

INVENTÁRIO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS PARA A CIDADE DO PORTO

Tânia Fontes

Bolseira de pós-graduação - Centro de Investigação em Alterações

Globais, Energia, Ambiente e Bioengenharia (CIAGEB -UFP)

tania@ufp.pt

Nelson Barros

Professor Associado - Centro de Investigação em Alterações

Globais, Energia, Ambiente e Bioengenharia (CIAGEB -UFP)

nelson@ufp.pt

Resumo

A caracterização das emissões atmosféricas é fundamental para estudos de qualidade do ar, em particular em espaços urbanos como o Porto. Os resultados do inventário de emissões mostram que o sector dos transportes rodoviários é responsável por mais de 50% das emissões atmosféricas locais. Relativamente às emissões da VCI, verifica-se que esta importante via que cruza a cidade, emite aproximadamente 16% do total das emissões rodoviárias do concelho, sendo em geral os veículos ligeiros de passageiros os principais responsáveis por estas emissões.

Abstract

The characterization of atmospheric emission is essential to air quality studies, in particular in urban spaces like Oporto city. The results of the emission inventory show that road traffic is responsible of more than 50% of local area emissions. VCI, an important urban highway that crosses the entire city, emits about 16% of total road traffic emission of the municipality, being light passengers cars are the main responsible of the verified emissions.

1. INTRODUÇÃO

Um inventário de emissões consiste numa compilação das estimativas das emissões de poluentes classificados de acordo com os diferentes tipos de fontes de emissão e actividades associadas. Os inventários de emissões são um instrumento indispensável para todos os estudos de poluição atmosférica, não só por fornecerem uma estimativa das principais fontes de poluição e quantidade de poluentes emitidos, como também por serem essenciais para eventuais estudos de modelação.

Em geral, os inventários de emissões agregam as estimativas consideradas em três tipos diferentes de fontes de emissão: **fontes pontuais** (instalações industriais que, pela sua dimensão, pelo seu contributo para as emissões totais ou ainda pelo tipo de poluente emitido, justificam um tratamento individual), **fontes em área** (emissões difusas, com uma distribuição mais ou menos homogénea, podendo incluir fontes de pequena dimensão e/ou dificilmente identificáveis); e **fontes em linha** (de um modo geral associadas às fontes móveis, como sejam o tráfego rodoviário, caminhos-de-ferro, tráfego aéreo, etc.).

A qualidade de uma determinada base de dados de emissões não é uniforme e está directamente dependente, não só dos dados usados nas estimativas efectuadas durante o processo de inventariação, como também do tipo de aproximações utilizadas.

Outro aspecto importante, nem sempre considerado, é o comportamento dinâmico das fontes de emissão, isto é, um inventário de emissões deve ser continuamente actualizado. A escolha das metodologias de elaboração de inventários de emissões é o primeiro passo para garantir a precisão das estimativas das emissões.

Este trabalho visou a caracterização da situação actual das emissões para a cidade do Porto, tendo sido estimadas emissões consideradas em área e em linha.

2. DOMÍNIO DE ESTUDO

O domínio de estudo é constituído pela cidade do Porto. Embora este seja o concelho da Área Metropolitana do Porto (AMP) mais pequeno é o que regista maior densidade populacional, 6 337 hab.km⁻² em 2001, aco-

lhendo 263 mil habitantes, 35% dos quais concentrados nas freguesias de Paranhos e Vitória (CENSOS, 2001).

O Porto continua a exercer o papel de centro urbano polarizador no contexto da AMP, sendo local de residência de 25% da população da AMP. No entanto, devido às deseconomias decorrentes do relativo congestionamento residencial e ao acréscimo do custo de aquisição de habitação, tem-se verificado nos últimos anos um movimento residencial para as zonas mais periféricas, principalmente das gerações mais jovens, conduzindo a um decréscimo gradual da densidade populacional na cidade (cerca de 13% de 1991 para 2001). Das suas 15 freguesias, 10 apresentam densidades populacionais muito acima da média da AMP, superiores a 6500 hab.km⁻², sendo esse valor apenas registado em mais duas freguesias da AMP (CENSOS 2001).

A delegação da função residencial nos concelhos vizinhos, porém, não retirou ao concelho do Porto o papel de principal centro empregador da AMP e da disponibilização de um leque alargado de equipamentos e serviços. Por essa razão, o Porto recebe diariamente cerca de 90000 indivíduos que aí exercem a sua actividade profissional, tornando as deslocações pendulares cada vez mais longas e demoradas (Torres e Pereira, 1999). Os principais eixos de comunicação entre, o interior e o litoral, e o norte e sul do país, cruzam a cidade do Porto, sendo as principais vias a A29 (Porto-Aveiro), a A28 (Porto-Viana), a A3 (Porto-Braga-Valença), o A4/IP4 (Porto-Vila Real-Bragança) e a A1 (Porto-Lisboa).

