entidade responsável pela caracterização das emissões;
- ♦ Outros – número de trabalhadores, EPS (Escala de Pessoas ao Serviço), observações diversas.

Por outro lado, houve necessidade de possibilitar o cruzamento desta informação de base com outros dados das indústrias, em especial informação relacionada com a actividade industrial. Nesse sentido foi desenvolvida uma outra base em Access, com possibilidade de se interligar à do Autocontrolo (Anexo B), permitindo o armazenamento de dados obtidos através do inquérito enviado às indústrias, tal como se esquematiza na Figura 21. Os parâmetros em causa baseiam-se de uma forma genérica na caracterização do processo produtivo, matérias-primas utilizadas, produtos fabricados, consumo de combustíveis, características dos equipamentos geradores de emissões, entre outros.

Numa fase posterior do trabalho será possível efectuar uma estimativa das emissões industriais através da aplicação de factores de emissão utilizando estes dados, obtidos através do inquérito, e realizar o cruzamento da informação com os dados do autocontrolo.

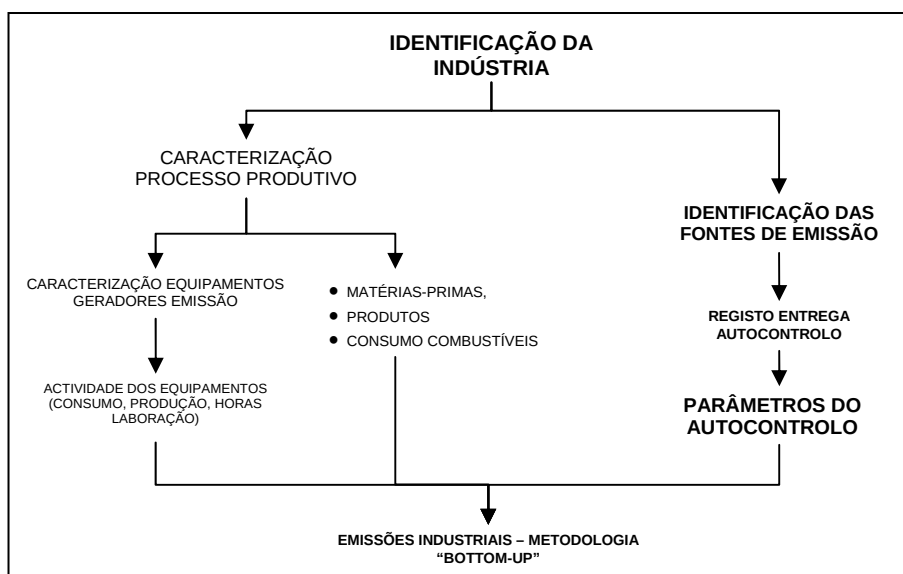


Figura 21. Esquema simplificado da organização da Base do Autocontrolo/Processo Produtivo.

Através da compilação dos dados inicialmente dispersos ou arquivados, foi possível identificar e inserir na base de dados do Autocontrolo informação relativa a 3058 indústrias localizadas na área de jurisdição da CCDR-N. Com toda a informação compilada, actualizada até Maio de 2004, relativa à identificação das indústrias, fontes de emissão existentes e parâmetros monitorizados tornou-se possível a consulta e análise dos dados existentes.



Caracterização da amostra

Foram identificadas fontes fixas de emissão em cerca de 19% das indústrias do universo inicial, ou seja, das 3058 indústrias, apenas se verificou a existência de uma ou mais fontes fixas em 573. Deste modo obteve-se uma amostra de 573 indústrias com 2451 fontes fixas. Por outro lado, e tendo em conta que cada fonte pode apresentar mais que uma amostragem, foi identificado um total de 4591 amostragens de poluentes, sendo 2389 referentes a 2001 e 2002. Estes dados foram compilados maioritariamente a partir da informação presente nos diversos relatórios de autocontrolo de emissões arquivados nos processos das empresas, na CCDR-N, existindo também casos de indústrias que não haviam efectuado o envio dos relatórios referentes a 2001 e 2002 mas que o fizeram aquando da resposta ao inquérito enviado para recolha de dados para o inventário. Para o período considerado (2001-2002) existem 1345 fontes com medições de poluentes.

Pela análise das tabelas apresentadas de seguida, facilmente se constata que existiu um acréscimo significativo de amostragens de 2001 para 2002. Verifica-se pois que o número de fontes fixas em que foi realizada a medição de poluentes praticamente duplicou de 2001 para 2002, estabilizando em 2003.

No que se refere às indústrias que realizaram medições de poluentes em fontes fixas, e comparando com o número total de indústrias onde foi identificada a existência de fontes de emissão (573) constata-se que em 2001 apenas 27.7% destas enviaram relatório de monitorização, passando para 45.7% em 2002 e 49.6% em 2003.

Tabela 8. Número de indústrias na base de dados

<i>Total de indústrias</i>	<i>Indústrias com fontes fixas</i>	<i>Indústrias com medição de poluentes por ano</i>		
		2001	2002	2003
3058	573	159	262	284



Tabela 9. Fontes fixas identificadas nas indústrias

Total de fontes fixas	Fontes fixas com medições de poluentes por ano		
	2001	2002	2003
2451	582	1161	1165
	23.7%	47.4%	47.5%

Tabela 10. Amostragem de poluentes nas fontes fixas

	Amostragem de poluentes por ano		
Ano	2001	2002	2003
Nº amostragens	775	1614	1734

Em termos de amostragem por poluente, verifica-se uma evolução semelhante à verificada no número de fontes amostradas, ou seja, o número de medições efectuada em 2002 para cada poluente é praticamente o dobro do registado em 2001, tal como se apresenta na Figura 22.

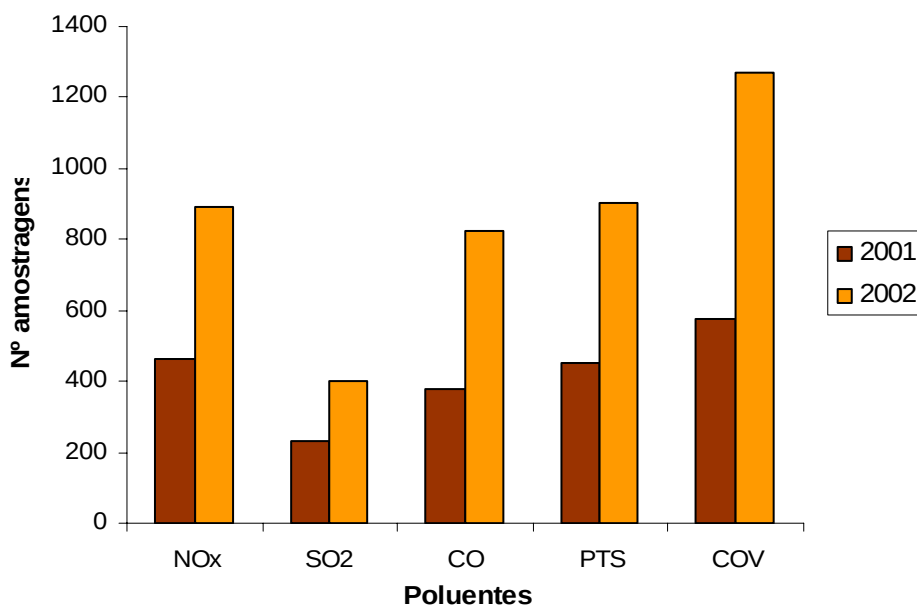


Figura 22. Número de amostragens de poluentes para 2001 e 2002.

De modo a ser possível uma melhor compreensão da distribuição geográfica das fontes de emissão identificadas nos estabelecimentos industriais, procedeu-se à sua representação gráfica por Concelho tal como se apresenta no mapa seguinte.

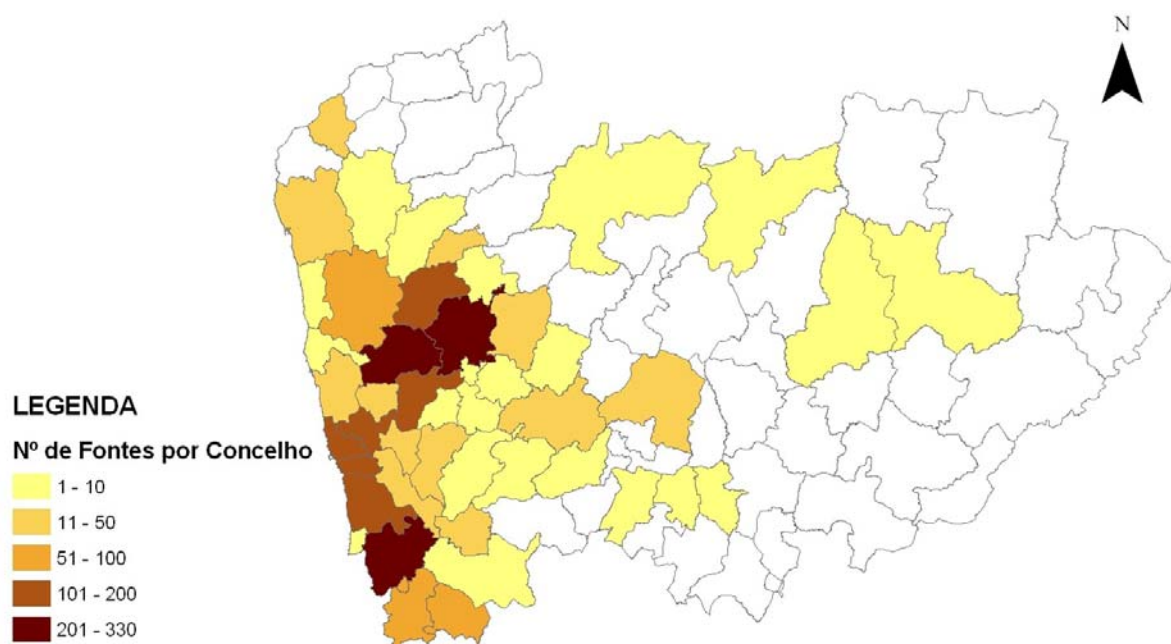


Figura 23. Distribuição espacial das fontes industriais identificadas na amostra.

