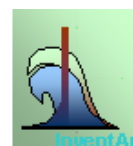
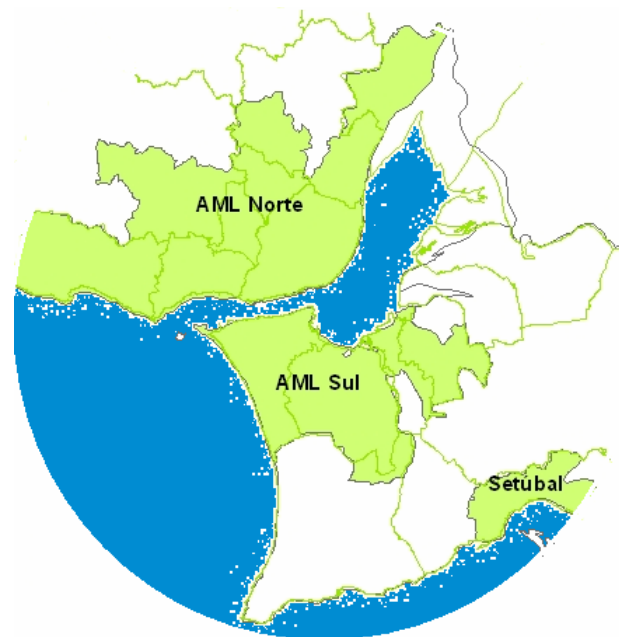


***Planos e Programas
para a melhoria da qualidade do ar na
Região de Lisboa e Vale do Tejo***

EDIÇÃO REVISTA | DEZ 06





Planos e Programas para a melhoria da qualidade do ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo

EDIÇÃO REVISTA

Coordenação geral

Prof. Doutor Francisco Ferreira (DCEA – FCT/UNL)

Acompanhamento CCDR-LVT

Eng.^a Luísa Nogueira (coordenação)

Eng.^a Cristina Almeida

Equipa DCEA – FCT/UNL

Eng.^o Hugo Tente (coordenação)

Eng.^o Abel Martins

Eng.^a Joana Monjardino

Mestre Jorge Neto

Eng.^a Norma Franco

Paulo Pereira

Eng.^o Pedro Gomes

Eng.^a Sandra Mesquita

Equipa INVENTAR

Eng.^o Vítor Góis Ferreira (coordenação)

Eng.^o Hugo Maciel

Eng.^o Pedro Torres

DEZEMBRO 2006

Índice

ÍNDICE DE TABELAS	T-1
ÍNDICE DE FIGURAS	F-1
ÍNDICE DE ANEXOS	A-1
PREFÁCIO	13
RESUMO EXECUTIVO	14
1. ENQUADRAMENTO	15
1.1 OBJECTIVO	17
1.2 DEFINIÇÃO DO ÂMBITO DE APLICAÇÃO DE PLANOS E PROGRAMAS	17
1.3 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO	18
1.3.1 ENQUADRAMENTO DAS AGLOMERAÇÕES NA AML	18
1.3.2 CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÓMICA DA AML	20
1.3.3 ANÁLISE E EVOLUÇÃO DA DEMOGRAFIA NA AML	21
1.3.4 EDIFÍCIOS E ALOJAMENTOS NA AML	23
1.3.5 MOVIMENTOS PENDULARES NA AML	25
1.3.6 MODOS DE TRANSPORTE NA AML	27
2. METODOLOGIA GERAL	29
3. INVENTÁRIO DE EMISSÕES NA REGIÃO DE LISBOA E VALE DO TEJO	34
3.1 ANTECEDENTES	34
3.2 METODOLOGIA	34
3.2.1 DEFINIÇÃO DO ÂMBITO	34
3.2.2 METODOLOGIA GERAL DO INVENTÁRIO	35
3.2.3 METODOLOGIAS ESPECÍFICAS SECTORIAIS	36
3.2.3.1 Inventário de Fontes Fixas	36
3.2.3.2 Inventário de Fontes Móveis Rodoviárias	46
3.2.3.3 Inventário de Emissões Biogénicas (Vegetação)	55
3.2.4 DESAGREGAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL	56
3.3 RESULTADOS	57
3.3.1 RESULTADOS TOTAIS	57
3.3.2 QUALIDADE DAS ESTIMATIVAS E REPRESENTATIVIDADE DOS RESULTADOS ...	58
3.3.2.1 Inventário de Fontes Fixas	58
3.3.2.2 Fontes Móveis	59
3.3.2.3 Limitações do Inventário e Desenvolvimentos Futuros	59
3.3.3 EMISSÕES POR SECTOR E ESPACIALIZAÇÃO DAS EMISSÕES	60
3.3.3.1 Importância Sectorial das Emissões	60
3.3.3.2 Espacialização das Emissões	65

4.	<u>DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO AR</u>	68
4.1	AVALIAÇÃO DOS DADOS DA REDE DE MONITORIZAÇÃO (2001-2004)	68
4.1.1	POLUENTES ATMOSFÉRICOS ABRANGIDOS PELO DECRETO-LEI N.º 111/2002: FONTES EMISSORAS E EFEITOS NA SAÚDE HUMANA.....	68
4.1.2	POLUENTES MEDIDOS E VALORES LEGISLADOS.....	69
4.1.3	REDE DE MONITORIZAÇÃO E TIPOLOGIA DE ESTAÇÕES.....	76
4.1.4	RESULTADOS DAS ESTAÇÕES DA REDE DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DE LVT.....	82
4.1.4.1	Aglomeraco da AML Norte.....	83
4.1.4.2	Aglomeraco da AML Sul.....	92
4.1.4.3	Aglomeraco de Setbal.....	99
4.1.4.4	Zona de Vale do Tejo e Oeste.....	103
4.1.4.5	Avaliaco global.....	105
4.2	IDENTIFICAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DETALHADA DE EPISÓDIOS	108
4.2.1	TIPO DE EPISÓDIOS.....	108
4.2.1.1	Eventos Naturais.....	108
4.2.1.2	Situaes Sinpticas.....	112
4.2.2	ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE EVENTOS NATURAIS.....	113
4.2.2.1	Análise da contribuio dos eventos naturais na estao dos Olivais e da Chamusca.....	113
4.2.2.2	Análise da contribuio dos eventos naturais nas restantes estaes da RLVT.....	121
4.2.3	EPISÓDIOS FUNÇÃO DE CONDIÇÕES SINÓPTICAS.....	125
4.3	CARACTERIZAÇÃO DE SITUAÇÕES CRÍTICAS DE TRÁFEGO	131
4.3.1	CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO EM LISBOA EM LOCAIS DE TRÁFEGO.....	132
4.3.2	CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE CO, NO, NO ₂ E PM ₁₀ NA AVENIDA DA LIBERDADE.....	134
4.3.3	CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE CO, NO, NO ₂ E PM ₁₀ EM ENTRECAMPOS.....	136
4.3.4	AVALIAÇÃO GLOBAL.....	138
4.4	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CONCENTRAÇÕES DE POLUENTES	140
4.4.1	DIÓXIDO DE AZOTO (NO ₂).....	144
4.4.2	DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂).....	147
4.4.3	PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS EM SUSPENSÃO (PM ₁₀).....	150
4.4.4	BENZENO (C ₆ H ₆).....	152
4.5	AVALIAÇÃO PONTUAL DE ÁREAS NÃO COBERTAS PELA REDE DE MONITORIZAÇÃO	154
4.5.1	METODOLOGIA.....	154
4.5.2	RESULTADOS.....	158
4.5.2.1	PM ₁₀	158
4.5.2.2	NO ₂	159
4.6	IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE FONTES DE AEROSSÓIS	160
4.6.1	CONJUNTO DE AMOSTRAS ANALISADO.....	161
4.6.1.1	Método de amostragem e medio de PM ₁₀	161
4.6.1.2	Análises Químicas.....	163
4.6.2	METODOLOGIA PARA IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE FONTES DE AEROSSOL.....	165
4.6.2.1	Identificao de Fontes de PM ₁₀	165
4.6.2.2	Quantificao de Fontes de PM ₁₀	167

4.6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	168
4.6.3.1	Composição química do aerossol em Alfragide	168
4.6.3.2	Identificação de Fontes de PM ₁₀ em Alfragide	169
4.6.3.3	Quantificação de Fontes de PM ₁₀ em Alfragide.....	171

5. POLÍTICAS E MEDIDAS (P&M) PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO AR 173

5.1	INVENTARIAÇÃO DE P&M	174
5.1.1	P&M EM CURSO.....	174
5.1.1.1	Em implementação	176
5.1.1.2	Previstas	180
5.1.2	P&M PROPOSTAS NO ÂMBITO DOS PPAR.....	184
5.1.2.1	P&M a implementar numa base permanente.....	185
5.1.2.2	P&M a aplicar em circunstâncias determinadas	195
5.2	CARACTERIZAÇÃO DETALHADA DE P&M.....	196
5.2.1	P&M EM CURSO.....	204
5.2.1.1	Em implementação	205
5.2.1.2	Previstas	206
5.2.2	P&M PROPOSTAS NO ÂMBITO DOS PPAR	206
5.2.2.1	P&M a implementar numa base permanente.....	206
5.2.2.2	P&M a aplicar em circunstâncias determinadas	211
5.3	HIERARQUIZAÇÃO DE P&M A ADOPTAR.....	212
5.3.1.1	Sinergias entre P&M.....	214

6. ACOMPANHAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DOS PPAR..... 216

6.1	INDICADORES DE MONITORIZAÇÃO DA APLICAÇÃO DE P&M	216
6.2	PRAZOS PARA A AVALIAÇÃO DE PROGRESSOS E REAVALIAÇÃO.....	219
6.3	OUTROS ASPECTOS A TER EM CONTA NUMA AVALIAÇÃO FUTURA DA QUALIDADE DO AR NA AML.....	219

7. CONCLUSÕES 221

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 224

9. LISTAGEM DE ABREVIATURAS 231

Índice de Tabelas

Tabela 1: Zonas e aglomerações definidas na região de LVT	18
Tabela 2: Enquadramento das Aglomerações relativamente à Área Metropolitana de Lisboa.....	19
Tabela 3: População residente e economicamente activa e empregada, ramo de actividade e taxas de actividade em 2001	20
Tabela 4: População residente em 1981, 1991 e 2001 (INE, 1981; INE, 1991; INE, 2001)	21
Tabela 5: Movimentos pendulares na AML da população empregada e estudante .	26
Tabela 6: Participação das Autarquias no preenchimento do inquérito enviado	32
Tabela 7: Síntese das principais medidas apresentadas pelas Autarquias.....	32
Tabela 8: Calendário das reuniões efectuadas.....	32
Tabela 9: Elementos requeridos no inquérito elaborado.....	37
Tabela 10: Consumo de Gás Natural <i>per capita</i> nos principais distritos da RLVT em 2003	42
Tabela 11: Consumo total de combustíveis em fontes fixas estacionárias, excluindo as Fontes Pontuais Individualizadas (2000, 2001)	43
Tabela 12: Factores de Emissão para Fontes em Área.....	44
Tabela 13: Uso <i>per capita</i> no sector não industrial de produtos responsáveis pela libertação de COVNM	44
Tabela 14: Factores de Emissão por aeronave (kg/LTO)	46
Tabela 15: Níveis de Tráfego e Percentagem de Veículos Pesados em Circulação nas Fontes Lineares Individualizadas.....	50
Tabela 16: Factores de Emissão para Fontes Lineares Individualizadas.....	52
Tabela 17: Consumo de Combustível nas fontes rodoviárias na RLVT em 2000 e 2001	54
Tabela 18: Factores de Emissão para Fontes Rodoviárias em área, para as condições de circulação urbanas (g/ton)	55
Tabela 19: Factores de Emissão para Fontes Rodoviárias em área, para as condições de circulação rurais (g/ton)	55
Tabela 20: Emissões Atmosféricas estimadas na região de Lisboa e Vale do Tejo (valor médio em 2000 e 2001).....	57
Tabela 21: Emissões Atmosféricas de Metais Pesados estimadas na região de Lisboa e Vale do Tejo.....	58
Tabela 22: Principais fontes e efeitos na saúde humana dos poluentes atmosféricos abrangidos pelas duas primeiras directivas-filhas	68
Tabela 23. Resumo dos tipos de valores estipulados para cada poluente pelo Decreto-Lei n.º 111/2002.....	70
Tabela 24: Valores legislados para as PM10, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002	72
Tabela 25: Valores legislados para o NO ₂ , para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002	73
Tabela 26: Valores legislados para o SO ₂ , para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002	73
Tabela 27: Valores legislados para o Pb, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002	74
Tabela 28: Valores legislados para o CO, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002	74
Tabela 29: Valores legislados para o C ₆ H ₆ , para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002	74
Tabela 30. Estações da rede de qualidade do ar de LVT em funcionamento entre 2001 e 2004.....	81
Tabela 31. Estações da rede de qualidade do ar de LVT e respectivos poluentes analisados.....	82