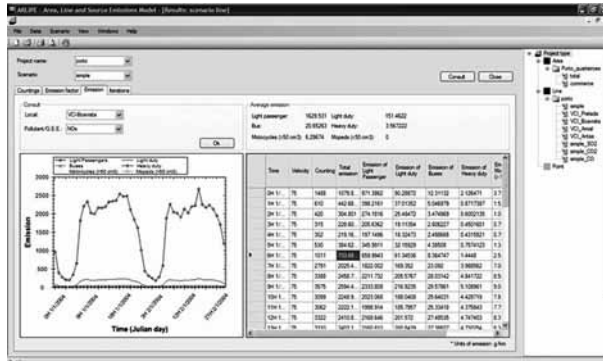
3. METODOLOGIA

Como já foi referido, as emissões de origem antropogénica podem ter naturezas diversas e, como tal, terão de ser avaliadas de forma distinta. Desta forma foram usadas duas metodologias de abordagem (Baldasano e Power, 1998): metodologia *top-down* para a estimativa das emissões em área; e metodologia *bottom-up* para a estimativa das emissões em linha. Na estimativa das emissões foi usado o modelo ARLIPE – Area, Line and Source Point Atmospheric Emission Model um modelo que permite o cálculo de cenários de emissões atmosféricas e a realização de inventários de emissões para diversos tipos de fontes de emissão (Figura 1).

Chama-se atenção para o facto dos dados disponíveis não se encontram actualizados e não são coincidentes

(variam entre 2001 e 2004), pelo que as conclusões alcançadas terão sempre que ser vistas à luz desta limitação.

Figura 1. Modelo de emissões ARLIPE (Fontes et al., 2007)



3.1. EMISSÕES DE FONTES EM ÁREA

Para o cálculo das emissões em área recorreu-se aos dados do inventário nacional de emissões para o ano 2003 (Homepage da UNFCCC). Os dados apresentaram-se agrupados em quatro grupos: indústria e produção de energia; transportes rodoviários; comércio, instituições e zonas residenciais; e agricultura, florestas e pescas.

As emissões foram calculadas por freguesia usando dois níveis de desagregação (Figura 2): inicialmente de NUT I para NUT IV; e depois de NUT IV para NUT V. Para o cálculo das emissões por concelho (NUT IV) para os diferentes sectores considerados, teve-se em conta as

emissões nacionais (NUT I) e os consumos dos diferentes tipos de combustível por concelho. As emissões por freguesia (NUT V) foram estimadas recorrendo-se à distribuição da população por freguesia nos concelhos em estudo.

Foram consideradas as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO₂), o óxido nitroso (N₂O) e o metano (CH₄), bem como as emissões dos seguintes poluentes: monóxido de carbono (CO), óxidos de azoto (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂) e compostos orgânicos voláteis não-metano (COVNM). A Tabela 1 apresenta uma síntese dos diferentes parâmetros de desagregação usados para cada um dos sectores de actividade.

Figura 2. Metodologia top-down usada no cálculo das emissões em área

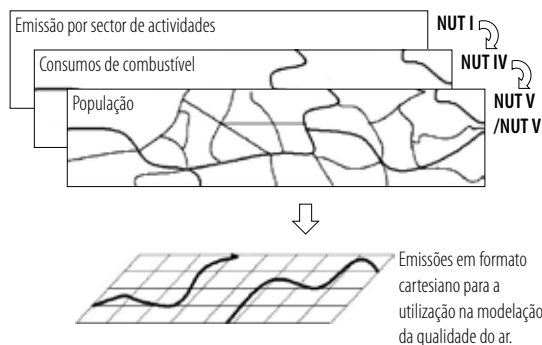


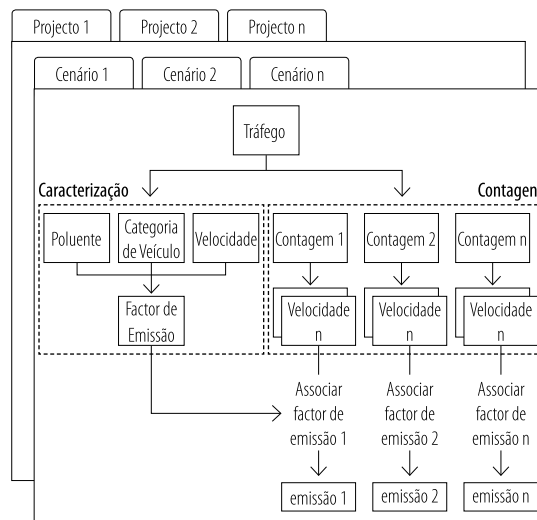
Tabela 1. Metodologia de desagregação usada

Actividade	Consumos de combustível (NUT I → NUT IV)	População (NUT IV → NUT V/NUT VI)
- Indústria produção de energia	- Fuel - Gasóleo	- População do sector secundário
- Transportes rodoviários	- Gasolina (aditivada, I095, I98) - Gasóleo	- População activa
- Comércio, instituições e zonas residenciais	- Butano - Propano	- População residente
- Agricultura, floresta e pescas	- Gasóleo colorido	- População do sector primário

3.2. EMISSÕES DE FONTES EM LINHA

A metodologia EMEP/CORINAIR (2006), adoptada para a estimativa das emissões atmosféricas em linha, foi a implementada no modelo de cálculo ARLIPE (Fontes *et al.*, 2007). De acordo com esta metodologia, as emissões totais resultantes dos veículos automóveis são calculadas efectuando a soma das emissões a quente (que corresponde ao funcionamento estável do motor), as emissões a frio (que correspondem à operação de aquecimento do motor) e as emissões correspondentes à evaporação. Neste trabalho são apenas calculadas as emissões a quente, considerando que o tráfego em análise é composto essencialmente por veículos em circulação e por isso em condições térmicas estabilizadas.