É de salientar o peso dos Concelhos de S. M. Feira, V. N. Famalicão, Guimarães e V. N. Gaia onde se concentram cerca de 40% das fontes fixas identificadas. Verifica-se que de uma forma genérica a distribuição espacial das fontes está de acordo com o índice de industrialização mais elevado verificado na zona Norte Litoral, tal como se tinha concluído na análise ao Valor Acrescentado Bruto industrial na Região Norte efectuada no Relatório 2 [DAO/UA, 2003].

Por outro lado, é possível analisar a distribuição por sector de actividade das indústrias com fontes monitorizadas no período considerado. Deste modo, e tal como se representa na Figura 24, constata-se que os sectores da Indústria Têxtil (CAE 17), Alimentar (CAE 15), Madeira e Cortiça (CAE 20), e do Fabrico de Produtos Metálicos (CAE 28) são os que apresentaram mais indústrias a remeter relatórios de autocontrolo à CCDR-N em 2001 e 2002, cerca de 54% do total, demonstrando desde já a sua potencial importância na contabilização das emissões gasosas.

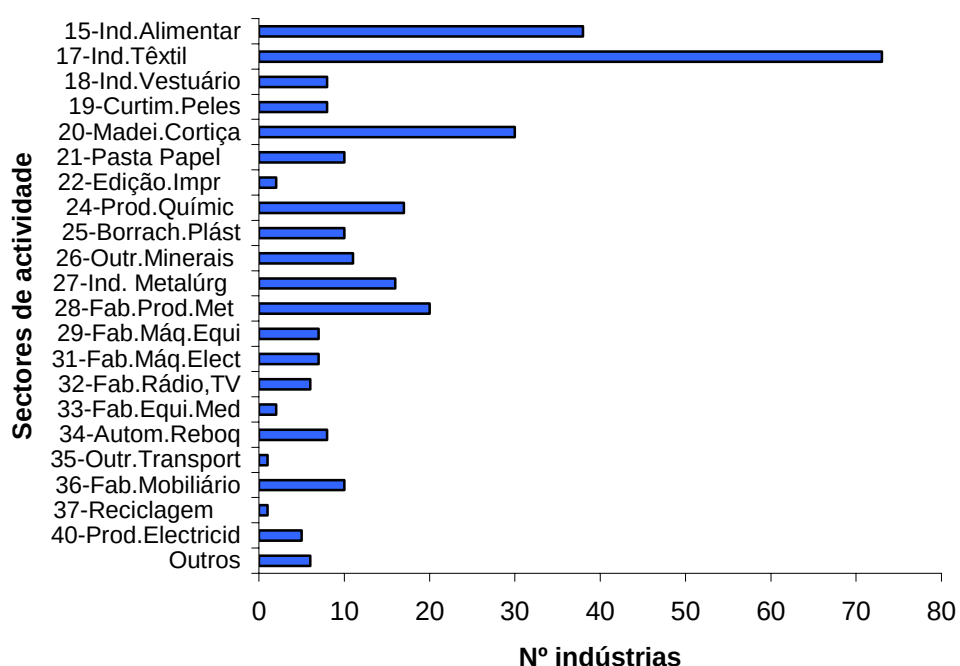


Figura 24. Indústrias que monitorizaram fontes em 2001/2002, por sector de actividade.

Conformidade com a Legislação

Ultrapassagens do VLE

De forma a averiguar o cumprimento da legislação definida através da Portaria 286/93 de 12 de Março, foi realizada a comparação dos dados obtidos através das amostragens com os valores limite estabelecidos. É de realçar que para todos os poluentes em estudo se verificaram situações de ultrapassagem dos valores limite estabelecidos, sendo as partículas e os COV, os poluentes onde se verifica uma maior percentagem de incumprimentos.

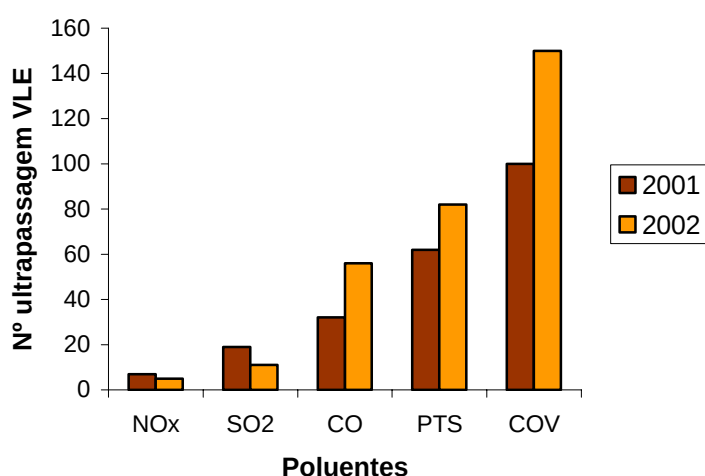


Figura 25. Número de ultrapassagens dos valores limite.

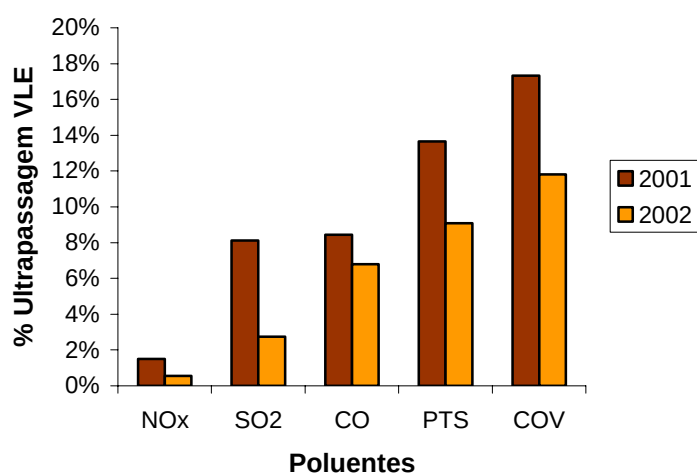


Figura 26. Evolução da percentagem de ultrapassagens dos valores limite.

Analisando as figuras anteriores, observa-se que o número de ultrapassagens aos valores limite aumentou de 2001 para 2002, mas devido ao facto de em 2002 terem

sido apresentadas mais amostragens (Figura 22), o aumento do número de situações de incumprimento dilui-se, verificando-se portanto que em termos percentuais o número de ultrapassagens diminui em 2002 para os vários poluentes.

Apresenta-se de seguida a contribuição dos vários sectores de actividade para as situações de incumprimento no caso das partículas e dos COV. Deste modo, para as partículas, os sectores maioritariamente responsáveis pelas ultrapassagens do VLE são a Indústria da Madeira e Cortiça (CAE 20) e a Indústria Metalúrgica (CAE 27) totalizando cerca de 55% das excedências. Para os COV, existe uma maior repartição em termos de sectores responsáveis pelas excedências para os dados em análise, no entanto, salienta-se a contribuição do sector Têxtil (CAE 17), Curtimenta e Acabamento de Peles (CAE 19), Fabrico de Produtos Metálicos (CAE 28) e Fabrico de Equipamento Rádio/TV (CAE 32) totalizando cerca de 48% das ultrapassagens.

PTS - ultrapassagem do VLE por sector

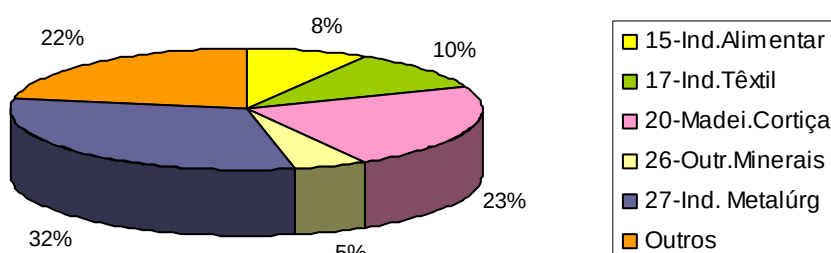


Figura 27. Sectores de actividade responsáveis pelas ultrapassagens do VLE nas partículas.