Tabela 32: Resultados de PM ₁₀ obtidos para a aglomeração da AML Norte.....	85
Tabela 33: Resultados de NO ₂ obtidos para a aglomeração da AML Norte	86
Tabela 34: Resultados de SO ₂ obtidos para a aglomeração da AML Norte.....	87
Tabela 35: Resumo das situações de excedências ocorridas na aglomeração da AML Norte.....	91
Tabela 36: Resultados de PM ₁₀ obtidos para a aglomeração da AML Sul.....	93
Tabela 37: Resultados de NO ₂ obtidos para a aglomeração da AML Sul.....	93
Tabela 38: Resultados de SO ₂ obtidos para a aglomeração da AML Sul.....	94
Tabela 39: Resumo das situações de excedências ocorridas na aglomeração da AML Sul	98
Tabela 40: Resultados de PM ₁₀ obtidos para a aglomeração de Setúbal	99
Tabela 41: Resultados de NO ₂ obtidos para a aglomeração de Setúbal	100
Tabela 42: Resultados de SO ₂ obtidos para a aglomeração de Setúbal	100
Tabela 43: Resumo das situações de excedências ocorridas na aglomeração de Setúbal.....	103
Tabela 44: Resultados de PM ₁₀ obtidos para a zona de Vale do Tejo e Oeste	103
Tabela 45: Resultados de NO ₂ obtidos para a zona de Vale do Tejo e Oeste	103
Tabela 46: Resumo das situações de excedências ocorridas na região da LVT (eficiência superior a 85%)	106
Tabela 47: Caracterização de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas)	111
Tabela 48: Valor limite estipulado para as partículas em suspensão (PM ₁₀) no ar ambiente, no Decreto-Lei n.º 111/2002.....	112
Tabela 49: Resumo dos dias do ano de 2001, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais.....	117
Tabela 50: Resumo dos dias do ano de 2002, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais.....	118
Tabela 51: Resumo dos dias do ano de 2003, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais.....	118
Tabela 52: Resumo dos dias do ano de 2004, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais.....	120
Tabela 53: Classificação das situações sinópticas à superfície	126
Tabela 54: Aspectos metodológicos da campanha de medição de partículas em Lisboa.....	132
Tabela 55: Aspectos metodológicos da campanha de medição de poluentes na Avenida da Liberdade.....	134
Tabela 56: Aspectos metodológicos da campanha de medição de poluentes em Entrecampos	137
Tabela 57: Descrição sucinta das campanhas de medição.....	142
Tabela 58: Concentrações obtidas na campanha de distribuição de concentrações de fundo	150
Tabela 59: Calendarização das campanhas de monitorização	157
Tabela 60: Comparação entre os locais de campanha e as estações de referência, para os valores de PM ₁₀	159
Tabela 61: Comparação entre os locais de campanha e as estações de referência, para os valores de NO ₂	160
Tabela 62: Alguns aspectos da campanha de caracterização química de PM ₁₀	162
Tabela 63: Algumas estatísticas descritivas da composição química do aerossol colhido em Alfragide em 2003	168
Tabela 64: Concentrações médias de alguns constituintes do aerossol recolhidos em diferentes locais	169
Tabela 65: Matriz de componentes da ACP com rotação Varimax normalizada com a designação dos componentes principais	170
Tabela 66: Resultados da Análise de Regressão Linear Múltipla aplicada às coordenadas modificadas determinadas pela ACP para o aerossol em estudo	171
Tabela 67: Análise de Regressão Linear Múltipla aplicada às coordenadas modificadas determinadas pela ACP efectuada para PM ₁₀ ao aerossol em estudo.....	171

Tabela 68: Parâmetros de caracterização do aumento da mobilidade em TI	174
Tabela 69: Alguns instrumentos de política nacional e comunitária em vigor na área da gestão do recurso ar.....	175
Tabela 70: Síntese das medidas em implementação	177
Tabela 71: Síntese das medidas previstas	181
Tabela 72: Síntese das medidas propostas (aplicação permanente)	186
Tabela 73: Síntese das medidas propostas para aplicação apenas em circunstâncias previamente determinadas	195
Tabela 74: Classificação utilizada na avaliação de P&M relativa ao grau de viabilidade de cada uma das P&M propostas	196
Tabela 75: Classificação utilizada na avaliação de P&M relativa ao nível de detalhe da análise efectuada	199
Tabela 76: Efeitos incluídos na quantificação de externalidades (adaptado de BeTa, 2002)	203
Tabela 77: Estimativas dos custos externos por tonelada de poluente atmosférico utilizadas	204
Tabela 78: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M em implementação	205
Tabela 79: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração AML Norte (implementação numa base permanente)	207
Tabela 80: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração AML Norte (implementação numa base permanente) - continuação.....	208
Tabela 81: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração AML Sul (implementação numa base permanente)	209
Tabela 82: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração Setúbal (implementação numa base permanente)	210
Tabela 83: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta (implementação em circunstâncias determinadas).....	211
Tabela 84: Hierarquização de P&M propostas para a aglomeração AML Norte	213
Tabela 85: Hierarquização de P&M propostas para a aglomeração AML Sul	214
Tabela 86: Hierarquização de P&M propostas para a aglomeração Setúbal	214

Índice de Figuras

Figura 1: Representação esquemática do enquadramento legislativo da avaliação e gestão qualidade do ar ambiente na UE e em Portugal.....	16
Figura 2: Enquadramento das Aglomerações relativamente à Área Metropolitana de Lisboa e Portugal Continental.....	19
Figura 3: Densidade populacional por concelho em 2001 e variação da população entre 1991 e 2001.....	22
Figura 4: Principais estruturas de transportes e densidade populacional por freguesia.....	23
Figura 5: Densidade dos Alojamentos em 2001 e variação entre 1991 e 2001.....	24
Figura 6: Densidade dos edifícios em 2001 e variação entre 1991 e 2001.....	25
Figura 7: Número médio de alojamentos por edifício.....	25
Figura 8: Variação da população presente durante o dia e a população residente em 2001 e 1991.....	27
Figura 9: Modos de transporte na AML em 1991 e 2001.....	27
Figura 10: Modos de transporte por concelho da AML em 1991 e 2001 (Fonte: INE, 1991; INE, 2001).....	28
Figura 11: Âmbito das medidas identificadas pelos participantes.....	31
Figura 12: Sectores abrangidos pelas medidas identificadas pelos participantes...	31
Figura 13: Movimentos aéreos no aeroporto de Lisboa por tipo de aeronave (média 2000 - 2001).....	45
Figura 14: Contagem de veículos na cidade de Lisboa no ano 2000, a partir de fotografia aérea do Serviço de Protecção Civil da CML (Gois <i>et al.</i> , 2005; base: CML).....	47
Figura 15: Estimativa do valor médio diário anual do volume de tráfego que cruzou diariamente a fronteira da cidade de Lisboa no ano 2000 (Gois <i>et al.</i> , 2005).....	48
Figura 16: Composição do Parque Automóvel na cidade de Lisboa.....	49
Figura 17: Área florestal por espécie e área agrícola, por NUT III (1995-1998)....	56
Figura 18: Distribuição do consumo de combustível na circulação rodoviária, por tipo de fonte, de acordo com a metodologia de quantificação e espacialização das emissões.....	59
Figura 19: Origem percentual das emissões atmosféricas de SO _x na região de Lisboa e Vale do Tejo.....	60
Figura 20: Emissões atmosféricas de SO _x derivadas de fontes industriais na região de Lisboa e Vale do Tejo por sector industrial.....	61
Figura 21: Origem percentual das emissões atmosféricas de NO _x na região de Lisboa e Vale do Tejo.....	61
Figura 22: Emissões atmosféricas de NO _x derivadas de fontes industriais na região de Lisboa e Vale do Tejo por sector industrial.....	62
Figura 23: Origem percentual das emissões atmosféricas de compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM) na região de Lisboa e Vale do Tejo.....	62
Figura 24: Emissões de compostos orgânicos voláteis provenientes da vegetação por uso do solo e espécie florestal.....	63
Figura 25: Origem percentual das emissões atmosféricas de Monóxido de Carbono (CO) na região de Lisboa e Vale do Tejo.....	63
Figura 26: Origem percentual das emissões atmosféricas de Partículas em Suspensão (PM ₁₀) na região de Lisboa e Vale do Tejo.....	64
Figura 27: Emissões atmosféricas de PM ₁₀ derivadas de fontes industriais na região de Lisboa e Vale do Tejo por sector industrial.....	64
Figura 28: Origem percentual das emissões atmosféricas de vários metais pesados na região de Lisboa e Vale do Tejo.....	65
Figura 29: Distribuição espacial das emissões de SO _x (ton/km ² /ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001).....	65

Figura 30: Distribuição espacial das emissões de NO _x (ton/km ² /ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001)	66
Figura 31: Distribuição espacial das emissões de COVNM (ton/km ² /ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001)	66
Figura 32: Distribuição espacial das emissões de PM ₁₀ (ton/km ² /ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001)	67
Figura 33. Esquema ilustrativo dos valores normativos e instrumentos implementados de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/99.....	71
Figura 34: Estações consideradas para efeitos de verificação de conformidade legal no âmbito dos Planos e Programas.....	75
Figura 35: Tipologias das estações da rede de monitorização de qualidade do ar de LVT	77
Figura 36: Estações de monitorização da qualidade do ar na área da CCDR-LVT ..	78
Figura 37: Identificação das estações de monitorização da qualidade do ar nas aglomerações da área da CCDR-LVT.....	78
Figura 38: Exemplos de estações da rede de qualidade do ar da RLVT: Avenida da Liberdade (Lisboa) , Entrecampos (Lisboa), Cascais, Laranjeiro (Almada) e Camarinha (Setúbal) (de cima para baixo e da esquerda para a direita)	79
Figura 39: Médias anuais de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Norte.....	88
Figura 40: Número de excedências ao VL(diário) de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Norte	88
Figura 41: Médias anuais de NO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Norte.....	89
Figura 42: Número de excedências ao VL(horário) de NO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Norte	89
Figura 43: Número de excedências ao VL(horário) de SO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Norte	90
Figura 44: Perfil horário das concentrações de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Norte e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003.....	90
Figura 45: Perfil horário das concentrações de NO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Norte e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003.....	91
Figura 46: Médias anuais de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Sul.....	95
Figura 47: Número de excedências ao VL(diário) de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Sul	95
Figura 48: Médias anuais de NO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul.....	96
Figura 49: Número de excedências ao VL(horário) de NO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul	96
Figura 50: Número de excedências ao VL(horário) de SO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul	97
Figura 51: Perfil horário das concentrações de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Sul e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003	97
Figura 52: Perfil horário das concentrações de NO ₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003	98
Figura 53: Médias anuais de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração de Setúbal	100
Figura 54: Número de excedências ao VL(diário) de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração de Setúbal	101
Figura 55: Médias anuais de NO ₂ obtidas para a aglomeração de Setúbal	101
Figura 56: Perfil horário das concentrações de PM ₁₀ obtidas para a aglomeração de Setúbal e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003	102
Figura 57: Perfil horário das concentrações de NO ₂ obtidas para a aglomeração de Setúbal e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003	102
Figura 58: Médias anuais de PM ₁₀ obtidas para a zona de Vale do Tejo e Oeste ..	104
Figura 59: Número de excedências ao VL(diário) de PM ₁₀ obtidas para a zona de Vale do Tejo e Oeste.....	104
Figura 60: Médias anuais de NO ₂ obtidas para a zona de Vale do Tejo e Oeste ...	105
Figura 61: Evolução dos resultados de PM ₁₀ entre 2001 e 2004 (eficiência superior a 85%).....	107