Inicialmente foram calculados factores de emissão ponderados (FEP) associados ao tráfego rodoviário para os poluentes NO_x , CO, COV e PM. Estes poluentes correspondem a poluentes "regulados", isto é, poluentes objecto de legislação relevante. Para a estimativa dos FEP recorreu-se aos volumes de tráfego por categoria de veículo (ligeiros de passageiros, ligeiros de mercadorias, pesados de passageiros, pesados de mercadorias, motociclos >50cm³, motociclos <50cm³), à idade, à cilindrada, à tara, ao tipo de combustível e à velocidade média de deslocação segundo uma metodologia desenvolvida por Barros *et al.*, (2004). A Figura 3 descreve a metodologia *bottom-up* implementada pelo modelo ARLIPE para o cálculo de emissões em linha.

Figura 3. Metodologia *bottom-up* usada no cálculo das emissões em linha no modelo ARLIPE (Fontes *et al.*, 2007)

O domínio em estudo, a Via de Cintura Interna (VCI), é uma auto-estrada urbana com cerca de 11 km. Pelo facto da VCI se tratar de uma auto-estrada, os motociclos com menos de 50 cm³ não foram considerados a circular nesta via. Para a estimativa dos FEP foram tidos em conta os factores constantes na Tabela 2 admitindo uma velocidade média de circulação de 75 km.h⁻¹.

Para o cálculo das emissões foram usadas contagens manuais de tráfego realizadas em 2004 no âmbito do projecto ImpactAir (Barros *et al.*, 2005). Dada a dimen-

são desta via de tráfego, esta foi dividida em quatro zonas consideradas representativas: Boavista, Prelada, Amial e Antas. A Figura 4 mostra a localização e o volume médio de tráfego em cada um dos sub-domínios.

As contagens foram efectuadas ao longo de nove dias por categoria de veículo, ao longo de 24 horas, em períodos alternados de 15 minutos. Admitiu-se assim, que os períodos alternados de 15 minutos, num total de meia hora, são representativos da hora em que se inserem (Barros *et al.*, 2005).

Figura 4. Localização da VCI

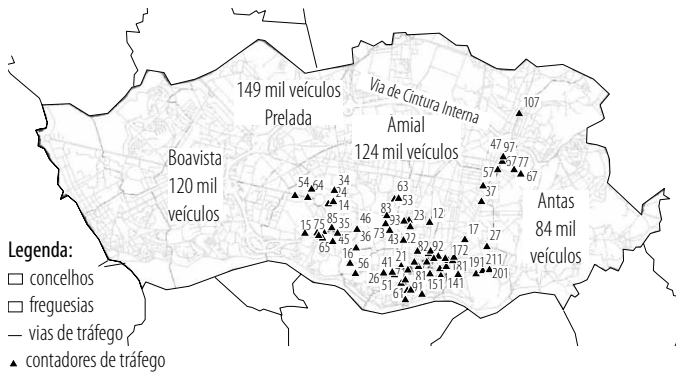


Tabela 2. Parâmetros tidos em conta para a estimativa das emissões em linha na VCI (Homepage da Autoinforma; ACAP (2001); CENSOS 2001)

		Ligeiros de passageiros	Ligeiros de mercadorias	Pesados de passageiros	Pesados de mercadorias	Motociclos (>50cm ³)
Distribuição dos veículos por categoria	VCI: Boavista	77,5 %	11,9 %	0,5 %	7,7 %	0,4 %
	VCI: Prelada	87,0 %	9,3 %	0,2 %	2,7 %	0,5 %
	VCI: Amial	87,3 %	9,4 %	0,3 %	0,2 %	0,5 %
	VCI: Antas	78,8 %	12,7 %	0,2 %	3,0 %	0,4 %
Combustível	Gasolina	62,7 %	2,00%	0,0%	10,0%	100,0%
	Gasóleo	37,4%	98,00%	100,0%	100,0%	0,0%
Classe de idade	[0-5]: 26,2%	[0-5]: 28,0%	[0-5]: 23,9%	[0-5]: 15,6%	[0-5]: 37,2%	
	]5-10]: 34,8%	]5-10]: 31,9%	]5-10]: 21,8%	]5-10]: 24,3%	]5-10]: 32,9%	
	]10-30]: 39,0%	]10-30]: 40,1%	]10-30]: 54,3%	]10-30]: 60,0%	]10-30]: 29,9%	
Cilindrada (l)	[<1,4]: 50,1%	[<1,4]: 63,8%	[<28]: 100%	[<7,5]: 3,9%	[50-250]: 31,6%	
	]1,4-2,0]: 42,7%	]1,4-2,0]: 36,2%		]7,5-16]: 23,4%	]250-750]: 38,8%	
	]>2,0]: 7,2%			]16-32]: 72,6%	]>750]: 29,6%	

4. RESULTADOS

A próxima secção apresenta os resultados das estimativas das emissões das fontes em área e em linha. No que respeita às emissões em área a análise dos resultados será efectuada espacialmente por freguesia, fonte e poluente. Relativamente às emissões em linha, os resultados serão analisados, primeiro tendo em conta os factores de emissão ponderados e depois a respectiva emissão.