COV - ultrapassagem do VLE por sector

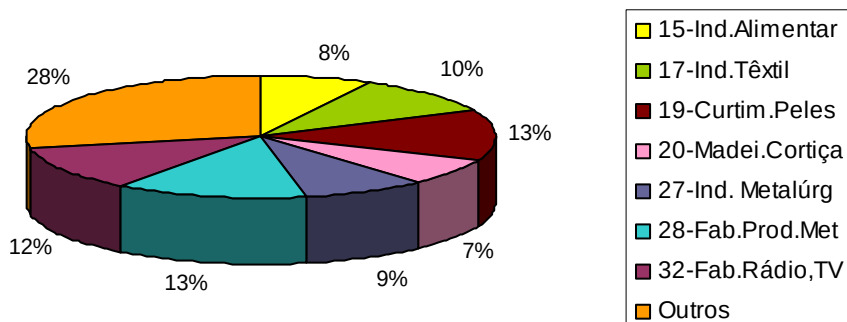


Figura 28. Sectores de actividade responsáveis pelas ultrapassagens do VLE nos COV.

Caudais mássicos

A avaliação da conformidade com a legislação dos dados compilados, pode também ser efectuada através da análise da relação entre os caudais mássicos calculados (emissão em massa por unidade de tempo) e um parâmetro adimensional obtido pela razão entre as concentrações medidas e os valores limite estabelecidos na legislação (Concentração/VLE). Dependendo da localização dos pontos no gráfico, é possível verificar simultaneamente se os dados da amostragem excedem o VLE (quando Concentração/VLE é superior a 1) e se são atingidos os caudais mássicos que determinam a monitorização em contínuo dos poluentes (NO_x – 30 kg.h^{-1} , SO_2 – 50 kg.h^{-1} , CO – 100 kg.h^{-1} , PTS – 5 kg.h^{-1}).

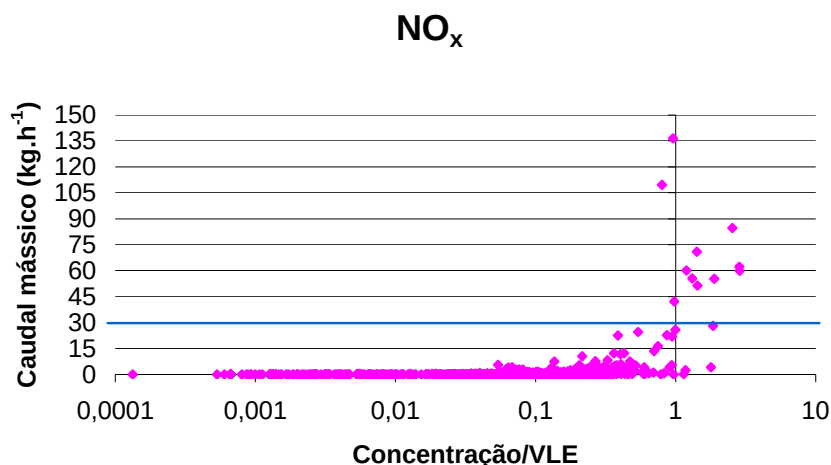


Figura 29. Relação entre o caudal mássico e o parâmetro adimensional Concentração/VLE para o NO_x .

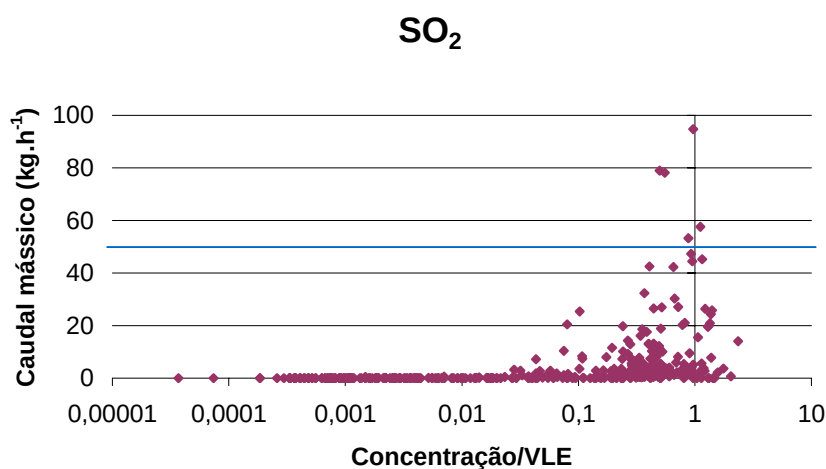


Figura 30. Relação entre o caudal mássico e o parâmetro adimensional Concentração/VLE para o SO_2 .

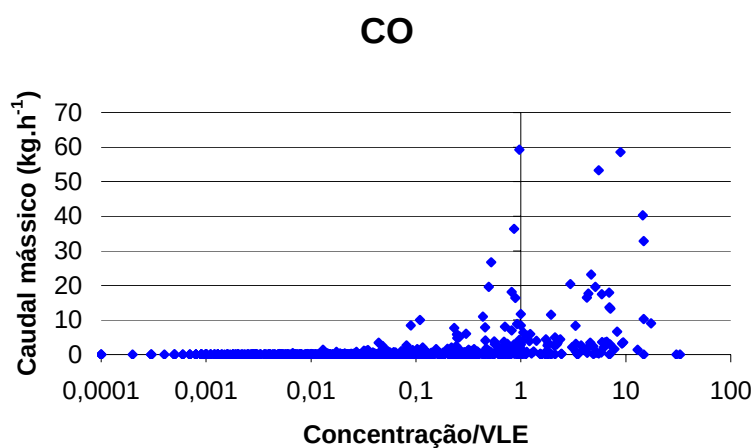


Figura 31. Relação entre o caudal mássico e o parâmetro adimensional Concentração/VLE para o CO.

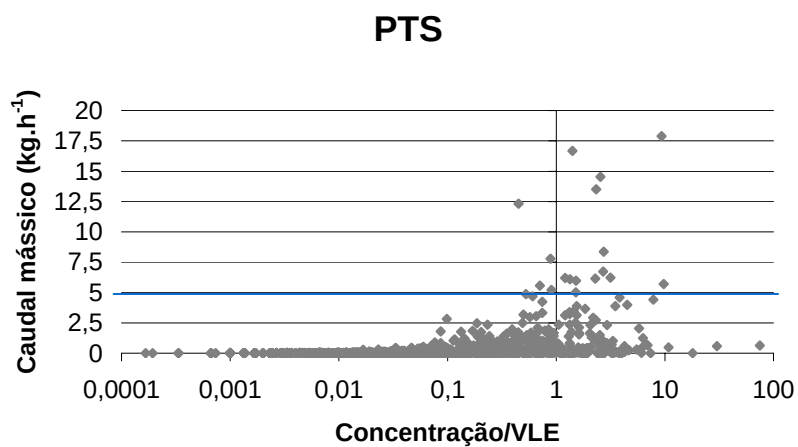


Figura 32. Relação entre o caudal mássico e o parâmetro adimensional Concentração/VLE para as partículas.

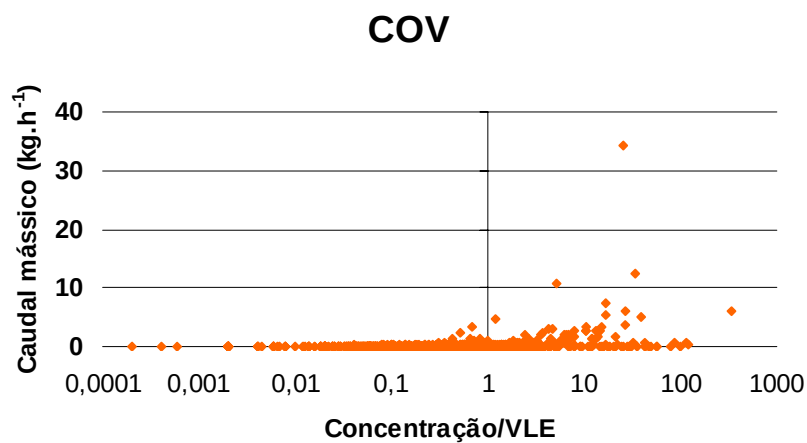


Figura 33. Relação entre o caudal mássico e o parâmetro adimensional Concentração/VLE para os COV.



Analisando as figuras anteriores, é possível visualizar comportamentos distintos nas emissões dos vários poluentes analisados. Assim, tendo em atenção o NO_x , (Figura 29) verifica-se que na maior parte das amostragens foram obtidos caudais mássicos inferiores a 20 kg.h^{-1} e concentrações inferiores ao valor limite, no entanto, é de salientar a existência de várias amostragens que, para além de apresentarem concentrações várias vezes superiores ao valor limite, possuem caudais mássicos superiores a 30 kg.h^{-1} tornando-se portanto obrigatória a medição em contínuo deste poluente nestes casos. É também de salientar a existência de algumas fontes fixas com caudais mássicos importantes mas que em termos de concentração se situam abaixo do respectivo valor limite.

Para o SO_2 , (Figura 30) é ainda mais visível a questão anteriormente referida. Uma vez mais surgem fontes fixas com caudais mássicos elevados, emitindo quantidades consideráveis deste poluente mas que em termos de concentração cumprem o legislado. Apesar de terem sido obtidas concentrações e caudais mássicos baixos na grande maioria das amostragens, existem também alguns casos onde a realização de medições em contínuo se torna obrigatória devido à ultrapassagem do valor de 50 kg.h^{-1} .