Figura 62: Evolução dos resultados de NO ₂ entre 2001 e 2004 (eficiência superior a 85%).....	107
Figura 63: Evolução dos resultados de SO ₂ entre 2001 e 2004 (eficiência superior a 85%).....	108
Figura 64: Metodologia adoptada para a detecção de eventos.....	110
Figura 65: Tipo de resultado obtido através do modelo DREAM/ICoD.....	114
Figura 66: Tipo de output obtido através do modelo Hysplit.....	115
Figura 67: Contribuição dos fenómenos de Intrusão e Ressuspensão nas excedências verificadas no ano de 2003.....	119
Figura 68: Percentagem de fenómenos que contribuíram para as excedências verificadas em 2003.....	120
Figura 69: Avaliação das médias anuais das estações da RLVT, no ano de 2003.....	123
Figura 70: Determinação do número de excedências no ano de 2003 para as estações da RLVT.....	123
Figura 71: Avaliação das médias anuais das estações da RLVT, no de 2004.....	124
Figura 72: Determinação do número de excedências no ano de 2004 para as estações da RLVT.....	125
Figura 73: Histograma da distribuição por dias dos episódios para todas as estações.....	126
Figura 74: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM ₁₀ por situação sinóptica subjectiva e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada situação sinóptica no período de 2001-2003.....	127
Figura 75: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM ₁₀ por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003.....	128
Figura 76: Histograma da distribuição por dias dos episódios para a estação da Avenida da Liberdade.....	128
Figura 77: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM ₁₀ por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003 para a estação da Avenida da Liberdade.....	129
Figura 78: Histograma da distribuição por dias dos episódios para a estação de Entrecampos.....	129
Figura 79: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM ₁₀ por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003 para a estação de Entrecampos.....	130
Figura 80: Histograma da distribuição por dias dos episódios para a estação dos Olivais.....	130
Figura 81: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM ₁₀ por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003 para a estação dos Olivais.....	131
Figura 82: Localização dos pontos de amostragem de PM ₁₀ em Lisboa.....	133
Figura 83: Concentrações médias diárias de PM ₁₀ registados.....	133
Figura 84: Pontos de amostragem da campanha de medição de poluentes na Avenida da Liberdade.....	135
Figura 85: Resultados obtidos para vários poluentes, nas duas campanhas de medição, na Avenida da Liberdade.....	136
Figura 86: Pontos de amostragem da campanha de poluentes em Entrecampos.....	137
Figura 87: Resultados obtidos para vários poluentes, nas duas campanhas de medição, em Entrecampos.....	138
Figura 88: Tubos de difusão da marca Radiello e esquema de funcionamento.....	140
Figura 89: Amostradores de PM ₁₀ de Baixo Volume (LVS) utilizados (Derenda, 2004).....	141

Figura 90: Pontos de amostragem seleccionados nas campanhas de tubos de difusão (benzeno apenas cidade de Lisboa)	143
Figura 91: Pontos de amostragem seleccionados para a campanha de medição de PM ₁₀	144
Figura 92: Concentrações médias semanais de dióxido de azoto obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Verão 2001)	145
Figura 93: Concentrações médias semanais de dióxido de azoto obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Inverno 2002).....	146
Figura 94: Concentrações médias semanais de dióxido de enxofre obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Verão 2001)	148
Figura 95: Concentrações médias semanais de dióxido de enxofre obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Inverno 2002).....	149
Figura 96: Distribuição espacial das concentrações médias diárias e concentração média de todo o período de amostragem de PM ₁₀ obtidas	152
Figura 97: Altimetrias e rodovias estruturantes da cidade de Lisboa.....	152
Figura 98: Distribuição espacial das concentrações médias semanais de benzeno obtidas nas campanhas de Inverno e Verão de 2002	154
Figura 99: Aspecto da estação móvel de qualidade do ar.....	154
Figura 100: Localização e classificação dos diversos locais de campanha	155
Figura 101: Amostrador de Alto Volume Andersen® com cabeça de amostragem PM ₁₀ utilizado na campanha	162
Figura 102: Localização geográfica da estação de monitorização de qualidade do ar de Alfragide.....	163
Figura 103: Esquema geral da metodologia adoptada para a estimação de emissões	200

Índice de Anexos

ANEXO I: Questionários Utilizados

ANEXO II: Diagnóstico da Qualidade do Ar

ANEXO III: Eventos Naturais

ANEXO IV: Caracterização de Situações Críticas de Tráfego

ANEXO V: Classificação dos Locais Onde Foram Realizadas Campanhas de Monitorização com a Duração de Uma Semana

ANEXO VI: Resultados das Campanhas de Monitorização com a Duração de Uma Semana

ANEXO VII: P&M para a Melhoria da Qualidade do Ar

ANEXO VIII: Análise da Composição Química do Material Particulado da RLVT



Prefácio

A versão original deste relatório técnico foi publicada em Junho de 2005. O documento viria a ser sujeito posteriormente a um período de discussão pública, tendo merecido um conjunto de comentários e sugestões de diferentes sectores e entidades. Neste contexto, a presente edição incorpora as correcções e sugestões de melhoria efectuadas, resultando num documento mais completo, mais abrangente e que melhor traduz o que a realidade da Região de Lisboa e Vale do Tejo (RLVT), em particular do ponto de vista ambiental.

Das alterações anteriormente citadas, a inclusão das políticas e medidas (P&M) inerentes ao Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) publicado em 2006, ocupa um lugar de particular importância, dada a reformulação que implicou num documento desta natureza. Como exemplo da necessidade de reavaliação da aplicação de algumas P&M do PNAC 2006, refira-se a introdução de 200 táxis com propulsão a Gás Natural Comprimido (GNC), medida esta que não existia em documentos anteriores.

Por outro lado, o contexto de implementação de algumas políticas e medidas sofreu modificações. Na versão original deste documento as medidas que implicavam alterações de combustível, em particular no seio de frotas cativas, incidiram sobre o GPL (Gás de Petróleo Liquefeito), em detrimento de outras alternativas como o GNC. Em 2005 existiam poucas condições para uma aposta efectiva neste último combustível na região de Lisboa inerente a dificuldades no abastecimento. Este problema foi parcialmente solucionado com a remodelação e modernização do posto de abastecimento de Cabo Ruivo (o qual incluiu a alteração da pressão da rede primária de 1,5 para 16 bar, para além da introdução de uma segunda ilha de abastecimento e de uma significativa melhoria da sua funcionalidade).

Para outras P&M foi possível fazer uma estimativa mais exacta, na medida em que se teve acesso a dados de actividade mais realistas, tal como p.ex. a introdução de uma Zona de Emissões Reduzidas (ZER) ou a introdução de placas alternadas no acesso à cidade de Lisboa.

Por outro lado, esta edição revista serve igualmente para a revisão de algumas das estimativas de redução de emissões, permitindo a sua maior adequação às metodologias e resultados do Inventário de Emissões Atmosféricas na região de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT e Inventar, 2006). Estas alterações metodológicas conduziram a uma matriz ligeiramente diferente da publicada na primeira versão deste documento.

Finalmente, esta revisão inclui ainda os resultados das análises químicas efectuadas a amostras de aerossol colhidas em filtros entre Novembro de 2004 e Setembro de 2005. Estes resultados não constavam da primeira versão do documento, por não estarem disponíveis aquando da sua elaboração.



Resumo Executivo

A qualidade do ar em vários locais da região de Lisboa e Vale do Tejo, em particular nas aglomerações da Área Metropolitana de Lisboa Norte, Área Metropolitana de Lisboa Sul e Setúbal, apresenta concentrações nos últimos anos acima dos valores admitidos por legislação comunitária e nacional em relação a determinados poluentes, principalmente no que respeita às partículas inaláveis, mas também em relação ao dióxido de azoto e dióxido de enxofre.

Os níveis mais elevados são originados pelo tráfego rodoviário (no caso das partículas inaláveis e dióxido de azoto nos centros urbanos, principalmente em zonas de intenso tráfego) e pela indústria (no caso do dióxido de enxofre na zona do Barreiro). Os valores observados podem pôr em causa a saúde pública e face à legislação em vigor obrigam ao desenvolvimento dos denominados Planos e Programas cujo principal objectivo é garantir o cumprimento dos valores limite nas datas estabelecidas. Para alguns poluentes cujos valores-limite têm de ser respeitados em 2005, já deveriam ter sido definidas e implementadas as medidas adequadas para a redução das suas concentrações.

As situações identificadas obrigaram a um diagnóstico exaustivo e à análise da evolução de toda a situação da qualidade do ar nas aglomerações da região de Lisboa e Vale do Tejo bem como da sua envolvente. Foram compilados dados de inúmeros estudos já realizados, para além do desenvolvimento de trabalhos de medição e de caracterização de diversos poluentes. Foi também efectuado um inventário de emissões que permitiu identificar as fontes mais relevantes e que mais afectam a qualidade do ar das diferentes áreas.

Com o objectivo de melhorar a qualidade do ar e conduzir ao cumprimento dos valores-limite, foram identificadas dezenas de medidas que são apresentadas e avaliadas em termos de conteúdo, viabilidade, custo-eficácia e responsabilidade de aplicação. Algumas das medidas estão já em curso no âmbito de outros planos, outras estão por implementar, e outras adicionais são propostas, com escalas de aplicação que vão do domínio local ao nacional.

Por último são apresentadas algumas orientações para o acompanhamento e avaliação das medidas propostas nestes Planos e Programas.



1. Enquadramento

A Directiva 1996/62/CE, de 27 de Setembro, relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, também denominada Directiva-Quadro da qualidade do ar, veio definir um novo quadro legislativo e estabelecer as linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar ambiente, no seio da União Europeia (UE).

Um dos princípios base introduzidos por esta Directiva, assenta no estabelecimento de objectivos de qualidade do ar ambiente na UE, os quais visam evitar, prevenir ou limitar efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente. O diploma estabeleceu também que a avaliação da qualidade do ar deverá ser feita com base em métodos e critérios comuns em todos os Estados-Membros. Esta avaliação deverá dotar todo e cada Estado-Membro de informações adequadas sobre a qualidade do ar ambiente, por forma a que o público seja delas informado.

A Directiva-Quadro conduziu à delimitação de áreas denominadas **zonas** em função das características de qualidade do ar ou da população existente.

O artigo 8º da Directiva, referente às medidas aplicáveis nas zonas onde os níveis são superiores ao valor-limite (VL), define a obrigação dos Estados-membros estabelecerem a lista das zonas/aglomerações em que os níveis de um ou mais poluentes são superiores ao valor-limite acrescido da margem de tolerância (MT)¹, ou apenas ao valor-limite se uma margem de tolerância não for aplicada. Para estas zonas, os Estados-membros devem tomar medidas para garantir que seja elaborado ou aplicado um plano ou programa destinado a fazer cumprir o valor-limite dentro do prazo fixado.

O artigo 11º da Directiva, referente à transmissão de informações e relatórios, estabelece no nº 1, alínea a), ponto iii), define a necessidade de envio dos Planos ou Programas mencionados anteriormente à Comissão Europeia, o mais tardar no prazo de dois anos após o final do ano no decurso do qual se registaram os níveis em questão. Os progressos relativos à aplicação do plano ou programa deverão depois ser registados, para envio de relatórios de três em três anos à Comissão Europeia.