4.1. EMISSÕES DE FONTES EM ÁREA

A estimativa dos valores de emissão para o concelho do Porto por sector de actividade e poluente, permite verificar que as emissões de CO₂, N₂O, COVNM, NO_x e CO são maioritariamente provenientes do sector dos transportes rodoviários. No caso das emissões de CH₄, verifica-se que são maioritariamente provenientes do sector do comércio, instituições e zonas residenciais, enquanto que as emissões de SO₂ são essencialmente provenientes do sector industrial e de produção de energia (Tabela 3).

Tabela 3. Emissões por sector de actividade para o concelho do Porto para o ano 2003 (kg)

	Emissões (kg)						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	NMVOG	SO ₂
Indústria e produção de energia	213 346 255	49 096	5 968	1 066 956	530 913	206 403	770 092
Transportes rodoviários	378 480 816	49 867	33 251	1 975 081	5 614 738	729 425	68 239
Comércio, instituições e zonas residenciais	51 828 741	139 685	2 715	255 133	2 369 090	201 287	29 277
Agricultura, floresta e pescas	20 436 962	1 708	5 295	338 118	86 328	40 523	18 504
Total	643 655 812	238 648	41 935	3 297 170	8 514 740	1 137 115	867 608

A análise dos resultados mostra que existem variações significativas entre freguesias quando a análise é efectuada espacialmente (por km²) embora o padrão de distribuição seja muito semelhante quando a análise é efectuada por poluente. Relativamente à análise por sector de actividade, verifica-se que a distribuição das emissões por freguesia é constante para todos os poluentes pelo que para cada uma das actividades será apresentado um exemplo do padrão de distribuição dessas emissões.

Em relação às emissões provenientes, quer do sector industrial e da energia, quer do sector dos transportes rodoviários o padrão é idêntico. As freguesias da São Nicolau, Cedofeita e Bonfim são as que apresentam valores mais elevados enquanto que Nevogilde, Massarelos e Campanhã apresentam os valores mais reduzidos (Figura 5A e 5B). A existência de dados mais detalhados por freguesia, como por exemplo, do consumo de combustíveis, do número de empresas, ou da população empregada (residente e não residente) no sector industrial nesse local (freguesia) poderia conduzir a resultados mais realistas.

No que respeita ao sector comercial e residencial, os resultados mais elevados em termos de emissões verificam-se nas freguesias de São Nicolau, Sé, Bonfim, Cedofeita e Ramalde. À semelhança das actividades anteriores, Nevogilde, Massarelos e Campanhã são as freguesias que apresentam valores mais baixos de emissão (Figura 5C).

No sector agrícola, floresta e pescas as maiores emissões registam-se nas freguesias São Nicolau, Vitória e Foz do Douro. Campanhã e Massarelos são as freguesias que apresentam os valores mais reduzidos (Figura 5D).

Relativamente à análise dos resultados das emissões totais, correspondente à soma das emissões dos quatro sectores de actividade referidos anteriormente, para os diversos poluentes em estudo, verifica-se que genericamente as maiores emissões são registadas nas freguesias de São Nicolau, Sé, Bonfim e Cedofeita onde a densidade urbanística e populacional é também bastante elevada. Nevogilde, Massarelos e Campanhã são as freguesias que apresentam valores mais reduzidos de emissões totais em área por quilómetro quadrado. A título de exemplo a Figura 6 mostra a distribuição das emissões de NO_x por quilómetro quadrado por freguesia.

Figura 5. Emissões por freguesia para o concelho do Porto em 2003 para o poluente NO_x por sector de actividade (kg,km^{-2}): A) Indústria e produção de energia; B) Transportes rodoviários; C) Comércio, instituições e zonas residenciais; D) Agricultura, floresta e pescas