Observando o gráfico referente ao CO (Figura 31), verifica-se que para este poluente em nenhuma das amostragens consideradas foi ultrapassado o caudal mássico de emissão que determina a medição em contínuo deste poluente (100 kg.h^{-1}). No entanto constata-se que em termos de concentrações obtidas para este poluente, o valor limite é muitas vezes ultrapassado, existindo casos onde o valor medido chega a ser 30 vezes superior ao VLE.

Quanto às partículas (Figura 32), e tendo em conta o respectivo gráfico, observa-se a existência de uma quantidade considerável de amostragens em que a concentração ultrapassa largamente o valor limite, chegando a ser 75 vezes mais elevado que o VLE. A dispersão dos dados no gráfico evidencia a existência de muitas fontes fixas onde, para além das elevadas concentrações, também se verificam elevados caudais mássicos (em alguns casos justificando medição em contínuo devido à ultrapassagem dos 5 kg.h^{-1}). Este resultado demonstra a existência de situações onde provavelmente



ainda não estariam implementadas técnicas de minimização da emissão deste poluente.

Finalmente, analisando o gráfico referente às emissões de COV (Figura 33), conclui-se que a grande maioria das amostragens analisadas apresenta valores baixos para o caudal mássico e para as concentrações medidas. Apesar disso existe um número considerável de amostragens onde são registadas concentrações muito elevadas de COV, várias vezes superiores ao valor limite, sendo dos poluentes analisados aquele onde a razão Concentração/VLE atinge valores mais elevados.

Entrega dos relatórios de autocontrolo

Segundo o Decreto-Lei nº 352/90 de 9 de Novembro, o autocontrolo das emissões sujeitas a valor limite é obrigatório, devendo ser realizado pelo menos duas vezes por ano, no caso de medições pontuais. Tal como tinha sido apresentado anteriormente verificou-se um aumento na entrega de autocontrolos de 2001 para 2002. Contudo, é importante analisar ao pormenor esta questão para se poder avaliar o cumprimento da legislação no que diz respeito à entrega bianual do autocontrolo.

Da análise da Tabela 11 verifica-se que cerca de 30% das indústrias cumpriram integralmente a legislação neste aspecto, ou seja, enviaram o autocontrolo de todas as suas fontes pontuais, pelo menos duas vezes por ano. Da mesma forma se verifica que cerca de 70% dessas mesmas indústrias não cumpriram integralmente a legislação em vigor, dado que não enviaram o autocontrolo de todas as suas fontes pontuais, ou quando o fizeram, não respeitaram a periodicidade bianual.

Tabela 11. Avaliação do cumprimento da entrega bianual do relatório de autocontrolo.

	2001	2002	2003
Total de Industrias que realizaram medição de poluentes	159	262	284
Industrias que cumprem integralmente a entrega bianual do autocontrolo	47 29.6%	86 32.8%	112 39.4%
Industrias que não cumprem a legislação	112 70.4%	176 67.2%	172 60.6%



Da mesma forma, na Tabela 12, é possível constatar que uma parte significativa das fontes que tiveram monitorização de poluentes neste período, possui apenas uma caracterização anual. É no entanto de salientar, que a percentagem de fontes nessa situação tem diminuído, de cerca de 69 % em 2001 para 55% em 2003.

Tabela 12. Avaliação do cumprimento da caracterização bianual das fontes de emissão.

	2001	2002	2003
Fontes com monitorização de poluentes	582	1161	1165
Fontes com caracterização bianual ou superior	183 31.4%	436 37.6%	523 44.9%
Fontes com apenas 1 caracterização	399 68.6%	725 62.4%	642 55.1%

Emissões industriais na amostra estudada

Com base nos dados da monitorização pontual das fontes industriais, cujos relatórios foram remetidos à CCDR-N foi possível determinar os caudais mássicos dos poluentes em estudo para várias indústrias, localizadas na zona Norte. Estes dados referem-se a indústrias de diversas dimensões, abrangendo quase a totalidade dos sectores de actividade industrial, nomeadamente aqueles onde seria espectável obter emissões gasosas de poluentes. Assim, partindo da série de dados analisada, resume-se na Tabela 13 o número de fontes, e a respectiva emissão na totalidade em termos de caudal mássico.

Tabela 13. Total de fontes emissoras identificadas e respectiva emissão de poluente

	<i>NO_x</i>	<i>SO₂</i>	<i>CO</i>	<i>PTS</i>	<i>COV</i>
N.º de fontes	602	255	569	683	959
Emissão total (kg.h ⁻¹)	711	908	511	241	181

Distribuição espacial dos caudais mássicos

Foi realizada a análise espacial da distribuição dos caudais mássicos dos poluentes inventariados. Assim, apresenta-se nas Figuras 34 a 38 os mapas onde se pode visualizar o caudal mássico por Concelho para cada um dos poluentes estudados.

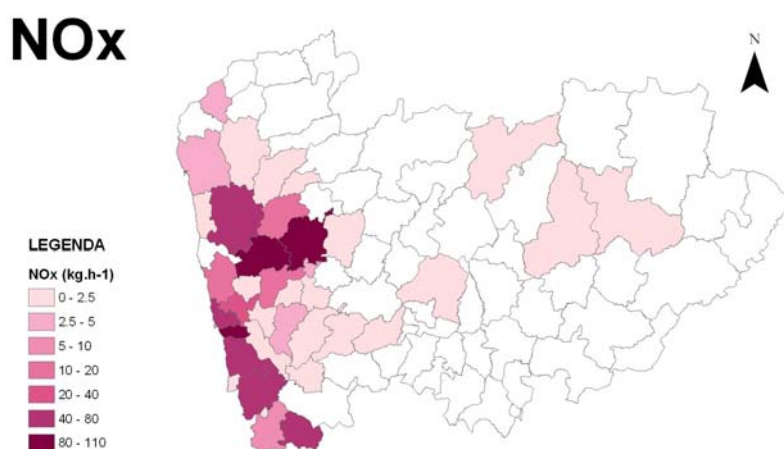


Figura 34. Distribuição espacial do caudal mássico de NO_x.

SO₂

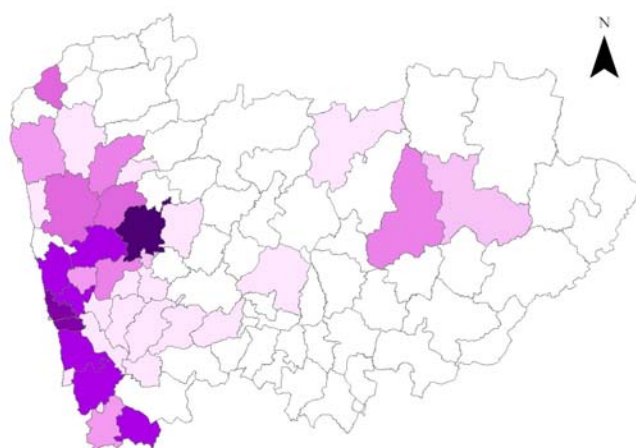


Figura 35. Distribuição espacial do caudal mássico de SO₂.

CO

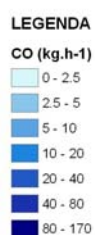
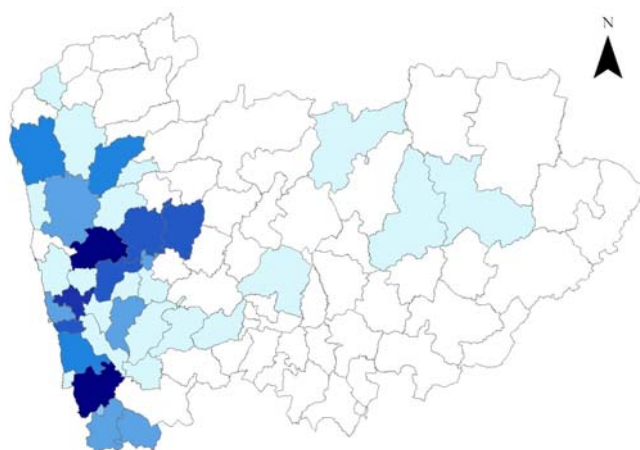


Figura 36. Distribuição espacial do caudal mássico de CO.

PTS

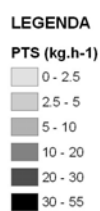
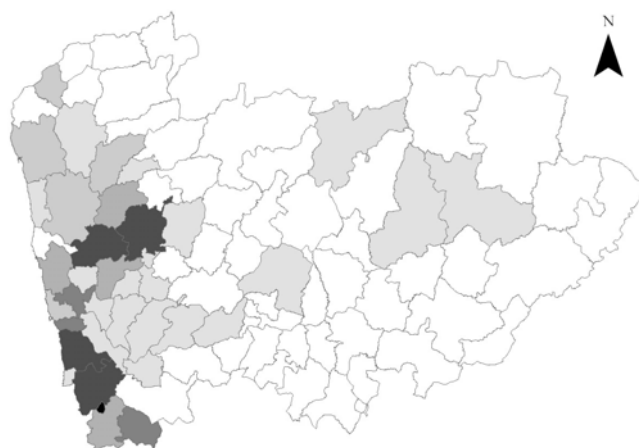


Figura 37. Distribuição espacial do caudal mássico de partículas.