Os princípios estabelecidos na Directiva 96/62/CE foram transpostos para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho. O artigo 9º desse diploma estabelece que “as Direcções Regionais de Ambiente (actuais Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional) devem elaborar e aplicar planos ou programas destinados a fazer cumprir o valor limite” nos prazos específicos para cada um dos poluentes constantes do Anexo I do referido Decreto-Lei e consagrados nas designadas “Directivas-filhas”.

As “Directivas-filhas” têm vindo a estabelecer os valores-limite para diversos poluentes atmosféricos. A primeira Directiva desta natureza foi a Directiva 99/30/CE, do Conselho de 22 de Abril que estabeleceu os valores-limite para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão e

¹ A margem de tolerância consiste numa percentagem do valor-limite que é adicionado a este e que vai sendo reduzida anualmente até ser zero à data de entrada em vigor do valor-limite.

chumbo no ar ambiente. A segunda destas directivas foi a Directiva 2000/69/CE, do Parlamento e Conselho Europeu de 16 de Novembro de 2000, a qual veio estabelecer os valores-limite para o benzeno e para o monóxido de carbono. Ambos os diplomas legais foram transpostos para o direito interno através do Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril. Outras directivas abrangendo poluentes como o ozono, os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e alguns metais pesados foram posteriormente publicadas (Figura 1).

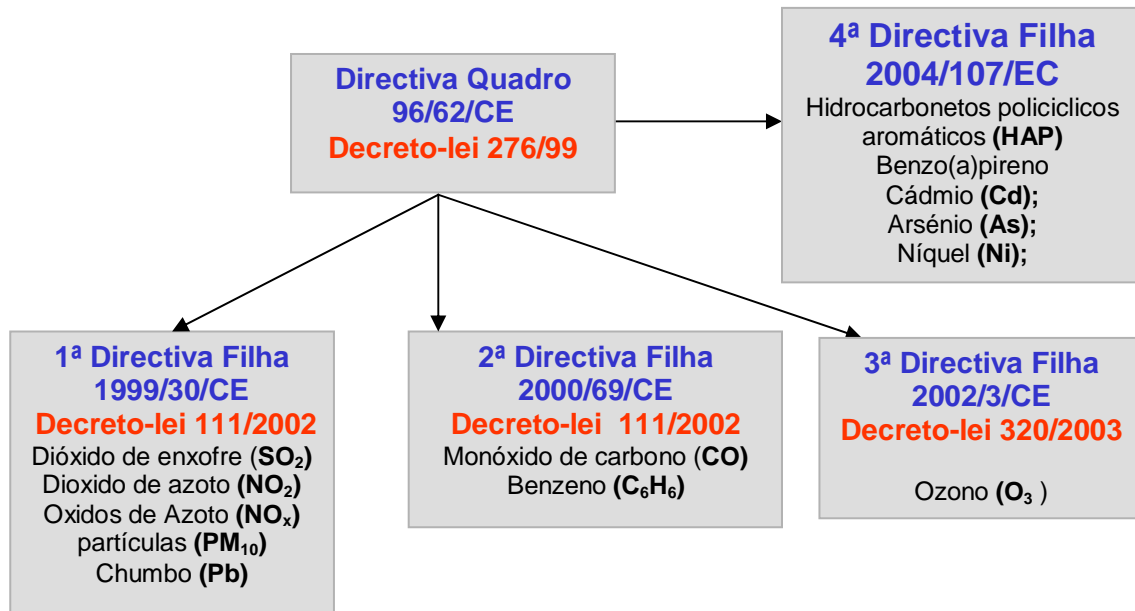


Figura 1: Representação esquemática do enquadramento legislativo da avaliação e gestão qualidade do ar ambiente na UE e em Portugal

Sendo o desenvolvimento dos Planos e Programas para a melhoria da qualidade do ar competência das Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT) assinou um protocolo com o Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (DCEA – FCT/UNL) tendo em vista a elaboração dos mesmos para a sua área de jurisdição. Estes Planos ou Programas deverão ter em linha de conta os poluentes das duas primeiras Directivas-“filhas” (portanto, do Decreto-Lei n.º 111/2002), uma vez que são requeridos para os poluentes com valores-limite e margens de tolerância publicados, o que não acontece com o ozono e os restantes poluentes para os quais a legislação prevê objectivos de longo prazo ou valores-alvo. Não são também objecto de Planos e Programas os valores-limite para protecção dos ecossistemas ou vegetação uma vez que estes entraram em vigor em simultâneo com as directivas, nem o valor-limite diário para o SO₂ para o qual não estão estabelecidas margens de tolerância.

O trabalho envolveu a análise de dados existentes, em particular dos resultados da rede de monitorização, a realização de campanhas de amostragem incluindo a especiação de substâncias que compõem as partículas em suspensão, a recolha de dados diversos e a reunião com entidades relacionadas, directa ou indirectamente, com a gestão das principais fontes emissoras de poluentes atmosféricos que afectam as áreas em causa, para além da avaliação de medidas similares adoptadas noutras regiões europeias com problemas semelhantes.



1.1 Objectivo

O estudo desenvolvido teve por objectivo efectuar um diagnóstico das três zonas - aglomerações da Área Metropolitana de Lisboa Norte, Área Metropolitana de Lisboa Sul e Setúbal - que apresentaram ultrapassagens dos valores limite acrescidos da margem de tolerância para pelo menos um poluente, entre os anos de 2001 e 2004, e identificar e propor um conjunto de políticas e medidas a nível nacional e local na forma de Planos e Programas que permitirão uma melhoria da qualidade do ar de modo a cumprir o estabelecido na legislação.

1.2 Definição do âmbito de aplicação de Planos e Programas

O âmbito de aplicação dos Planos e Programas (PPar) deve ser entendido como o resultado da fase de avaliação/diagnóstico da qualidade do ar. Com efeito, o n.º 3 do artigo 9º do Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho, obriga ao desenvolvimento de um plano desta natureza para as áreas em que o valor-limite acrescido da respectiva margem de tolerância (MT) é excedido para um ano particular no período de 2001 a 2004, inclusive, tal como já foi mencionado anteriormente.

A obrigação do desenvolvimento de Planos e Programas decorre dos elevados níveis observados para um determinado poluente em determinadas estações de monitorização.

Os aspectos mais relevantes para a definição do âmbito prendem-se:

- com as causas de poluição, nomeadamente desde emissões locais resultantes de tráfego rodoviário ou indústria, até à existência de concentrações elevadas de fundo resultantes da dispersão, transporte e transformação de poluentes abrangendo áreas mais vastas ou de casos específicos como transporte de poluentes de zonas distantes como o Norte de África, no caso de partículas provenientes dos desertos e que não têm assim uma origem antropogénica;
- com a representatividade das estações de monitorização onde se verificam ultrapassagens aos valores-limite acrescidos da margem de tolerância (estações de tráfego associadas a uma representatividade limitada, da ordem das centenas de metros, *versus* estações urbanas de fundo com uma representatividade da ordem dos quilómetros quadrados);
- 1. com a dimensão espacial e temporal das ultrapassagens verificadas que determinará o tipo de políticas e medidas a aplicar;
- com o tipo de políticas e medidas cujos horizontes espacial e temporal condicionarão, directa ou indirectamente, a redução das concentrações dos poluentes; isto é, existem medidas que serão exclusivamente locais enquanto outras envolverão uma área muito mais alargada, sendo os seus efeitos essenciais para garantir o cumprimento da legislação em zonas mais limitadas.



A estrutura do trabalho desenvolvido assenta numa abordagem aglomeração a aglomeração, dado que foram estas as zonas em que se verificaram ultrapassagens que obrigam ao desenvolvimento de Planos e Programas.

Na avaliação dos problemas de qualidade do ar é fundamental não apenas a identificação das emissões que originam as elevadas concentrações de determinados poluentes mas também o conhecimento das características meteorológicas e climáticas que condicionam os valores obtidos, bem como a relação entre estes factores.

É fundamental referir que muitas das medidas propostas neste documento não foram acordadas com as entidades responsáveis pela sua aplicação, sendo que tal deverá fazer parte de um processo negocial subsequente que extravasa o trabalho da equipa responsável pela execução desde estudo e cujo trabalho foi desenvolvido em parceria com os técnicos da CCDR-LVT.

1.3 Enquadramento geográfico

1.3.1 Enquadramento das aglomerações na AML

As zonas e aglomerações existentes em Portugal são identificadas na Tabela 1, com especial destaque para a região de Lisboa e Vale do Tejo (LVT). As zonas e aglomerações foram definidas a nível nacional em 2001 (DGA e DCEA, 2001). A região de LVT engloba cinco zonas² das quais três são aglomerações³. Nestas áreas existem diferentes estações de monitorização da qualidade do ar, geridas pela CCDR-LVT, as quais permitem efectuar um acompanhamento regular das concentrações de diferentes poluentes atmosféricos.

Tabela 1: Zonas e aglomerações definidas na região de LVT

Zona (Z) ou Aglomeração (A)	Área (Km ²)	População residente (hab.)	Densidade populacional (hab./km ²)
Vale do Tejo e Oeste	9.645	910.014	94,3
AML Norte (a)	482	1.740.288	3.607,9
AML Sul (a)	217	422.436	1.943,4
Setúbal (a)	51	85.289	1.682,2
Península de Setúbal/Alcácer do Sal	2.698	147.280	54,6

(a) zona do tipo aglomeração

Fonte: DGA e DCEA, 2001; INE, 91; Atlas do Ambiente Digital, 93

As Aglomerações da Área Metropolitana de Lisboa Norte (AML Norte), Área Metropolitana de Lisboa Sul (AML Sul) e Setúbal localizam-se na região de Lisboa e Vale do Tejo dentro da designada Área Metropolitana de Lisboa (AML).

Na Figura 2, podemos visualizar a localização das aglomerações relativamente à AML e a Portugal Continental. Na Tabela 2 apresentam-se os dados da população

² zonas – “área geográfica de características homogéneas, em termos de qualidade do ar, ocupação do solo e densidade populacional” (Art. 2º do Decreto-Lei nº 276/99, de 23 de Julho)

³ aglomerações – “zona caracterizada por um número de habitantes superior a 250.000 ou em que a população seja igual ou fique aquém de tal número de habitantes, desde que não inferior a 50.000, sendo a densidade populacional superior a 500 hab/km²” (Decreto-Lei nº 276/99, de 23 de Julho)

residente na AML relativos aos Censos de 1991 do INE, que serviram de base à delimitação das aglomerações em Portugal.