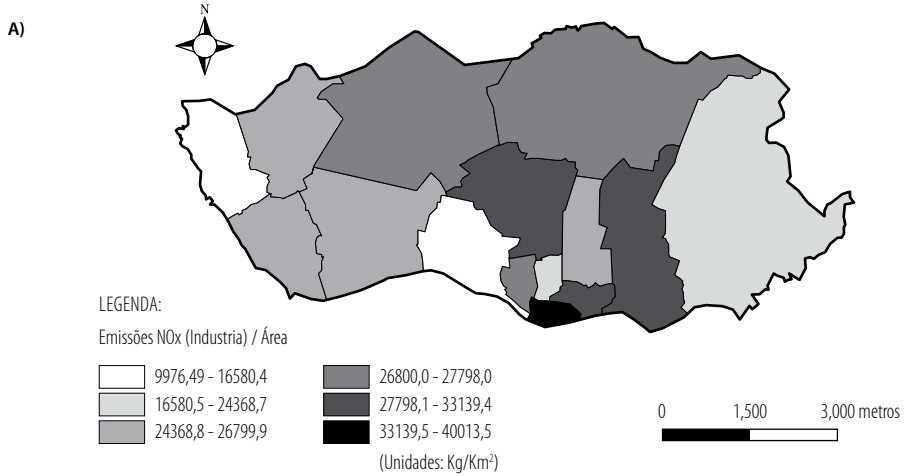
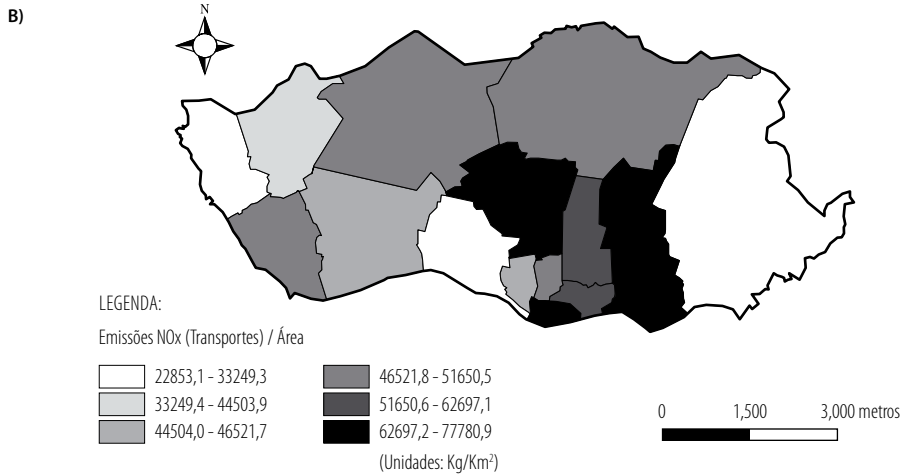


Figura 6. Emissões totais de NO_x por freguesia para o concelho do Porto em 2003 (kg,km^{-2})

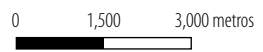
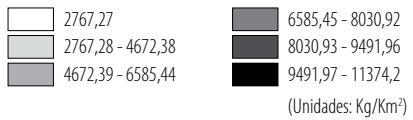


C)

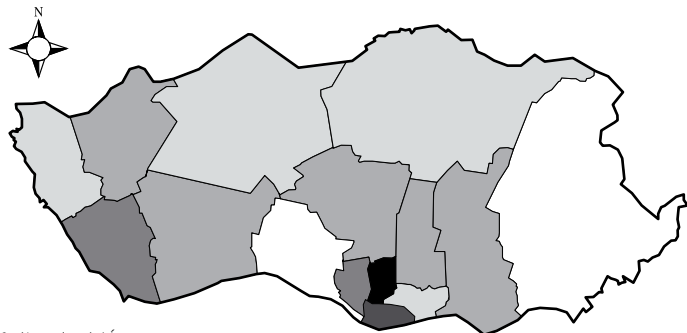


LEGENDA:

Emissões NOx (Comércio) / Área

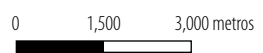


D)



LEGENDA:

Emissões NOx (Agricultura) / Área



Por comparação das emissões resultantes dos quatro sectores de actividade analisados destaca-se o facto do sector da agricultura, floresta e pescas ser o que menos contribui para as emissões totais em área, ao contrário do sector da indústria e energia e do sector dos transportes rodoviários que são os que mais peso têm nas emissões totais.

4.2. EMISSÕES DE FONTES EM LINHA

A análise da distribuição percentual das diferentes classes de veículos mostra que, em média, na VCI, durante o período de amostragem, circularam cerca de 119 mil veículos por dia em ambos os sentidos, constituídos essencialmente por ligeiros de passageiros (82,6%) e ligeiros de mercadorias (10,8%). Verifica-se uma diferença significativa no padrão de distribuição de fim-de-semana quando comparado com o verificado ao longo da semana de trabalho, em particular relativamente aos veículos ligeiros de passageiros e pesados de mercadorias, atingindo os primeiros quotas 10 a 20% mais elevadas ao fim-de-semana e os segundos apenas valores residuais, em particular, ao domingo, como seria de esperar, dada a legislação em vigor limitativa da circulação deste tipo de veículo.

Em termos de distribuição percentual das diferentes classes de veículos nos diferentes sub-domínios da VCI durante a semana de trabalho, verifica-se que os sub-domínios da Prelada e do Amial apresentam um perfil de tráfego essencialmente associado aos ligeiros de passageiros ao contrário dos sub-domínios da Boavista e das Antas, onde o tráfego pesado de mercadorias tem um volume significativo. Este padrão de distribuição indicia a presença de tráfego pesado de longo curso nos sub-domínios das Antas e da Boavista, justificado pela presença dos nós de Francos e das Antas, ambos distribuidores de tráfego para Norte.

Em termos de pesados de passageiros, a sua presença é baixa face às restantes classes e praticamente constante, quer em termos temporais, quer em termos espaciais. Os motociclos apresentam um peso relativamente baixo, sendo apenas de destacar a sua maior expressão,

face aos restantes sub-domínios, no sub-domínio da Boavista (Barros *et al.*, 2005).