COV

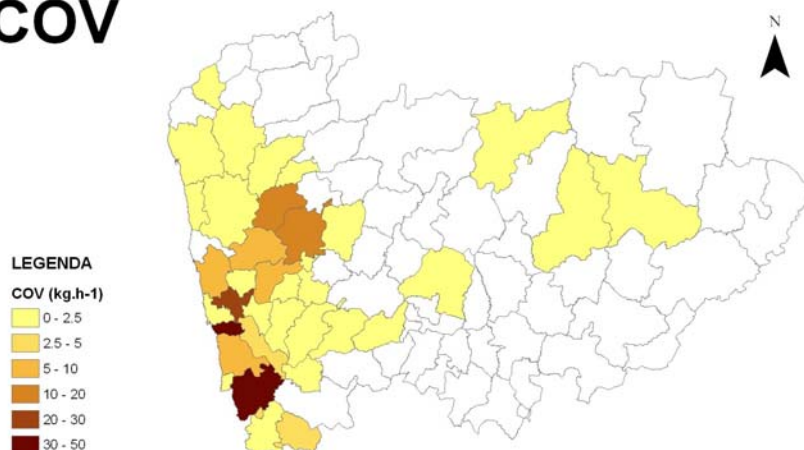


Figura 38. Distribuição espacial do caudal mássico de COV.

Observando os resultados esquematizados nos mapas e o resumo efectuado na Tabela 14, torna-se possível identificar os Concelhos críticos em termos de caudal mássico, destacando-se Guimarães, Santa Maria da Feira, Vila Nova de Famalicão, Porto e Maia. Por outro lado, e tendo em conta que na referida tabela resumo apenas estão indicados os 5 Concelhos com maior contribuição para o caudal mássico de cada poluente, verifica-se que estes representam uma fracção elevada da totalidade, mais concretamente, entre 60 a 74% do caudal mássico total obtido.

Tabela 14. Concelhos com maior caudal mássico de emissão para a amostra analisada.

NO _x		SO ₂		CO		PTS		COV	
15%	GUIMARÃES	23%	GUIMARÃES	32%	S. M. FEIRA	21%	S. J. MADEIRA	23%	PORTO
13%	PORTO	12%	PORTO	22%	V. N. FAMALICÃO	11%	V. N. GAIA	21%	S. M. FEIRA
12%	V. N. FAMALICÃO	9%	MATOSINHOS	11%	MAIA	10%	S. M. FEIRA	14%	MAIA
10%	MATOSINHOS	8%	V. N. FAMALICÃO	5%	GUIMARÃES	9%	V. N. FAMALICÃO	7%	BRAGA
10%	VALE DE CAMBRA	8%	MAIA	5%	FAFE	9%	GUIMARÃES	7%	GUIMARÃES
60%		60%		74%		61%		71%	

Distribuição dos caudais mássicos por sector de actividade

Através da interpretação dos gráficos seguintes, torna-se possível identificar os sectores de actividade com maior contribuição para o caudal mássico obtido para cada poluente analisado.

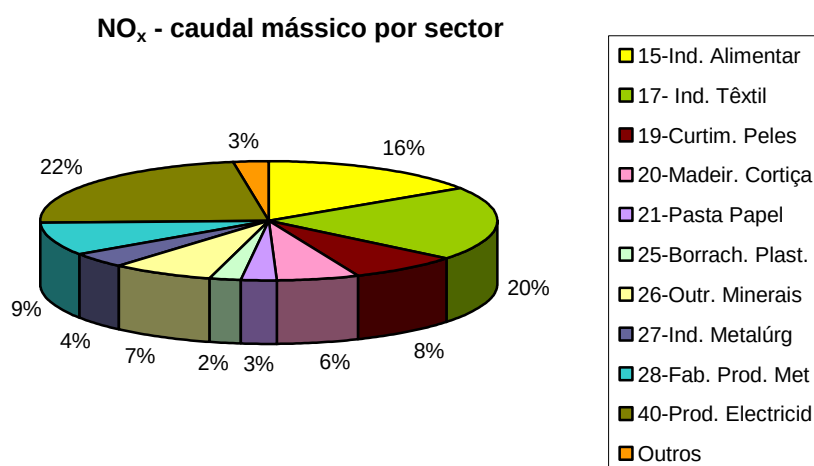


Figura 39. Percentagem de caudal mássico por sector de actividade para o NO_x.

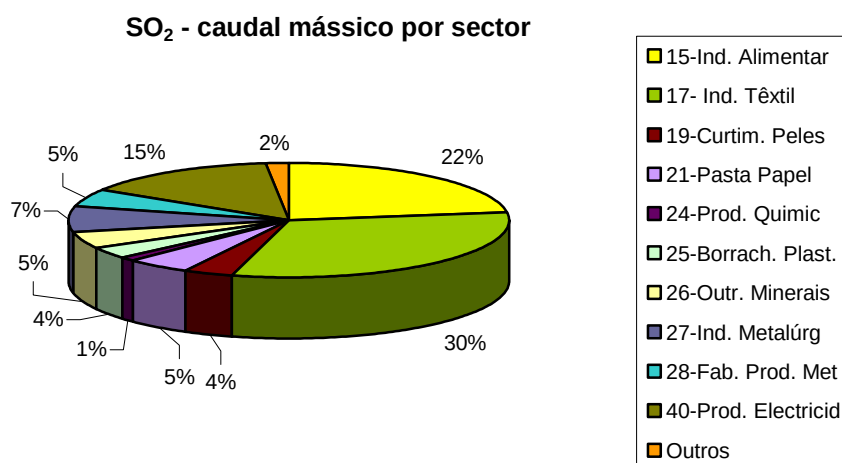


Figura 40. Percentagem de caudal mássico por sector de actividade para o SO₂.

CO - caudal mássico por sector

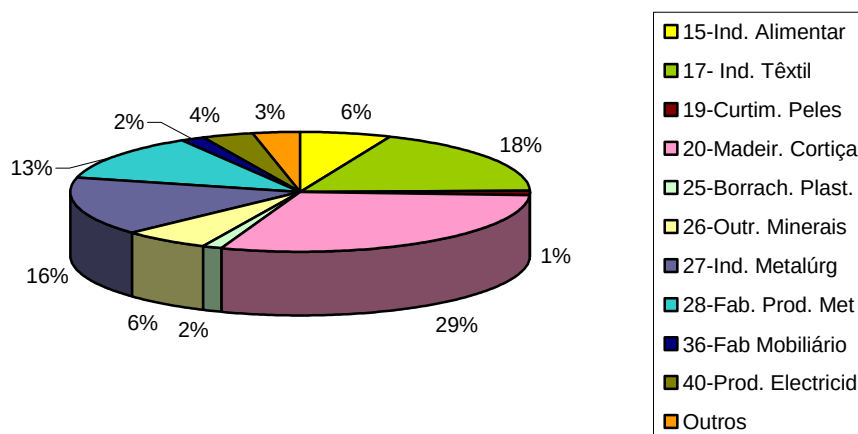


Figura 41. Percentagem de caudal mássico por sector de actividade para o CO.

PTS - caudal mássico por sector

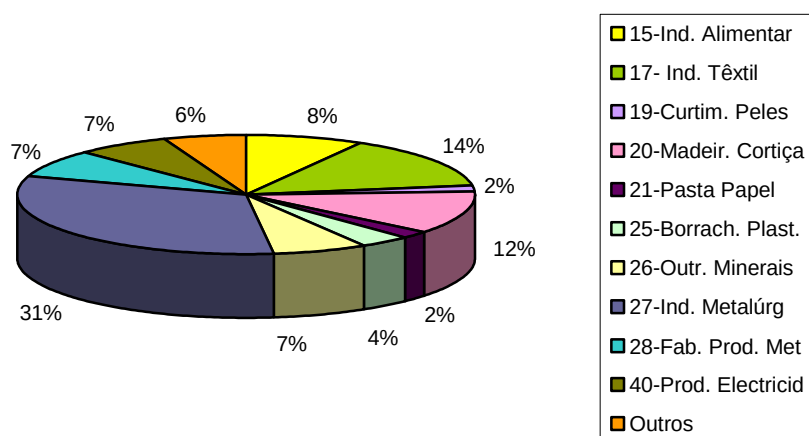


Figura 42. Percentagem de caudal mássico por sector de actividade para as partículas.

COV - caudal mássico por sector

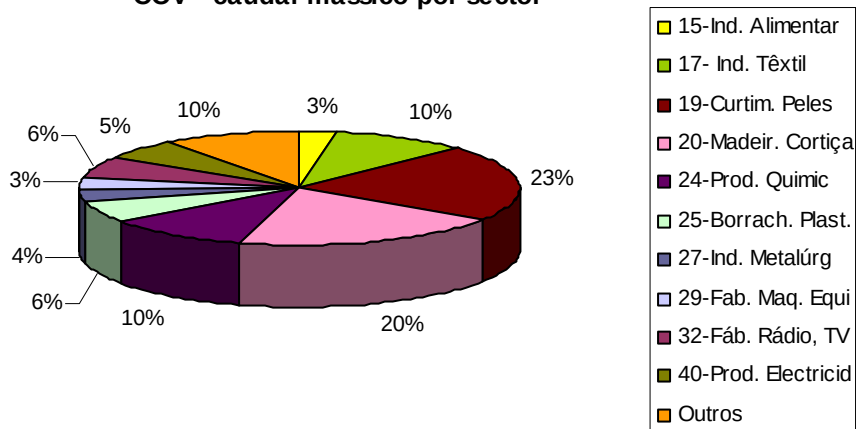


Figura 43. Percentagem de caudal mássico por sector de actividade para os COV.