Tabela 2: Enquadramento das Aglomerações relativamente à Área Metropolitana de Lisboa

NUT III	Concelho	População 1991	Aglomeração DL276/99	Percentagem da população do concelho que integra a aglomeração	
Área Metropolitana de Lisboa (AML)	Grande Lisboa	Amadora	181774	AML Norte (a)	100,0%
		Cascais	153294	AML Norte (a)	100,0%
		Lisboa	663394	AML Norte (a)	100,0%
		Loures	192143	AML Norte (a)	89,6%
		Odivelas	130015	AML Norte (a)	100,0%
		Oeiras	151342	AML Norte (a)	100,0%
		Sintra	260951	AML Norte (a)	82,2%
		Vila Franca de Xira	103571	AML Norte (a)	71,4%
		Mafra	43731	-	-
		Azambuja	19568	-	-
Área Metropolitana de Lisboa (AML)	Península de Setúbal	Alcochete	10169	-	-
		Almada	151783	AML Sul (a)	100,0%
		Barreiro	85768	AML Sul (a)	96,5%
		Moita	65086	AML Sul (a)	96,9%
		Montijo	36038	-	-
		Palmela	43857	-	-
		Seixal	116912	AML Sul (a)	100,0%
		Sesimbra	27246	AML Sul (a)	29,2%
		Setúbal	103634	Setúbal (a)	82,3%

Fonte: INE, 1991; DGA e DCEA, 2001

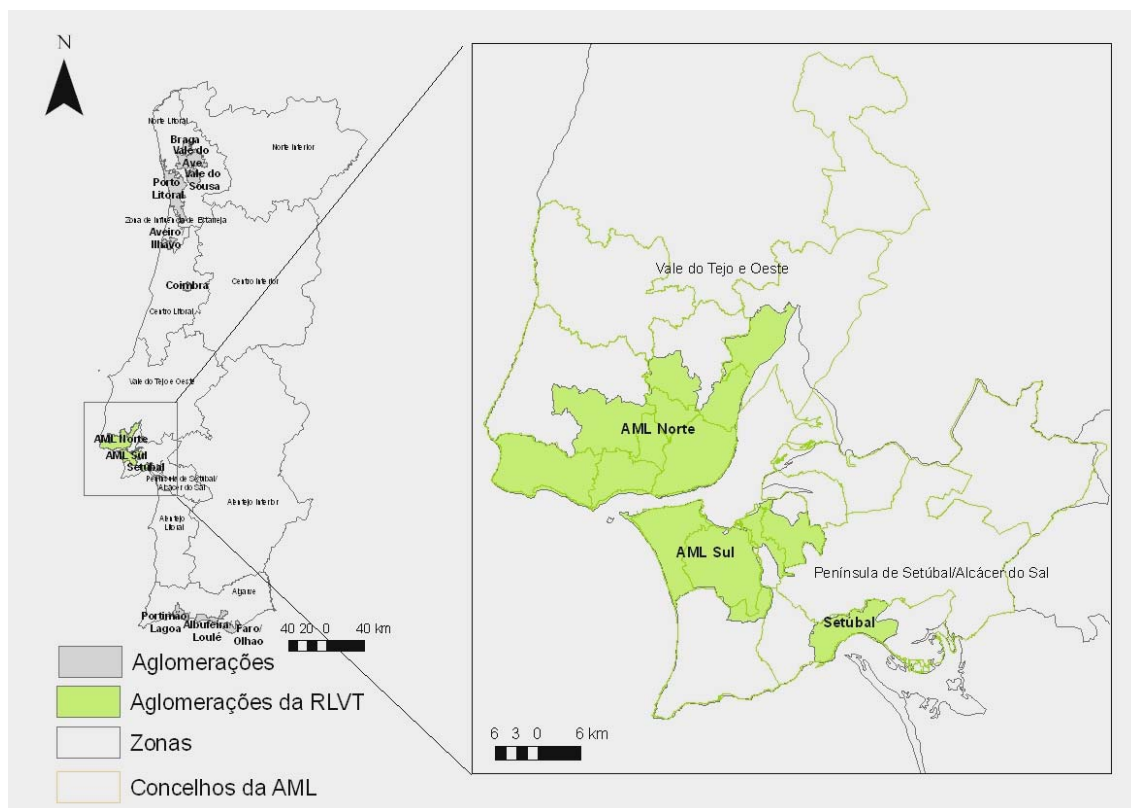


Figura 2: Enquadramento das Aglomerações relativamente à Área Metropolitana de Lisboa e Portugal Continental

1.3.2 Caracterização sócio-económica da AML

A Área Metropolitana de Lisboa (AML) encontra-se repartida na Grande Lisboa e Península de Setúbal, e inclui ainda o concelho da Azambuja. Da Grande Lisboa fazem parte os concelhos da Amadora, Cascais, Lisboa, Loures, Odivelas, Oeiras, Sintra, Vila Franca de Xira e Mafra e da Península de Setúbal, os concelhos de Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal.

De acordo com o Recenseamento Geral à População realizado pelo INE em 2001, residiam na Área Metropolitana de Lisboa (AML) cerca de 2,7 milhões de habitantes, cerca de um quarto da população nacional, ocupando uma área que representa cerca de 3,5 % do território continental.

Relativamente à população activa (ver Tabela 3) a AML concentrava nesta data, cerca de 27% do total do país, cerca de 1,5 milhões de habitantes, ou seja mais de 50% da população total da população da AML. No entanto verificavam-se também elevados níveis de desemprego em alguns concelhos da AML Sul, nomeadamente, em Setúbal e no Seixal. Relativamente à estrutura produtiva, em 2001, cerca de 70% da população activa da AML trabalhava no sector terciário, tendo também o sector secundário algum peso (cerca de 25%), mais marcado na Península de Setúbal.

Tabela 3: População residente e economicamente activa e empregada, ramo de actividade e taxas de actividade em 2001

	Portugal	Lisboa	Grande Lisboa	Península de Setúbal
População Residente	10.356.117	2.661.850	1.947.261	714.589
População Economicamente Activa HM	4.990.208	1.389.939	1.023.589	366.350
População Economicamente Activa e Empregada HM	4.650.947	1.284.673	951.067	333.606
População Economicamente Activa e Empregada, CAE 0	231.646	14.664	7.171	7.493
População Economicamente Activa e Empregada, CAE 1 a 4	1.632.638	309.216	213.740	95.476
População Economicamente Activa e Empregada, CAE 5 a 9	2.786.663	960.793	730.156	230.637
Taxa de Actividade HM, em 2001	48,2 %	52,2%	52,6%	51,3%

Fonte: INE, 2001

No que respeita à estrutura etária da AML, verifica-se que a mesma em 2001 era em muito semelhante à estrutura etária do resto do País. O concelho de Lisboa era o que apresentava as maiores diferenças, verificando-se uma clara tendência no sentido de um duplo envelhecimento, com uma maior percentagem de idosos e uma menor percentagem de jovens.

Em relação ao poder de compra verificavam-se algumas disparidades quando comparados os vários índices concelhios. O concelho de Lisboa, na margem Norte da AML destacava-se dos restantes, por constituir o concelho com o poder de compra mais elevado. Seguiam-se os concelhos de Oeiras, Cascais e Amadora. Na

AML Sul, os concelhos de Almada e Setúbal apresentavam os maiores índices de poder de compra.

1.3.3 Análise e evolução da demografia na AML

Na Tabela 4 encontram-se os resultados dos Recenseamentos Gerais à População realizados pelo INE em 1981, 1991 e 2001 relativos à população residente para os concelhos da AML e a área abrangida por cada concelho.

Em 2001, cerca de 79% da população da AML residia na Grande Lisboa, contra 74% em 1991. O concelho de Lisboa, com cerca de 560 mil residentes em 2001, concentrava cerca de 29% da população da AML. O crescimento demográfico na AML nas duas últimas décadas foi de cerca de 6%. As principais causas deste crescimento são os intensos movimentos migratórios para a região, registando-se mais recentemente também, redistribuições da população dentro da AML. Os movimentos internos tiveram principal incidência na redução da população do município de Lisboa e uma expansão da mancha urbana através da ocupação dos concelhos limítrofes, principalmente da margem Norte.

Tabela 4: População residente em 1981, 1991 e 2001 (INE, 1981; INE, 1991; INE, 2001)

NUT/Concelho	Área 2001 (km ²)	População Residente 1981	População Residente 1991	População Residente 2001
PORTUGAL		9.833.014	9.867.147	10.356.117
REGIÃO LISBOA E VALE DO TEJO		3.261.578	3.290.795	3.447.173
AML	32.127,0	2.502.044	2.520.708	2.661.850
GRANDE LISBOA	1.084,0	1.897.624	1.880.215	1.947.261
Amadora	23,8	163.874	181.774	175.872
Cascais	97,3	141.498	153.294	170.683
Lisboa	84,6	807.937	663.394	564.657
Loures	167,9	276.467	192.143	199.059
Mafra	256,1	43.899	43.731	54.358
Odivelas	26,6	-	130.015	133.847
Oeiras	45,8	149.328	151.342	162.128
Sintra	319,5	226.428	260.951	363.749
Vila Franca de Xira	318,5	88.193	103.571	122.908
PENÍNSULA DE SETÚBAL	1.581,4	584.648	640.493	714.589
Alcochete	133,0	11.246	10.169	13.010
Almada	70,1	147.690	151.783	160.825
Barreiro	32,0	88.052	85.768	79.012
Moita	54,6	53.240	65.086	67.449
Montijo	340,6	36.849	36.038	39.168
Palmela	462,0	36.933	43.857	53.353
Seixal	95,7	89.169	116.912	150.271
Sesimbra	195,7	23.103	27.246	37.567
Setúbal	193,5	98.366	103.634	113.934

No que respeita ao padrão de ocupação do território, ao nível do concelho, analisado através da densidade populacional em 2001 e da evolução da população na última década, na Figura 3 é possível constatar as seguintes tendências:

- Perda populacional do centro da AML, que no entanto continua a apresentar as mais elevadas densidades populacionais nos concelhos de Lisboa, Amadora, Odivelas e Oeiras, (superiores a 3500 hab./Km²) paralelamente com fortes crescimentos noutras áreas da AML, principalmente nos seus concelhos limítrofes (Mafra, Vila Franca de Xira, Sesimbra, Setúbal, Montijo, Seixal e Alcochete);
- Um aumento populacional nas periferias, nomeadamente em áreas próximas das vias de acesso ao centro, superior ao do centro, na medida em que o crescimento das actividades económicas na periferia não acompanha o forte crescimento populacional;
- Na margem Sul, Almada e Barreiro, eram os concelhos mais densamente povoados, apresentando valores entre os 2000 e os 3000 hab./Km² e foram os que apresentaram crescimentos mais baixos .