No que respeita à análise do FEP verifica-se que para as características dos veículos em circulação na VCI os motociclos são os que apresentam um FEP mais elevado para o CO e para os COV's, enquanto que os veículos pesados são os que apresentam um FEP mais elevado para o NO_x e para as PM.

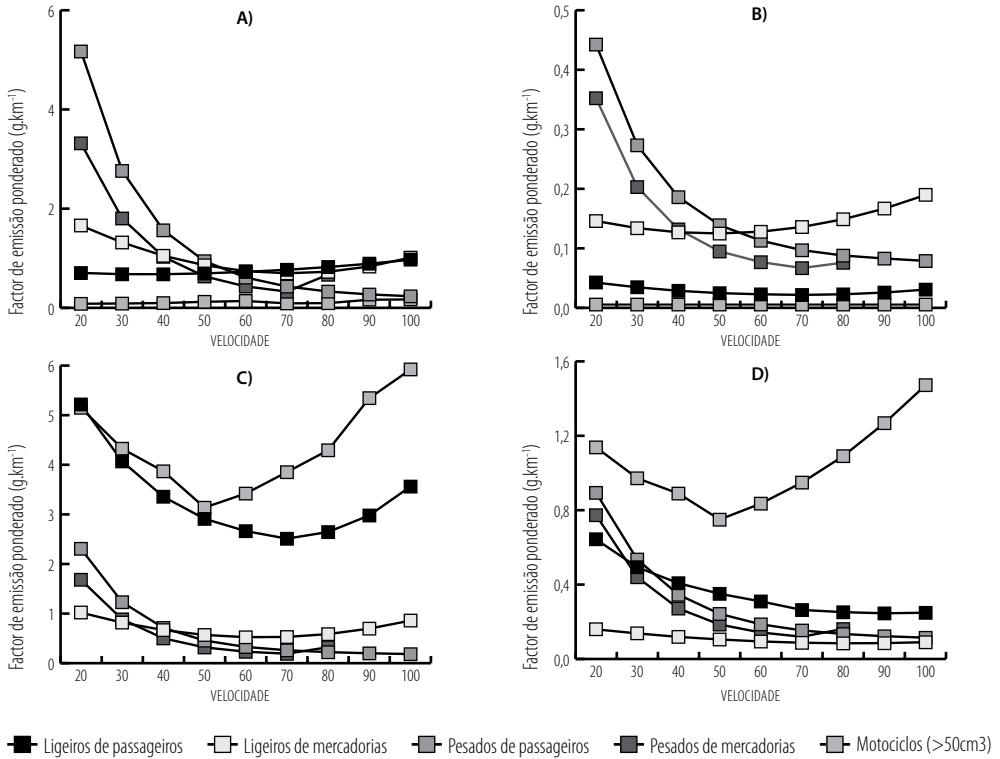
Relativamente aos FEP do NO_x (Figura 7A) constata-se que os veículos pesados emitem quantidades muito superiores aos das restantes categorias, entre 0,2 e 5,2 g.km⁻¹, sendo os motociclos os que apresentam valores mais reduzidos, entre 0,09 e 0,18 g.km⁻¹. Verifica-se uma tendência decrescente das emissões com a velocidade.

A análise do FEP para o CO (Figura 7B) mostra que os motociclos emitem entre 3 a 6 g.km⁻¹. Verifica-se ainda que os veículos ligeiros de passageiros emitem entre 4 a 5 vezes mais do que os veículos ligeiros de mercadorias. Quanto aos veículos pesados, os FEP calculados são muito semelhantes, em média 0,6 g.km⁻¹. A variação dos FEP com a velocidade mostra que todas as categorias emitem mais CO à velocidade de 20 km.h⁻¹, com exceção dos motociclos onde o FEP é também elevado à velocidade de 100 km.h⁻¹.

A análise do FEP dos COV's (Figura 7C), tal como referido previamente, mostra que os motociclos são a classe de veículos que mais emitem, entre 0,7 e 1,5 g.km⁻¹. Os veículos pesados assim como os veículos ligeiros de passageiros emitem em média 0,3 g.km⁻¹, enquanto que os ligeiros de mercadorias emitem um pouco menos, em média 0,1 g.km⁻¹. Com exceção dos motociclos, a análise em função da velocidade mostra que a emissão diminui com o aumento da velocidade.

Em relação às PM (Figura 7D), os veículos pesados, nomeadamente os de mercadorias, são os principais responsáveis pela emissão deste poluente. Enquanto que nos veículos pesados a emissão tende a diminuir com a velocidade, nos veículos ligeiros verifica-se que a emissão mínima é atingida à velocidade intermédia (ente os 50 e os 70 km.h⁻¹).

Figura 7. Resultados do FEP em função da velocidade para os poluentes: A) NO_x ; B) CO; C) COV; e D) PM



À semelhança da variação diária do tráfego, a análise das emissões permitiu constatar que os valores mínimos são registados durante a noite entre as 04h00 e as 06h00 enquanto que os máximos se registam entre as 09h00 e as 21h00, sendo esta tendência essencialmente marcada pela circulação de veículos ligeiros de passageiros. Durante o período diurno a variação não é muito significativa.