Para o NO_x e SO_2 , verifica-se que os sectores da Indústria Têxtil (CAE 15), Têxtil (CAE 17) e de Produção de Energia (CAE 40) são aqueles que mais contribuem para o caudal mássico obtido para os referidos poluentes. Estes são sectores onde é possível encontrar instalações de combustão, nomeadamente de cogeração onde o fuelóleo ainda terá uma utilização significativa, contribuindo assim para as emissões registadas. No que diz respeito ao CO, surge uma vez mais o sector Têxtil com uma contribuição significativa. Por outro lado, destaca-se também a Indústria Metalúrgica (CAE 27), bem como a Indústria da Madeira e Cortiça (CAE 20).

Para as partículas emitidas, o sector de actividade que contribui com maior percentagem para o caudal mássico total obtido é o referente à Indústria Metalúrgica, destacando-se ainda, e uma vez mais, o sector da Indústria Têxtil e da Indústria da Madeira e da Cortiça. É de salientar que na análise anteriormente efectuada se tinha concluído que os sectores maioritariamente responsáveis pelas ultrapassagens do VLE nas partículas eram os referentes à Indústria da Madeira e Cortiça e Indústria Metalúrgica, tratando-se portanto de sectores onde existem fontes com caudais mássicos consideráveis, mas também com concentrações de emissão elevadas em termos de partículas.

Por fim, analisando a Figura relativa aos COV, verifica-se a existência de uma maior repartição no que diz respeito os sectores responsáveis pelo caudal mássico obtido, sendo de salientar as contribuições do sector Têxtil (CAE 17), Curtimenta e Acabamento de Peles (CAE 19), Madeira e Cortiça (CAE 20) e Fabrico de Produtos Químicos (CAE 24).

Estimativa das emissões totais Industriais

Fontes de emissão com medição pontual

Através do tratamento estatístico das emissões obtidas com a informação da base de dados do Autocontrolo, foi possível para determinadas actividades industriais efectuar a extrapolação das emissões industriais totais para a Região Norte. Deste modo, procedeu-se ao cálculo de um caudal mássico médio por indústria, para cada poluente e para cada intervalo EPS, assumindo-se posteriormente um número de horas de funcionamento igual para todas as fontes. A diferenciação de caudais mássicos por EPS foi a metodologia utilizada para relacionar o valor das emissões com a dimensão das indústrias, uma vez que se conheciam esses dados para as indústrias da amostra estudada, bem como da totalidade do tecido industrial da Região Norte. Na Figura 44 esquematiza-se como exemplo, para o CAE 20, os valores calculados.

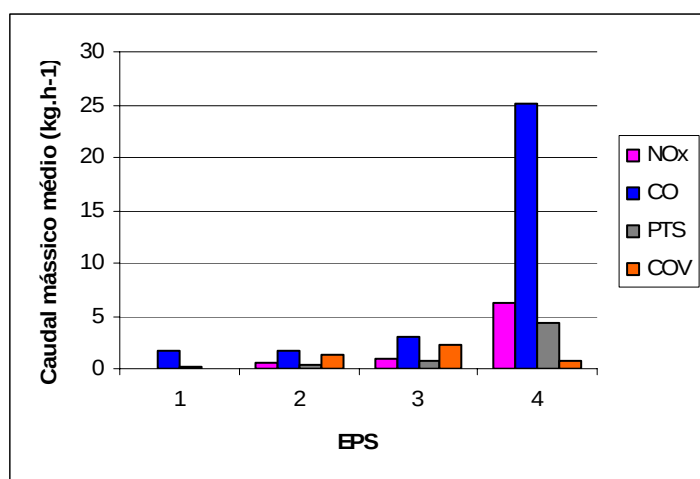


Figura 44. Caudais mássicos médios por EPS para indústrias do CAE 20.

Os resultados obtidos foram posteriormente validados, efectuando uma análise da razão entre o número de indústrias que contribuíam para o cálculo de cada média e a totalidade de indústrias de cada sector de actividade e EPS existentes na Região Norte. Verificou-se que, em alguns casos, o número de indústrias usadas para a determinação do caudal mássico médio correspondia à totalidade de indústrias na Região Norte, para o respectivo sector e EPS. Nessas situações, não foi usado o valor médio, mas sim o referente a cada uma das indústrias. Por outro lado, foi calculado um parâmetro indicador da qualidade/representatividade dos dados utilizados para a extrapolação. Assim, foi determinada uma média ponderada das razões anteriormente obtidas, tendo em conta a distribuição do número total de indústrias nas classes EPS. Tendo em conta o valor obtido, os resultados foram distribuídos por cinco gamas, A, B,



C, D e X em que A (81 a 100), B (61 a 80), C (41 a 60), D (21 a 40) e X (0 a 20). Deste modo, quanto maior for o valor obtido, maior é o grau de fiabilidade/representatividade associado à média de emissão de poluente calculada. Optou-se por não considerar na estimativa das emissões as médias classificadas na classe X, aquela onde a representatividade dos dados é menor. Na Tabela 15 encontra-se o resumo das classes associadas a cada poluente para os diferentes sectores de actividade.

Tabela 15. Parâmetro indicador da representatividade dos caudais mássicos médios.

CAE	NO _x	SO ₂	CO	PTS	COV
15	C	C	x	C	x
17	D	x	D	D	D
18	x	x	x	x	x
19	x	x	x	x	x
20	C	x	C	C	C
21	B	D	B	D	B
22	x	x	x	x	x
24	C	C	C	C	C
25	x	x	x	x	x
26	C	D	C	C	D
27	D	D	D	C	C
28	C	C	C	C	C
29	x	x	x	x	x
31	D	x	D	D	D
32	D	x	D	D	C
33	C	C	C	C	C
34	C	x	C	C	C
35	x	x	x	x	x
36	x	x	x	x	x
37	x	x	x	x	x
40	D	D	x	D	D

Exemplificando para o CAE 20, e tendo em conta os resultados da tabela anterior, constata-se que neste caso a extrapolação das emissões apenas não se efectua para o SO₂. Verifica-se por outro lado que existem sectores de actividade onde, para todos os poluentes em estudo, não foi possível obter dados com fiabilidade suficiente para realizar a extrapolação das emissões. Incluem-se nesta situação os sectores com o CAE 18, CAE 19, CAE 22, CAE 25, CAE 29, CAE 35, CAE 36 e CAE 37. É importante referir que nestes sectores, poderão existir emissões significativas apesar de estas não serem contabilizadas na estimativa realizada. Esta questão pode assumir maior importância nos sectores com o CAE 18, 19 e 36, que possuem um elevado número de indústrias na Região Norte, bem como alguns processos produtivos em que é expectável a existência de emissões.



Apresenta-se na Tabela 16, os resultados obtidos para as emissões totais das fontes industriais com amostragem pontual. As diferentes cores usadas pretendem associar o valor obtido, em termos de emissão de poluente, com o indicador atrás determinado (amarelo para D, verde claro para C e verde escuro para B).

Tabela 16. Emissões industriais estimadas por sector de actividade.

CAE	NO _x (ton.ano ⁻¹)	SO ₂ (ton.ano ⁻¹)	CO (ton.ano ⁻¹)	PTS (ton.ano ⁻¹)	COV (ton.ano ⁻¹)
15	607,8	1290,0	x	450,6	x
17	1215,9	x	752,4	417,7	128,8
20	289,3	x	1683,4	248,5	469,0
21	81,9	220,2	3,0	17,9	1,5
24	38,0	64,4	7,3	30,4	75,9
26	157,2	503,2	394,6	117,6	33,9
27	115,7	384,0	440,6	291,1	25,8
28	283,2	168,5	612,2	175,6	33,5
31	4,2	x	5,2	1,3	40,9
32	2,1	x	20,2	0,3	33,1
33	0,2	0,2	5,1	0,1	2,8
34	10,8	x	14,0	1,1	6,8
40	1931,3	1523,9	x	194,7	102,1
Total (ton.ano⁻¹)	4738	4154	3938	1947	954

Evidenciam-se, nos resultados apresentados na tabela anterior, quatro sectores de actividade, em termos de contribuição para as emissões totais estimadas. Trata-se do sector Alimentar e das Bebidas (CAE 15), Têxtil (CAE 17), Madeira e da Cortiça (CAE 20) e o sector relativo à Produção de Energia (CAE 40). As emissões provenientes das indústrias destes sectores representam entre 62% a 85% das emissões totais estimadas, tal como se pode visualizar na Tabela 17.

Tabela 17. Contribuição por sector para as emissões totais estimadas.

CAE	NO _x	SO ₂	CO	PTS	COV
15	13%	31%		23%	
17	26%		19%	21%	14%
20	6%		43%	13%	49%
40	41%	37%		10%	11%
Total	85%	68%	62%	67%	73%

Tendo por base a distribuição do total de indústrias na Região Norte, foi calculado o valor referente à emissão dos vários poluentes para cada Concelho. Assim, torna-se possível a representação das emissões industriais estimadas tal como se apresenta nos mapas seguintes.