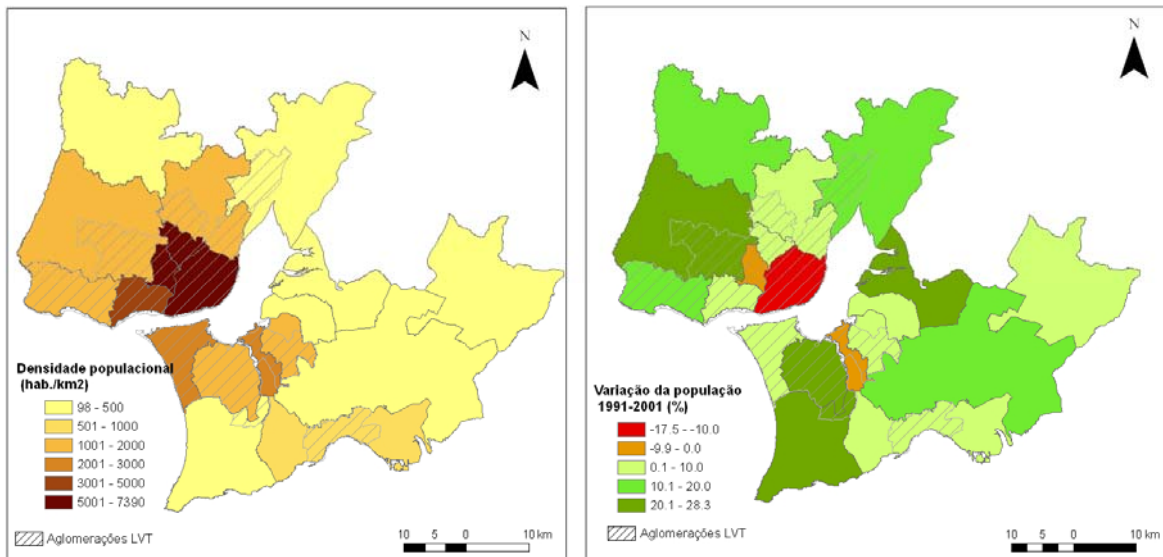


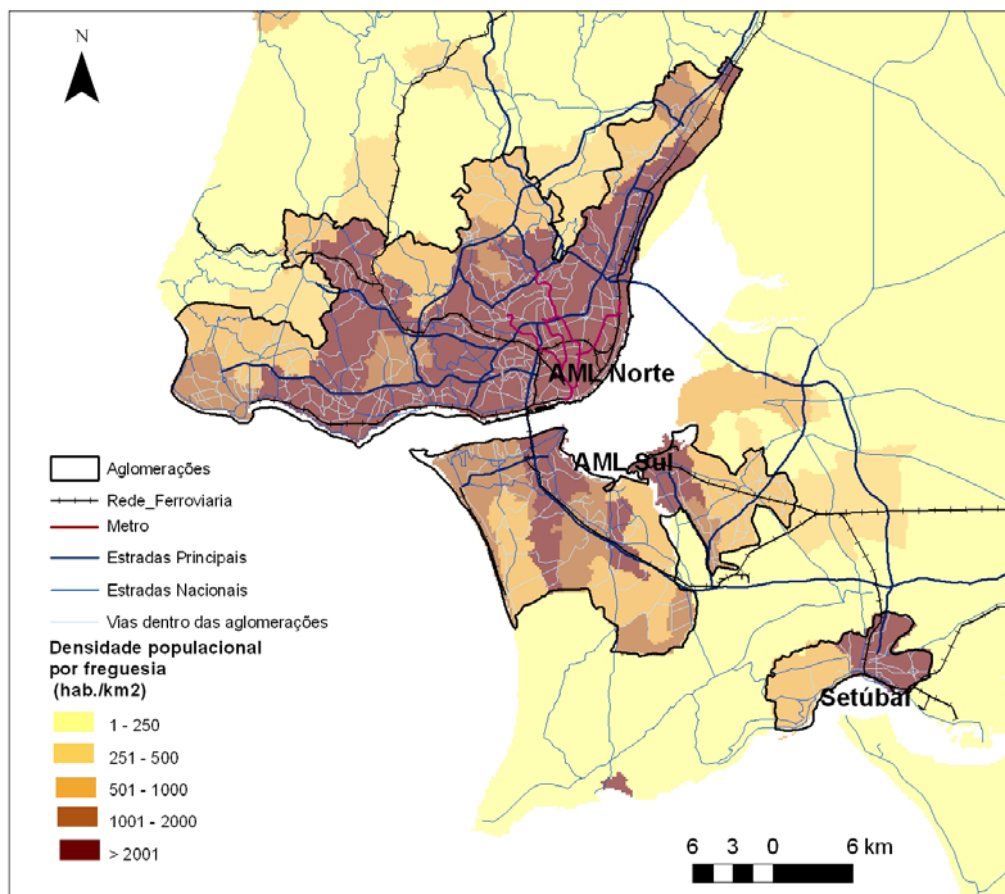
Figura 3: Densidade populacional por concelho em 2001 e variação da população entre 1991 e 2001

De acordo com o Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa "o modelo de povoamento e urbanização metropolitana tem-se desenvolvido segundo uma estrutura radial organizada sobre eixos ferroviários na margem Norte e um conjunto de centros ribeirinhos na margem Sul do Tejo, e tem evoluído para uma rede progressivamente radio-concêntrica e poli-nucleada, ainda que mantendo a grande predominância do seu centro – a cidade de Lisboa – quanto ao emprego, serviços e equipamentos especializados" (CCDR-LVT, 2001).

Quando se analisa a densidade populacional ao nível da freguesia com as principais infraestruturas de transportes (Figura 4) detectam-se densidades populacionais mais elevadas ao longo dos principais eixos rodo e ferroviários, nomeadamente, junto do IC19 (Linha de Sintra) da A5 (Linha de Cascais) e da A1 (linha da Azambuja) Destaca-se ainda o facto das densidades mais elevadas centradas no concelho de Lisboa se estenderem para freguesias dos concelhos limítrofes, estando de algum modo circunscritas pela CREL, nomeadamente pelo seu sector ocidental: Oeiras – Amadora – Odivelas.

Na margem Sul esta associação entre vias de comunicação e elevadas densidades populacionais é menos visível. No entanto, são evidentes os contrastes entre os centros urbanos propriamente ditos e o restante território dos concelhos de Almada, Barreiro e Setúbal.

A morfologia da ocupação do espaço da AML em 2001 destaca, deste modo, um centro metropolitano alargado que extravasa os limites da capital, e denota uma ocupação em torno deste centro que não é homogénea, mas que discrimina, com densidades mais elevadas, a ocupação ao longo dos principais eixos que se apresentam como vectores preferenciais de expansão suburbana. (INE, 2003b).



Fonte: INE, 1991; INE, 2001

Figura 4: Principais estruturas de transportes e densidade populacional por freguesia

1.3.4 Edifícios e alojamentos na AML

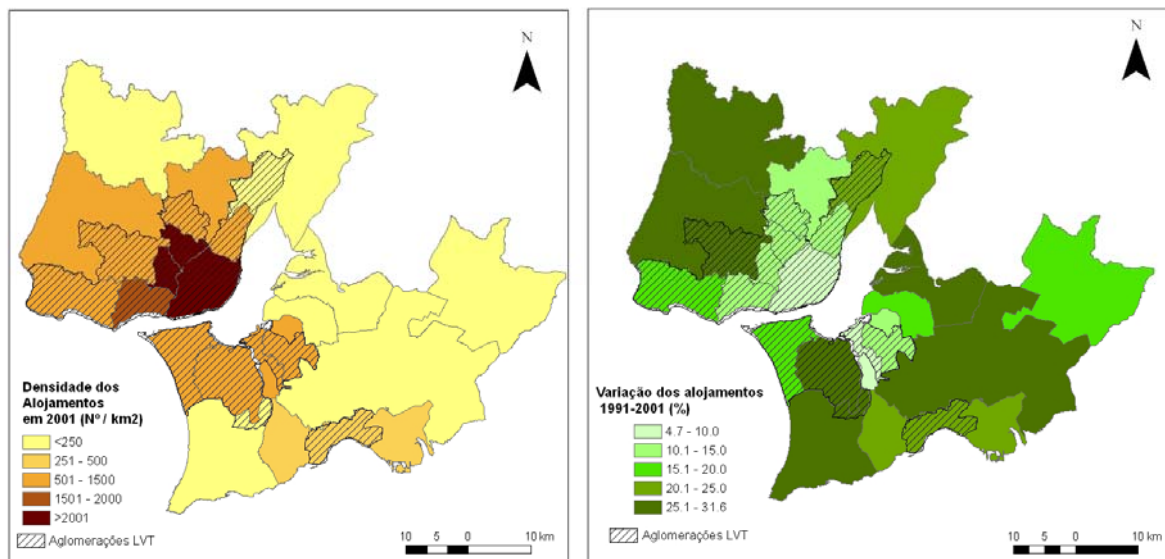
O parque habitacional da área da AML cresceu entre 1991 e 2001, 19% quando avaliado ao nível dos alojamentos, e 12% no que respeita a edifícios. A dimensão média dos edifícios (rácio entre alojamentos e edifícios) aumentou significativamente na Grande Lisboa, com especial incidência nos concelhos de Lisboa, Sintra, Vila Franca de Xira e Oeiras. Este crescimento aproxima-se bastante do verificado na região (18,6% para alojamentos e 11,3% para os edifícios). A dimensão média dos edifícios, em 2001, é muito superior à da região de Lisboa e Vale do Tejo (3,2 contra 2,3 alojamentos por edifício).

Como se pode verificar da análise da Figura 5 e Figura 6, relativas à densidade dos edifícios e dos alojamentos, respectivamente, e da Figura 3, relativa à densidade populacional, as áreas de maior expansão do parque habitacional tendem a ser coincidentes com o crescimento populacional mais elevado, existindo no entanto alguns concelhos que apesar de registarem diminuições na população residente, apresentam simultaneamente aumentos no número de alojamentos.

Os maiores crescimentos dos alojamentos tendem a concentrar-se numa coroa externa ao concelho de Lisboa (Sintra, Seixal, Alcochete, Mafra, Palmela e Sesimbra).

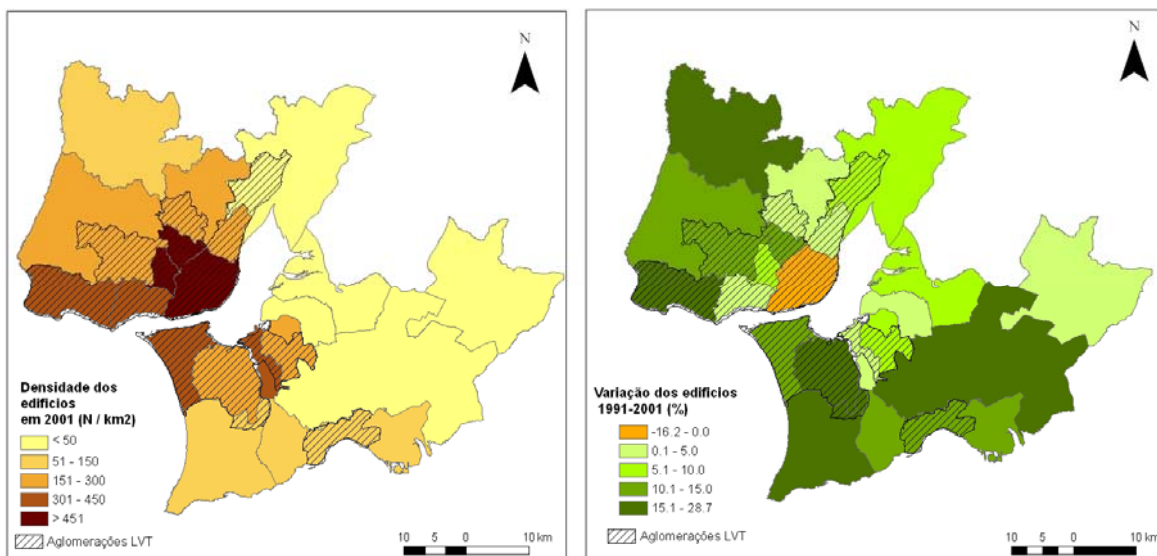
De assinalar que os únicos decréscimos registados ao nível dos edifícios se verificaram no concelho de Lisboa.

Como se pode verificar na Figura 7, os resultados revelam uma enorme disparidade ao nível da dimensão média dos edifícios entre o centro da AML, designadamente Lisboa e as áreas adjacentes aos principais eixos de ligação a Lisboa, e restante território de Lisboa e Vale do Tejo. (CCDR-LVT, 2001)



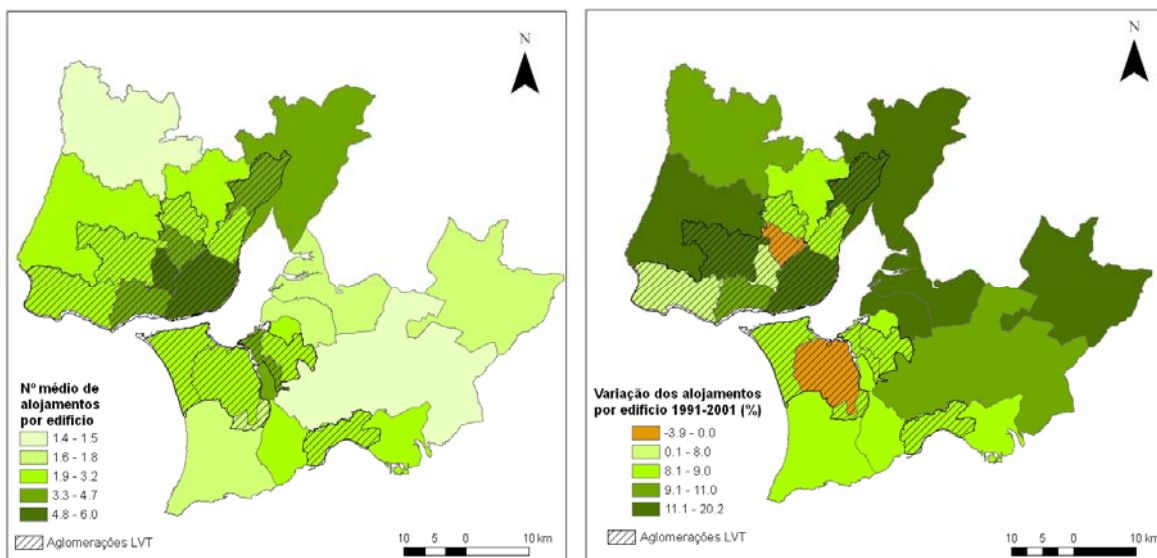
Fonte: INE, 1991; INE, 2001

Figura 5: Densidade dos Alojamentos em 2001 e variação entre 1991 e 2001



Fonte: INE, 1991; INE, 2001

Figura 6: Densidade dos edifícios em 2001 e variação entre 1991 e 2001



Fonte: INE, 1991; INE, 2001

Figura 7: Número médio de alojamentos por edifício

1.3.5 Movimentos pendulares na AML

Os movimentos pendulares correspondem às deslocações diárias, entre a residência e o local de trabalho ou de estudo. Na Tabela 5 relativa aos movimentos pendulares em 1991 e 2001, segundo os dados dos Recenseamentos Gerais de População, é possível verificar que, em 2001, cerca de 1 milhão e 381 mil activos empregados ou estudantes com 15 ou mais anos, efectuavam no espaço da Área Metropolitana de Lisboa (AML) as suas deslocações entre o local de residência e o local de trabalho ou estudo. Deste universo, 95% residiam e trabalhavam ou estudavam na própria AML. Dos restantes 5%, cerca de 47,5 mil residiam fora da AML e deslocavam-se a este espaço para nele exercerem a sua actividade de trabalho ou estudo, e apenas cerca de metade deste valor (24 mil), residindo na AML se

deslocavam ao seu exterior para estudar ou trabalhar. Neste sentido, a AML apresentava, em 2001, um balanço positivo de movimentos pendulares relativamente ao restante território nacional. A comparação entre 1991 e 2001 revela uma perda de importância dos movimentos intraconcelhios, em oposição a um aumento das deslocações entre concelhos da AML, a um aumento das entradas vindas do exterior da AML e a um aumento das saídas para fora da AML. Pode-se de este modo afirmar que, face a 1991, o quadro funcional da AML se complexificou. (INE, 2003a)