No que respeita ao NO_x , a influência dos veículos ligeiros de passageiros é maioritária (84%) sendo também importante a contribuição dos veículos ligeiros e pesados de mercadorias cuja contribuição ronda os 10% e os 5% respectivamente. Relativamente às emissões de CO e COV, estas são essencialmente provenientes da circulação de veículos ligeiros de passageiros (95%). Em relação às PM, os veículos ligeiros de passageiros

são também a categoria com maior peso (48%) sendo o restante essencialmente emitido pelos veículos ligeiros e pesados de mercadorias cuja contribuição ronda respectivamente os 41% e os 11%. Durante o período analisado, os maiores valores registam-se no sub-domínio da Prelada que corresponde também a um volume de tráfego total maior.

No que respeita às quantidades emitidas verifica-se que globalmente a VCI emite diariamente, em média, 344 mil kg de NO_x , 963 mil kg de CO, 102 mil kg de COV, 17 mil kg de PM.

A Figura 8 apresenta a distribuição média horária das emissões para os diversos poluentes em análise e a Tabela 4 mostra a emissão total anual por poluente.

Figura 8. Emissão na VCI por categoria de veículo ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) para os poluentes: A) NO_x ; B) CO; C) COV; e D) PM

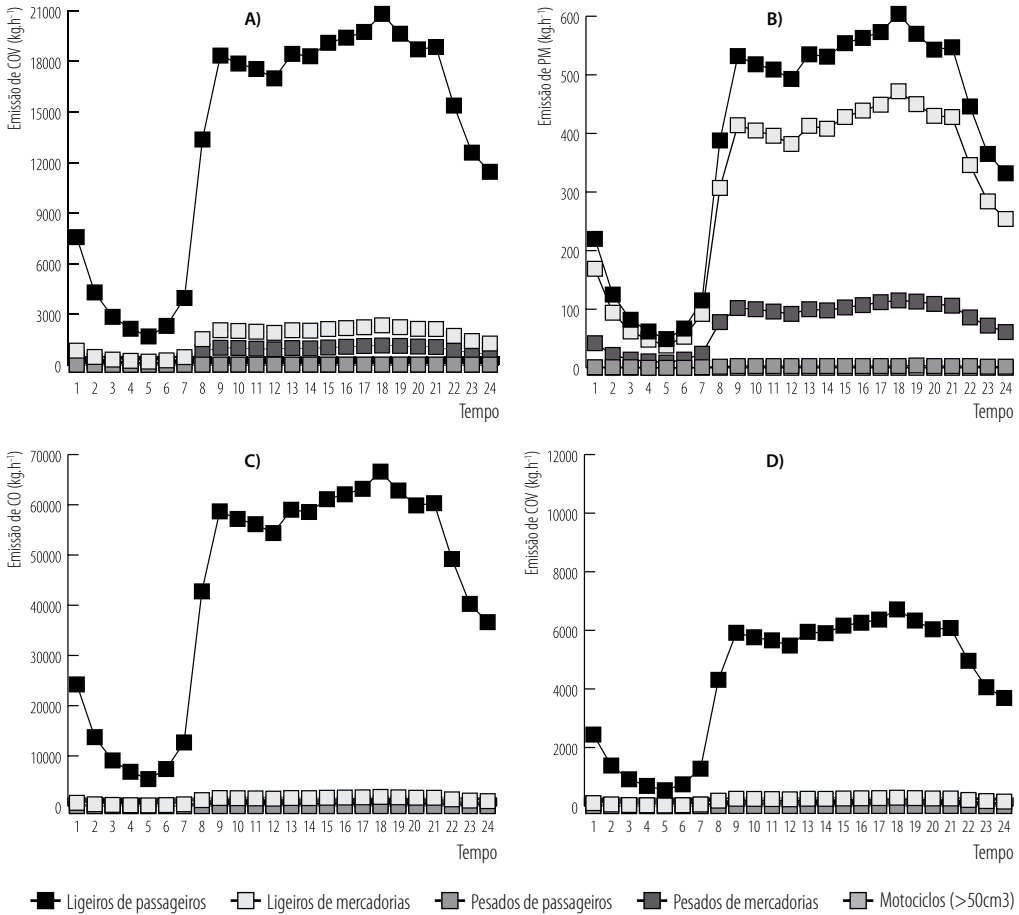


Tabela 4. Resultados das emissões de NO_x , CO, COV e PM (kg) por categoria de veículo para a VCI em 2004

Poluente	Total	Ligeiros de passageiros	Ligeiros de mercadorias	Pesados de passageiros	Pesados de mercadorias	Motociclos (>50 cm ³)
NO_x (kg)	343 637	289 609	34 957	194	18 874	4
CO (kg)	963 178	926 665	27 467	119	8 758	131
COV (kg)	101 834	93 413	4 296	68	4 017	31
PM (kg)	17 380	8 399	7 042	42	1 896	0

5. CONCLUSÃO

A presença de poluentes na atmosfera tem efeitos na qualidade de vida e saúde humana, impacte na fauna e flora, bem como nos materiais, no clima e nas características da atmosfera. Apesar de vastíssimo conjunto de compostos que actualmente são considerados poluentes atmosféricos, pode-se encontrar um grupo mais restrito, sobre o qual recai hoje em dia o maior número de estudos e políticas de controlo como sejam, as PM, o SO₂, os NO_x, e CO e um conjunto de COV's. Em termos de GEE's e à luz do protocolo de Quioto, são relevantes o CO₂, N₂O e o CH₄.