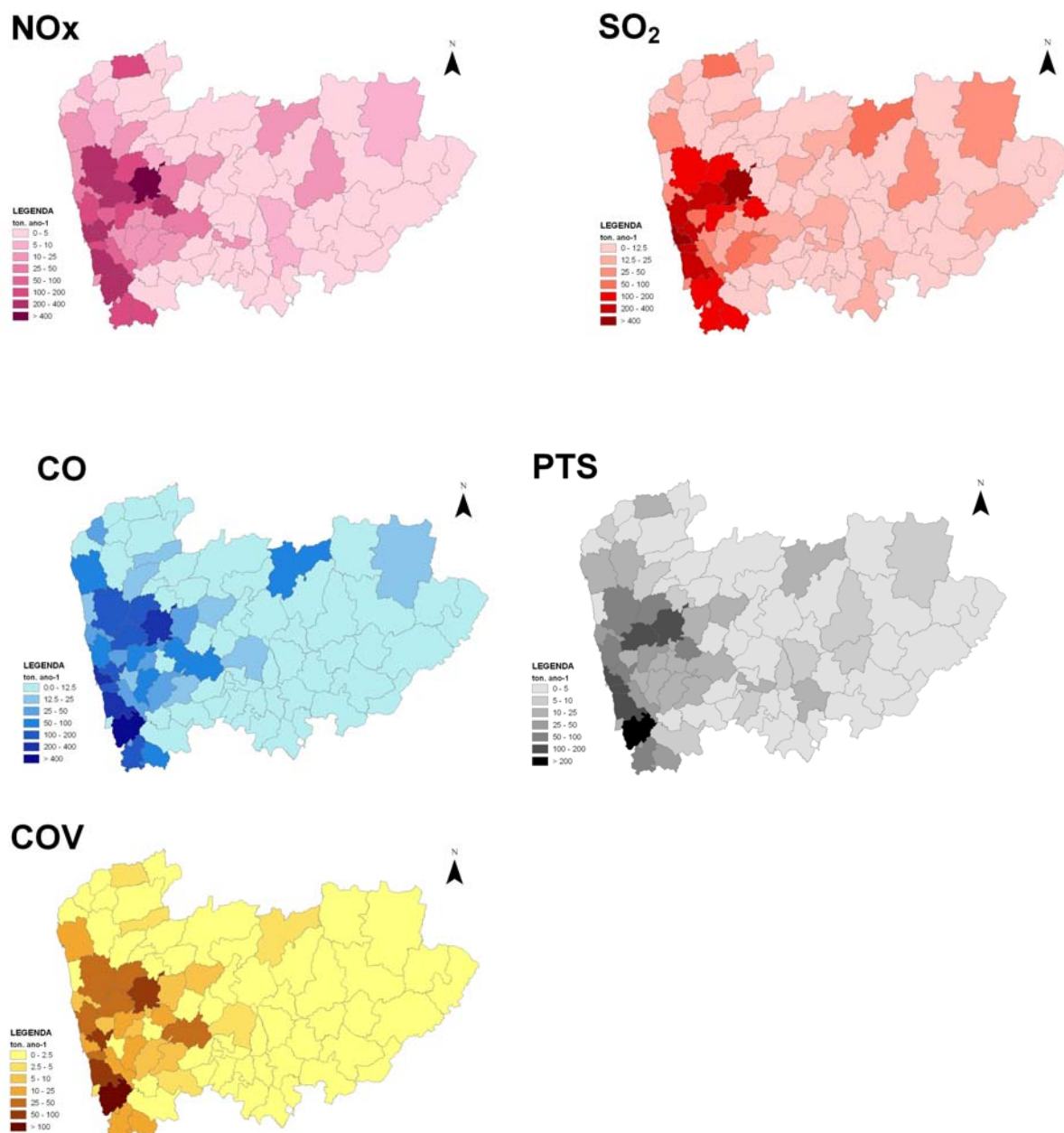


Figura 45. – Representação espacial das emissões industriais estimadas.

Os resultados obtidos confirmam a existência de emissões industriais mais elevadas nos concelhos da Área Metropolitana do Porto bem como na zona de Braga e Guimarães. Na Tabela 18 estão resumidos os valores relativos aos concelhos mais críticos em termos de emissões industriais, tendo por base os valores obtidos através da estimativa realizada.



Tabela 18. Emissões industriais estimadas nos Concelhos mais críticos.

<i>Concelho</i>	<i>NO_x</i> (ton.ano ⁻¹)	<i>SO₂</i> (ton.ano ⁻¹)	<i>CO</i> (ton.ano ⁻¹)	<i>PTS</i> (ton.ano ⁻¹)	<i>COV</i> (ton.ano ⁻¹)
Barcelos	366	188	128	91	32
Braga	123	175	198	88	47
Guimarães	754	437	216	158	58
Maia	205	221	153	93	61
Matosinhos	359	415	215	113	23
Porto	184	239	156	107	30
S. M. Feira	331	171	1194	208	317
Vila do Conde	185	226	85	51	35
V. N. Famalicão	384	260	195	128	43
V. N. Gaia	246	271	226	131	62
Total para os 10 concelhos	3139	2603	2768	1169,1	707,8
Comparação com o total estimado	66%	63%	70%	60%	74%

Constata-se que os 10 Concelhos apresentados são responsáveis por cerca de 60 a 74% das emissões industriais extrapoladas. Na zona Norte interior, apesar de, com ordens de grandeza inferiores aos Concelhos mais críticos, salientam-se as áreas referentes a Chaves, Bragança e Mirandela. É importante referir que a desagregação efectuada para a obtenção das emissões por Concelho deve ser interpretada com cautela, tendo em conta a limitação dos dados utilizados, nomeadamente no que diz respeito à representatividade dos caudais mássicos médios usados nas extrapolações. Por outro lado, salienta-se uma vez mais que nesta abordagem apenas são consideradas as emissões estimadas com base na extrapolação da informação proveniente da monitorização pontual, não estando por tanto, incluídas as emissões originadas nas grandes fontes pontuais (Tabela 19).

Grandes fontes emissão – medição em contínuo

Para a contabilização das emissões totais industriais deverão ser tidas em conta as emissões das 4 grandes fontes pontuais, cujos dados não foram considerados até ao momento. Estas unidades realizam a medição em contínuo das suas emissões, sendo os respectivos dados remetidos ao IA. Trata-se da Refinaria de Matosinhos, Central Térmica da Turbogás em Gondomar, Celulose de Viana do Castelo e a LIPOR na



Maia. Para a contabilização das emissões industriais totais serão usados os dados do inventário EPER 2002 referentes a estas unidades.

Tabela 19. Emissões das grandes fontes pontuais (EPER 2002 – [URL 5]).

<i>Fonte de emissão</i>	<i>Concelho</i>	<i>NO_x</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>	<i>SO₂</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>	<i>PTS</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>	<i>COV</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>
Central Térmica	Gondomar	3170	249		277
Refinaria	Matosinhos	2380	15400	555	
LIPOR	Maia	359			
Celulose	Viana do Castelo	526	1030	102	

Emissões industriais totais

Tendo em atenção os valores obtidos na estimativa efectuada para as emissões industriais juntamente com as emissões provenientes das grandes fontes pontuais é possível realizar uma aproximação das emissões totais industriais. Deste modo, surgem os resultados indicados na Tabela 20.

Tabela 20. Emissões industriais totais.

	<i>NO_x</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>	<i>SO₂</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>	<i>CO</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>	<i>PTS</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>	<i>COV</i> <i>(ton.ano⁻¹)</i>
Total	11173	20833	3938	2604	3031

É de salientar o peso das emissões provenientes das quatro unidades anteriormente referidas nas emissões totais contabilizadas. Assim verifica-se que 58% das emissões de NO_x contabilizadas são provenientes das grandes fontes. No que diz respeito ao SO₂ essa percentagem sobe para cerca de 80%, enquanto que nas emissões de COV é cerca de 69% e nas partículas 25%. Convém lembrar que esta comparação é feita com as emissões industriais calculadas para os sectores de actividade em que foi possível a extrapolação dos dados. Através da análise que se segue é possível ter uma indicação da ordem de grandeza das emissões obtidas na extrapolação, comparando-as com as obtidas através da metodologia “top-down”.



Bottom – up versus top down

Para os quatro poluentes apresentados na Tabela 21 foi possível efectuar uma comparação entre os resultados obtidos através da metodologia “top-down” [DAO/UA, 2003] e as emissões industriais estimadas com base na informação do autocontrolo.

Tabela 21. Emissões industriais obtidas através da metodologia “top-down” [DAO/UA, 2003].

	NO_x (ton.ano⁻¹)	SO₂ (ton.ano⁻¹)	CO (ton.ano⁻¹)	COV (ton.ano⁻¹)
Combustão industrial	15740	9689	1301	2377
Processos Produção	46	391	13795	35668
Uso solventes	0	0	0	23025
Total “top-down”	15786	10080	15096	61070

Os resultados da comparação efectuada são apresentados na Tabela 22 e, tal como se esperaria, verifica-se que as emissões totais industriais obtidas através da metodologia “top-down” são superiores às obtidas através dos dados do autocontrolo. Trata-se de metodologias distintas, sendo que no primeiro caso as emissões são calculadas com base na discretização espacial dos dados de emissão estimados nos inventários EMEP/CORINAIR através da aplicação de factores de desagregação, nomeadamente o consumo de combustíveis por Concelho. Por outro lado, os resultados da monitorização pontual estimados não incluem todos os sectores de actividade. Existe também a questão das emissões difusas, que não são contabilizadas no autocontrolo de emissões, onde são monitorizadas apenas as emissões canalizadas em chaminés.