Tabela 5: Movimentos pendulares na AML da população empregada e estudante

	1991	2001
AML	1.261.411	1.309.617
Intraconcelhio	777.749	752.133
Entre concelhos da AML	483.662	557.484
Entradas na AML	30.811	47.436
Saídas da AML	13.034	23.980

Fonte: INE, 1991; INE, 2001

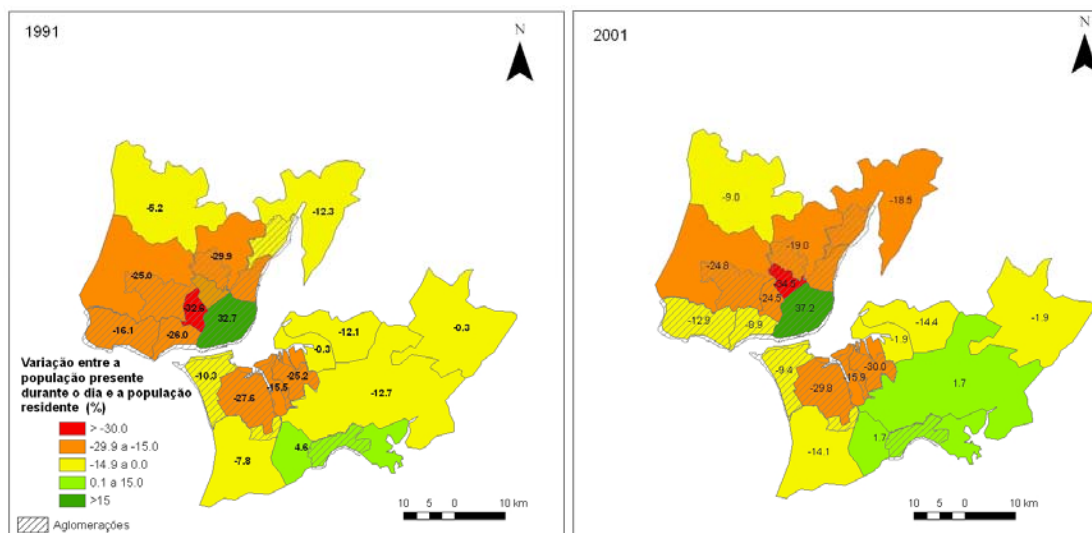
Da análise da Figura 8, relativa à variação entre população presente durante o dia (população residente + população que entra por motivos de trabalho ou estudo – população que sai por motivos de trabalho ou estudo) e a população residente por concelho em 1991 e 2001, verifica-se que Lisboa é o principal destino para a maioria da população por motivos de trabalho ou estudo. Em 1991, a população da capital aumentava diariamente cerca de 35% em consequência dos movimentos pendulares e em 2001 essa percentagem aumentou ligeiramente.

Para além de Lisboa, apenas Setúbal, em 1991 e 2001, e Palmela, em 2001, se apresentam como receptores líquidos de fluxos gerados por motivos de trabalho ou estudo, ou seja, o número de pessoas que entra nestes concelhos é superior ao número que sai.

O decréscimo de população durante o dia é particularmente elevado nos concelhos mais próximos de Lisboa como Amadora e Odivelas.

Apesar da perda de importância dos movimentos intraconcelhios entre 1991 e 2001, salienta-se o significado destas deslocações face ao total na maior parte dos concelhos da AML. Esta situação é mais relevante em concelhos que constituem os centros tradicionais da AML – Lisboa e Setúbal – e nos concelhos mais afastados a estes “centros”: Azambuja, Mafra, Montijo e Sesimbra. Ao contrário, os concelhos de Amadora, Odivelas e Oeiras, devido à proximidade a Lisboa, apresentam uma maior percentagem de movimentos para este concelho.

Os fluxos de residentes no exterior da AML e que exercem a sua actividade de trabalho ou estudo no espaço metropolitano são especialmente relevantes para os concelhos que constituem uma primeira coroa em torno da AML, designadamente: Torres Vedras, Sobral de Monte Agraço, Arruda dos Vinhos, Alenquer, Cartaxo, Salvaterra de Magos, Benavente e Vendas Novas.(INE, 2003a).



Fonte: INE, 1991; INE, 2001

Figura 8: Variação da população presente durante o dia e a população residente em 2001 e 1991

1.3.6 Modos de Transporte na AML

A Figura 9 é relativa ao peso dos principais modos de transporte na AML em 1991 e 2001. Uma primeira leitura revela no imediato que na última década o peso do transporte colectivo perdeu a sua predominância a favor do transporte individual. Enquanto em 1991 os modos de transporte colectivo asseguravam mais de 50% das deslocações da população residente na AML, em 2001, representavam apenas 37% das deslocações e a importância do transporte individual aumenta de 26% para 45%.

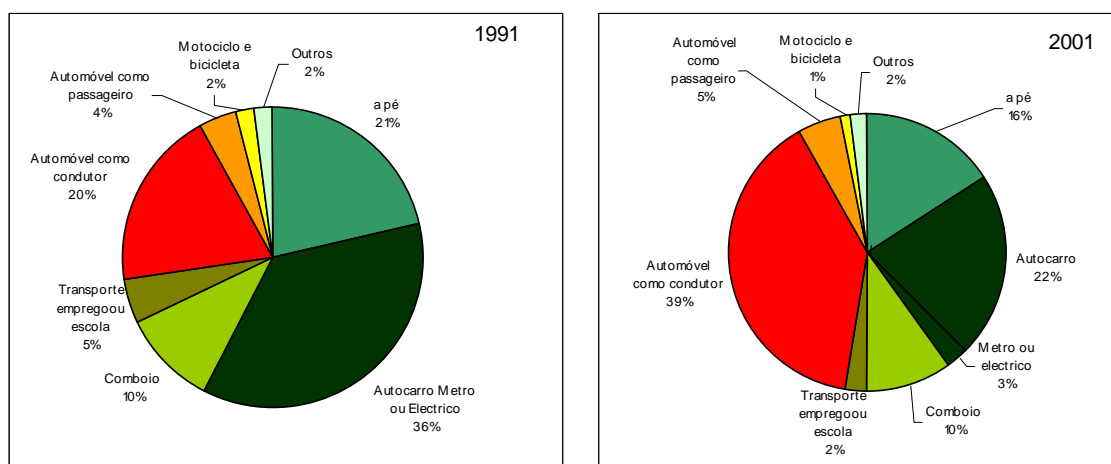


Figura 9: Modos de transporte na AML em 1991 e 2001

Na Figura 10 e Figura 9 encontra-se a distribuição destes em cada concelho da AML. Em 1991, na maioria dos concelhos as deslocações eram asseguradas pelo autocarro, eléctrico e metropolitano, destacando-se, porém, Cascais e Sintra em que o modo de transporte predominante era o comboio. Saliente-se que, em 1991, o automóvel não constituía o modo de transporte maioritário em nenhum dos concelhos. Já em 2001, na AML, o automóvel foi o modo de transporte dominante

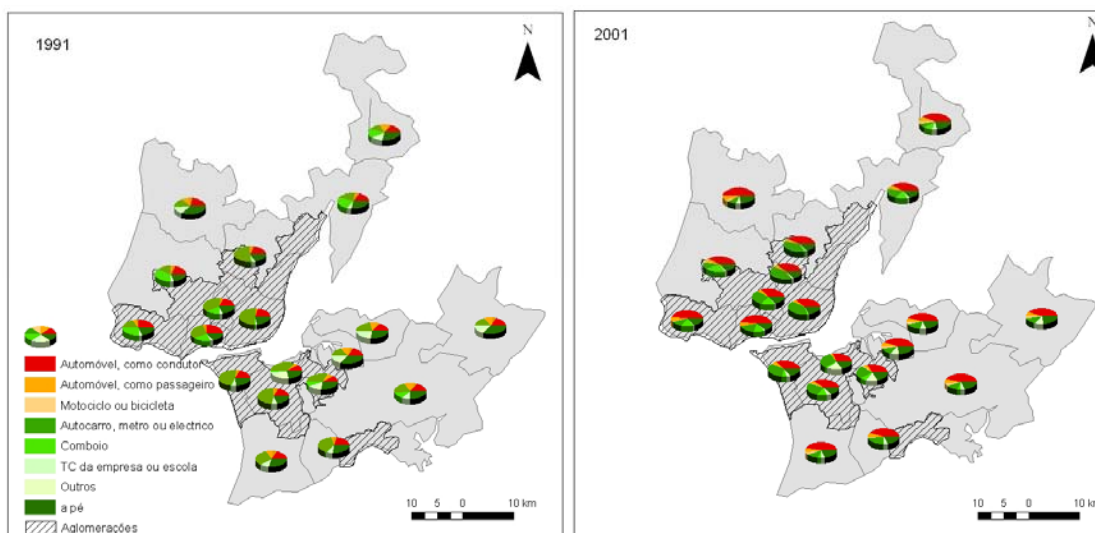
nos percursos casa-trabalho e casa-escola (44%), seguindo-se-lhe o autocarro (22%), as deslocações a pé (16%) e o comboio (10%). Com menor expressão seguem-se as deslocações de eléctrico ou metropolitano (3%).

Em 2001, o automóvel era o modo de transporte dominante, em todos os concelhos da AML, e o autocarro era o segundo modo mais utilizado, excepto nos concelhos mais periféricos onde essa posição era ocupada pelas deslocações a pé ou, nos concelhos de Cascais e Sintra, pelo comboio.

Relativamente às deslocações dentro do próprio concelho o automóvel só não é utilizado maioritariamente na Amadora, Barreiro, Moita e Odivelas, em que predominam as deslocações a pé.

Nas deslocações para Lisboa o modo mais utilizado é o comboio para a população da Azambuja, Seixal e Sintra, o autocarro para a população de Loures e Odivelas e o barco (incluído nos "outros" meios de transporte representados na Figura 10) para a população do Barreiro. São ainda excepção os movimentos pendulares da Azambuja para Vila Franca de Xira, onde se salienta a utilização do comboio.

Analisando o modo de transporte que permite a deslocação mais rápida entre cada par de concelhos da AML, verifica-se que o automóvel é, de um modo geral, o transporte com as menores durações médias para todas as deslocações interconcelhias. Por outro lado, as deslocações a pé são as que apresentam um menor tempo médio (INE, 2003a).



Fonte: INE, 1991; INE, 2001

Figura 10: Modos de transporte por concelho da AML em 1991 e 2001 (Fonte: INE, 1991; INE, 2001)

2. Metodologia geral

O presente trabalho procurou efectuar um diagnóstico da situação em termos de qualidade do ar e avaliar as políticas e medidas a aplicar nas áreas onde se identificaram ultrapassagens dos valores-limite estabelecidos na legislação.