Com este trabalho pretendeu-se efectuar uma avaliação da situação das emissões provenientes de vários tipos de fontes localizadas na cidade do Porto tendo sido para isso usada informação o mais actualizada possível. Aliás, esta constitui uma das maiores dificuldades do trabalho, uma vez que os dados disponíveis não se encontram actualizados e não são coincidentes (variam entre 2001 e 2004), pelo que as conclusões alcançadas terão sempre que ser vistas à luz desta limitação.

A análise das emissões das fontes em área, por freguesia, segundo a sua origem, mostrou que a maioria das emissões de CO₂, N₂O, NO_x, CO e COVNM, são provenientes do sector dos transportes rodoviários, enquanto que as emissões de CH₄ são essencialmente provenientes do sector do comércio, instituições e zonas residenciais. As emissões de SO₂, por seu lado, são provenientes maioritariamente do sector industrial e de produção de energia. A análise espacial por freguesia, fonte e poluente mostra que em termos de emissões totais em área as maiores emissões se registam na freguesia de São Nicolau, enquanto que as menores emissões se registam nas freguesias de Nevogilde, Massarelos e Campanhã. Dos sectores de actividade analisados destaca-se, como seria de esperar, o facto do sector da agricultura, flores-tas e pescas ser o que menos contribui para as emissões totais ao contrário do sector dos transportes rodoviários que corresponde ao de maior peso.

A metodologia utilizada no cálculo das fontes em linha, permite verificar que os motociclos são a categoria de veículos que apresenta um FEP mais elevado para o CO e para os COV's enquanto que os veículos pesados são a categoria que apresentam um FEP mais elevado para o NO_x e para as PM. Os resultados das emissões

em linha para a VCI indicam que os veículos ligeiros de passageiros são os que mais emitem, entre 48 e 95% de acordo com o poluente, nomeadamente na zona da Prelada onde o volume de tráfego é máximo. Os picos de emissão ocorrem durante o período diurno entre as 10h00-21h00, mantendo-se mais ao menos constante durante todo dia, enquanto que os mínimos registam-se por volta das 05h00. Em média em 2003 na VCI foram emitidas diariamente 344 mil kg de NO_x, 963 mil kg de CO, 102 mil kg de COV e 17 mil kg de PM. Apesar do ano de referência dos dados de emissão em área não coincidirem com os dos dados de emissões em linha foi efectuada uma comparação destas emissões de modo a estimar o peso da VCI no total das emissões rodoviárias da cidade. Assim, verifica-se que o peso que esta grande via de tráfego tem na cidade rondará os 16% do total das emissões rodoviárias do concelho.

AGRADECIMENTOS

À FCT, do Ministério da Ciência e Ensino Superior, e ao Fundo Social Europeu, no âmbito do III Quadro Comunitário de Apoio o financiamento do projecto ImpactAir (Refª. POCTI/ESP/47806/2002), no qual se integra o trabalho apresentado, bem como a bolsa de doutoramento de Tânia Fontes (Refª. SFRH/BD/19027/2004). Especial agradecimento à Câmara Municipal do Porto, em particular ao Gabinete de Ambiente.

REFERÊNCIAS

- ACAP, (2001). *Valores da Idade do Parque Automóvel Português*. ACAP.
- BALDASANO, J. M., Power, H. (1998). *Air Pollution Emissions Inventory*. WIT Press.
- BARROS, N., Fontes, T., Brás, C. (2004). Comparação das Emissões do Tráfego Rodoviário por Análise dos Factores de Emissão. In: *Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia da UFP*, Nº. 1, pp. 29.
- BARROS, N., Fontes, T., Brás, C., Cunha, L.M., (2005). Emissões nas Grandes Linhas de Tráfego Urbanas: O Caso da VCI na Cidade do Porto, Lisboa, 8ª. CNA.
- CENSOS 2001. [Em linha]. Disponível em <http://www.ine.pt> [Consultado em 08/03/2007].
- EMEP/CORINAIR (2006). *Emission Inventory Guidebook* - Technical Report Nº. 30, 3ª. ed., Copenhaga, EEA.

FONTES, T, Barros, N., Gouveia, A., Marques, R., Borrego, C. (2007). Modelo de Cálculo de Emissões de Poluentes Atmosféricos: ARLIPE. Aveiro, 9ª. CNA, pp. 793-801.

Homepage da Autoinforma. [Em linha]. Disponível em <http://www.autoinforma.pt>, [Consultado em 11/02/2005].

Homepage da UNFCCC. [Em linha]. Disponível em <http://unfccc.int/> [Consultado em 08/03/2007].

IA (2002). *Relatório do Estado do Ambiente 2001*. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

TORRES, S., Pereira, A. (1999). *Padrões Habitacionais na Área Metropolitana do Porto*, INE, Estatísticas & Estudos Regionais - Região Norte, Jan-Abr, Nº.19.