Tabela 22. Comparação entre as emissões industriais obtidas através das metodologias “bottom-up” e “top-down”.

	NO_x (ton.ano⁻¹)	SO₂ (ton.ano⁻¹)	CO (ton.ano⁻¹)	COV (ton.ano⁻¹)
Total “bottom-up”	4738	4154	3938	954
Total “top-down”	15786	10080	15096	61070
“bottom-up”/“top-down”	30.0%	41.2%	26.1%	1.6%

As percentagens obtidas na comparação, apresentam-se com valores relativamente concordantes entre si, em termos de ordem de grandeza, para o CO, SO₂ e NO_x. Constata-se no entanto que, no que diz respeito aos COV, a percentagem obtida na comparação é significativamente inferior às outras. Esta situação poderá em grande medida estar relacionada com a questão anteriormente referida das emissões difusas, uma vez que, tal como se pode ver na Tabela 21 grande parte das emissões de COV estimadas através da metodologia “bottom-up” são provenientes de processos de produção e uso de solventes.



Comentários finais

No que diz respeito às emissões industriais, recorrendo principalmente aos dados do autocontrolo de emissões, foi possível efectuar uma análise destes dados e uma estimativa das emissões industriais totais da Região Norte. Assim, numa primeira caracterização dos dados compilados na base do Autocontrolo foi avaliado o cumprimento da legislação, no que diz respeito à ultrapassagem dos VLE e entrega bianual da caracterização das fontes de emissão. Concluiu-se que para todos os poluentes analisados existiam ultrapassagens do VLE, sendo as partículas e os COV os poluentes onde se registou uma maior percentagem de incumprimentos.

Sobre o cumprimento da entrega bianual do autocontrolo das fontes de emissão, constata-se que apenas cerca de 30% das indústrias que realizaram medição de poluentes cumpriram integralmente o legalmente exigido. Se for tida em conta a totalidade de indústrias onde foi identificada a existência de fontes de emissão, verifica-se então que as percentagens são bastante inferiores, variando entre os 8,2% em 2001, 15% em 2002 e os 19,5% em 2003.

Na análise efectuada, para a determinação dos sectores de actividade maioritariamente responsáveis pelas emissões gasosas de poluentes, destacaram-se o sector da Indústria Alimentar e Bebidas, Indústria Têxtil, Indústria da Madeira e Cortiça e o sector da Produção de Energia. Estes resultados foram de um modo geral obtidos, tanto na análise da amostra em termos de caudais mássicos como na análise das emissões estimadas para a Região Norte.

Por outro lado, tendo em conta os cálculos efectuados, foram identificadas as áreas críticas em termos de emissão de poluentes. Os Concelhos identificados coincidem com as áreas mais fortemente industrializadas, nomeadamente os referentes à área Metropolitana do Porto bem como aos da zona de Braga e Guimarães.

Numa fase posterior do trabalho será possível, recorrendo aos dados obtidos através dos inquéritos às indústrias, efectuar uma estimativa das emissões industriais através da aplicação de factores de emissão. Os dados obtidos poderão depois ser comparados e cruzados com os obtidos através do autocontrolo. Por outro lado foram também efectuados inquéritos (que ainda estão a ser recebidos) a entidades intervenientes ao nível do Município permitindo desta forma a validação dos dados ao nível local.



Finalmente importa salientar a importância da manutenção de uma Base de Dados actualizada, com a informação das indústrias e respectivo controlo das emissões. Trata-se de uma ferramenta fundamental para uma gestão mais eficiente do cumprimento legislação no que diz respeito à monitorização das fontes pontuais por parte das indústrias. Por outro lado, os dados armazenados poderão ser utilizados com mais facilidade em estudos semelhantes, permitindo uma avaliação das possíveis evoluções verificadas ao nível das Emissões Industriais.



Referências bibliográficas

Tchepel, O. (2003): Emission modelling as a decision support tool for air quality management. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em ciências aplicadas ao ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

PNAC - Programa Nacional para as Alterações Climáticas, Instituto do Ambiente, 2001.

PNAC - Programa Nacional para as Alterações Climáticas. Síntese – Cenário e esforço de redução. Instituto do Ambiente, 2003.

IA (2003): Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990 – 2001. Submitted under the United Nations Framework on Climate Change. Instituto do Ambiente, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

(PP, 2004): Guia para a elaboração de planos e programas, tal como definidos pela Directiva 1996/62/CE. Instituto do Ambiente, Março de 2004.

DAO/UA (2003): Inventariação das Emissões de Poluentes Atmosféricos da Região Norte – Desenvolvimento do Inventário “top-down”, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro, Novembro de 2003.

URL1: Portugal da Associação do Comércio Automóvel de Portugal: www.acap.pt

URL2: Portal do Instituto das Estradas de Portugal: www.iestradas.pt

URL3: Portal da Direcção Geral de Viação: www.dgv.pt

URL4: Portal do Instituto do Ambiente: www.iambiente.pt

URL5: Portal da European Environmental Agency:
http://themes.eea.eu.int/Sectors_and_activities/transport

URL5: Portal do European Pollutant Emission Register: <http://www.eper.cec.eu.int>



Anexos

Anexo A – Metodologia e cronograma

METODOLOGIA

Metodologia bottom-up – realização de um inventário de emissões para a região Norte através do seguinte faseamento:

- (iv) Planificação:
 - Definição das especificações gerais (área de interesse, ano de referência, resolução temporal, poluentes,...)
 - Definição dos procedimentos e sistema de cálculo.
- (v) Recolha de dados:
 - Realização de inquéritos às unidades industriais e aplicação de factores de emissão;
 - Identificação das principais vias de tráfego e recolha de valores de fluxo de tráfego (contagens de tráfego, dados de portagens, etc.)
 - Compilação de outros inventários previamente realizados, nomeadamente sobre a emissão de substâncias perigosas e da produção de resíduos industriais;
 - Utilização dos dados do autocontrolo disponíveis na DRAOT-Norte;
 - Selecção de perfis de desagregação espaço-temporal.
- (vi) Elaboração e controlo:
 - Gestão e compilação de dados
 - Utilização do modelo de emissões de tráfego automóvel TREM-UA;
 - Cálculo das emissões
 - Publicação dos resultados

CRONOGRAMA

O projecto desenvolver-se-á ao longo de 8 meses seguindo o seguinte cronograma:

Fase	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Objectivos								
Plano de trabalho								
Top-Down								
Bottom-Up								
Validação local								

Anexo B - Interface gráfica da base de dados do Autocontrolo e Processo Produtivo Industrial

Identificação da Indústria

Microsoft Access 2003 [A IDENTIFICAÇÃO DA INDÚSTRIA]

Arquivo Editar Ver Inserir Formatação Registo Ferramentas Janela Ajuda

Barra de ferramentas: Arquivo, Editar, Ver, Inserir, Formatação, Registo, Ferramentas, Janela, Ajuda.

IDENTIFICAÇÃO DA INDÚSTRIA

Designação da Indústria: **IDENTIFICAÇÃO DA INDÚSTRIA**

Nº: N: Nº governo: Última actualização:

Observações:

Morada:

Cód. Postal:

Freguesia:

Concelho:

Distrito:

Telefone: Fax:

Email:

Página Web:

C.A.E.: Sector Industrial:

CONSULTA AUTOCONTROLO

Fonte: Data:

☐ Inspeção de segurança (IG) e P. Controlo de Segurança

☐ Inspeção de Segurança

☐ P. Controlo Ombudsman

☐ Reclamações

Fontes FOGOS / AUTOCONTROLO

INDÚSTRIAS COM FONTES E SEM AUTOCONTROLO

Nº TRABALHADORES / EPS

INDÚSTRIAS COM AUTOCONTROLO (VER TABELA 2003)

Ver informação do acidente

Registo: 1/1/2003

Fontes fixas

Parâmetros do Autocontrole

[illegible]

Produtos

Consumo combustíveis

Matérias-primas

Equipamentos geradores de emissões

Form: FICHA DE EMPRESA - FORTALESSA

EMPRESA
INDUSTRIALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA

EQUIPAMENTO DE PRODUÇÃO

Nome equipamento Tipo equipamento Características Previsão de produção Fornecedores Data de descontinuação

Máquina de costura Máquina de costura 1000 unidades/mês Fornecedor de tecido 31/12/2010

Form: FICHA DE EMPRESA - FORTALESSA

Atividade / Consumo
dos equipamentos

The screenshot shows a software window titled "FIM-fonte_fim_atcconsumo". Inside, there's a section titled "Base do equipamento" with a large empty text box and a label "Ano" above a small input field. Below this is a section titled "Consumos do Equipamento de Combustíveis" containing a table with three columns: "Tipo de Combustível", "Consumo real", and "Unidade". The table has one row with empty input fields for each column.