Como elemento fundamental foi necessária a execução de um inventário de emissões onde são contabilizadas, poluente a poluente, as quantidades emitidas anualmente por fontes como o tráfego e a indústria. Esta tarefa foi particularmente difícil dada a forte componente de emissões do tráfego rodoviário em determinadas áreas da região de Lisboa e Vale do Tejo. A ausência de dados relativos ao número de veículos, velocidades de circulação e características do parque automóvel, obrigou a estratégias complexas para se obter informação com alguma qualidade. Tal procedimento é fundamental para depois se estabelecer uma relação entre as emissões e a qualidade do ar e averiguar o efeito da aplicação de determinadas políticas e medidas.

Em seguida, quer como forma de confirmar a necessidade de realização de Planos e Programas identificando as áreas onde houve ultrapassagens dos valores legislados, quer no sentido de perceber quais as áreas mais problemáticas, foi efectuado um diagnóstico da avaliação da qualidade do ar para os diversos poluentes abrangidos pelas duas Directivas-Filhas (dióxido de azoto, dióxido de enxofre, partículas, monóxido de carbono e benzeno, à excepção do chumbo que não requer monitorização dado os baixos níveis identificados quando da avaliação preliminar anterior à aplicação da primeira Directiva-Filha).

Este diagnóstico baseou-se na análise dos resultados das estações de monitorização geridas pelo Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional entre os anos de 2001 e 2004, caracterizando-se igualmente dois tipos de situações específicas: elevadas concentrações de partículas motivadas pelo seu transporte do Norte de África, ou condições meteorológicas particulares motivadoras também de elevados níveis desse poluente. Todo um outro conjunto de campanhas de medição de poluentes com intervenção directa da CCDR-LVT e/ou do Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da FCT/UNL realizadas na área de Lisboa e Vale do Tejo foram compiladas e apresentadas em função do objectivo deste trabalho. Nos últimos meses realizaram-se um conjunto de medições através de um laboratório móvel do DCEA - FCT/UNL e de outros equipamentos diversos da CCDR-LVT e também do DCEA - FCT/UNL. O caso específico da Avenida da Liberdade, como local monitorizado por uma estação de qualidade do ar e mais poluído em termos de partículas é objecto de uma avaliação mais detalhada, a par de uma análise semelhante para Entrecampos. A avaliação de diversos parâmetros, nomeadamente o tráfego, permitiu ainda identificar outras áreas problema em termos de qualidade do ar, em particular para o concelho de Lisboa.

A componente de análises químicas no que respeita ao poluente partículas foi um dos elementos relevantes no desenvolvimento dos Planos e Programas, pois permite identificar a origem da poluição verificada, constituindo de longe o maior desafio que se pretende solucionar. A realização de análises envolveu três diferentes tipos de instrumentação: ICP/AES - *Inductively Coupled Plasma* e Absorção Atómica (para determinação de metais), cromatografia iónica (para



determinação de nitratos, sulfatos, entre outros elementos) e análise e quantificação de carbono (carbono orgânico e elementar). Foi efectuada a colheita de 251 amostras de aerossóis, junto a quatro estações de monitorização da qualidade do ar de tipologia diversa (uma estação urbana de fundo – Olivais, uma estação de tráfego – Avenida de Liberdade, uma estação rural de fundo – Chamusca e uma estação industrial de fundo – Escavadeira). Houve ainda a necessidade de se recorrer à implementação e teste das técnicas analíticas na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, procedimento que implicou maior morosidade. Algumas análises como as de carbono orgânico e elementar foram efectuadas no Laboratório de Referência do Instituto do Ambiente. Em Anexo apresentam-se os principais resultados destas campanhas de caracterização química.

Outro elemento apresentado neste documento diz respeito a análises químicas a amostras de aerossol recolhidos pelo Laboratório do Instituto do Ambiente durante o ano de 2003 na estação urbana de fundo de Alfragide.

Face a todos os resultados compilados, identificaram-se as políticas e medidas com efeitos na qualidade do ar já implementadas, previstas e novas que poderão de ser desenvolvidas nos próximos cinco anos, identificando-se a escala espacial das mesmas, as entidades responsáveis, o prazo de aplicação, quantificando sempre que possível a redução de poluentes atmosféricos e os custos e os benefícios associados. Uma avaliação dos Planos e Programas já apresentados por outros países para outras zonas com problemas similares serviu de suporte às acções propostas para as aglomerações de Lisboa e Vale do Tejo.

Por último, apresenta-se um esboço de um programa relativamente à monitorização e avaliação da implementação dos Planos e Programas.

No prazo de tempo de realização do trabalho e dada a quantidade de informação limitada disponível, não foi possível a aplicação de modelos de qualidade do ar que permitissem avaliar de forma credível os impactes de algumas das medidas a tomar. Porém, dado o carácter local de muitas das acções, a monitorização, o acompanhamento e a avaliação previstos poderão ultrapassar esta deficiência.

O desenvolvimento dos Planos e Programas para melhoria da qualidade do ar são da responsabilidade da CCDR-LVT mas requerem a intervenção de um conjunto alargado de entidades, bem como uma discussão pública das propostas presentes de acordo com o previsto na legislação comunitária e nacional.

Neste contexto, tornou-se necessário recolher todo um conjunto de informações e sugestões de um conjunto de actores a diferentes escalas, nomeadamente da administração central, autarquias e organizações não governamentais de ambiente.

Em 3 de Novembro de 2004 foi realizado o Workshop "Medidas de Gestão da Qualidade do Ar na AML" no Pequeno Auditório do Laboratório Nacional de Engenharia Civil em Lisboa, onde se efectuou uma exposição dos objectivos dos Planos e Programas que seriam necessários desenvolver e se procurou recolher um conjunto de opiniões e sugestões relativamente às acções a implementar nas diferentes escalas espaciais e respectivos responsáveis. Participaram no Workshop um total de 65 pessoas de autarquias, administração central e regional,

universidades, organizações não governamentais, entre outros. Este Workshop foi muito importante para a equipa responsável pela execução do trabalho como forma de averiguar a sensibilidade dos diferentes actores às medidas a tomar face ao diagnóstico preliminar apresentado e às necessidades de melhoria da qualidade do ar.

No que respeita às medidas sugeridas pelos participantes, a Figura 11 apresenta a distribuição das escolhas efectuadas num pequeno inquérito preenchido pelos participantes durante o Workshop, onde se verifica que os participantes consideraram que as medidas mais pertinentes são, essencialmente, de âmbito local.

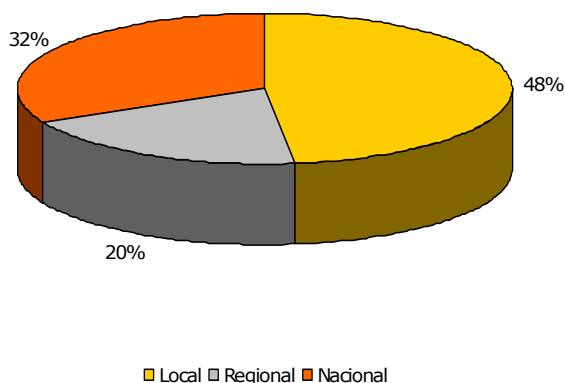


Figura 11: Âmbito das medidas identificadas pelos participantes

Analisando o tipo de medidas identificadas, verifica-se que estas abrangeram preferencialmente o sector dos Transportes (de passageiros e de mercadorias), tal como indicado na Figura 12.

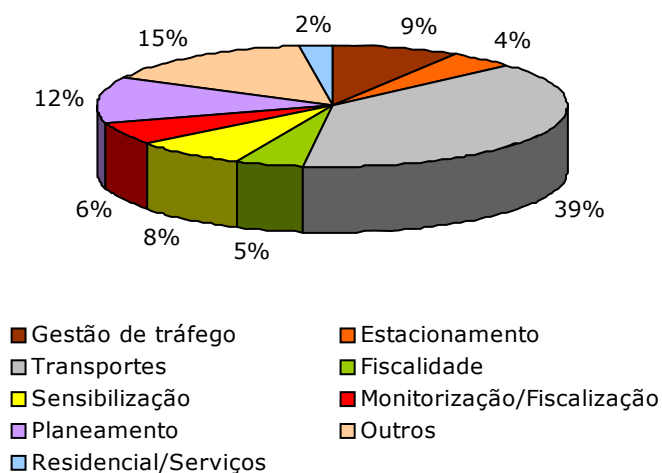


Figura 12: Sectores abrangidos pelas medidas identificadas pelos participantes

Dado que pela sua natureza muitas das medidas virão a ser aplicadas à escala local, foi fundamental averiguar quais as políticas já implementadas ou a implementar, relacionadas directa ou indirectamente com a redução das emissões



de qualidade do ar por parte da administração local. Como forma de inventariação de tais medidas foi elaborado um inquérito (presente no Anexo I) que foi enviado em Outubro de 2005 a todas as autarquias da AML e também ao Município de Alenquer (Tabela 6). Este inquérito incluía a identificação de medidas, actualmente em curso ou planeadas pelas Autarquias, que podem contribuir para a melhoria da qualidade do ar. Os resultados foram depois integrados na definição das acções previstas.

Tabela 6: Participação das Autarquias no preenchimento do inquérito enviado

Participação das Autarquias no Questionário	
Autarquias que responderam	14
Autarquias que não responderam	6

Uma síntese das respostas mais importantes é apresentada, de seguida, na Tabela 7.

Tabela 7: Síntese das principais medidas apresentadas pelas Autarquias

Principais medidas apresentadas pelas Autarquias
Regulamentação de cargas e descargas
Restrições à circulação automóvel
Criação de parques de estacionamento dissuasores
Incentivo à utilização de modos de transporte urbano menos poluentes
Construção de interfaces rodo-ferroviários

Como suporte ao diagnóstico e ao processo de selecção de políticas e medidas, para além da consulta de planos relacionados directa ou indirectamente com a melhoria da qualidade do ar das escalas nacional à local, realizaram-se reuniões com um vasto conjunto de entidades para identificação de formas de troca de informação e de discussão sobre as propostas a implementar. O calendário de reuniões realizadas é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Calendário das reuniões efectuadas

Dia	Instituição
14-09-2004	Auditoria Ambiental - MOPTC
17-09-2004	Direcção Geral dos Transportes Terrestres
29-09-2004	CARRIS
29-09-2004	Autoridade Metropolitana de Transportes
07-10-2004	Divisão Municipal de Trânsito da Câmara Municipal de Lisboa
09-12-2004	Câmara Municipal do Seixal
10-12-2004	Câmara Municipal de Vila Franca de Xira
14-12-2004	Câmara Municipal de Setúbal
15-12-2004	Câmara Municipal de Sintra
15-12-2004	Câmara Municipal do Barreiro
17-12-2004	Câmara Municipal de Loures
20-12-2004	Câmara Municipal de Oeiras
04-01-2005	Lisboa E-Nova
07-01-2005	Câmara Municipal de Cascais
19-01-2005	Câmara Municipal da Amadora
24-01-2005	Câmara Municipal de Almada



Dia	Instituição
25-01-2005	Associação Nacional de Transportadores Pesados de Passageiros
31-01-2005	Associação Nacional de Transportadores Públicos Rodoviários de Mercadorias
10-02-2005	Associação Nacional dos Transportadores em Automóveis Ligeiros
27-04-2005	Comando Metropolitano de Lisboa da Polícia de Segurança Pública
30-05-2005	Direcção Geral de Viação
31-05-2005	Câmara Municipal de Lisboa – Gabinete do Vereador do Trânsito

3. Inventário de emissões na região de Lisboa e Vale do Tejo

3.1 Antecedentes

Face à ocorrência, desde 2001, de excedências aos valores limite para a protecção da saúde humana (Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril) para PM_{10} e NO_2 , a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional da Região de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT), sendo a autoridade responsável pela avaliação e gestão da qualidade do ar, decidiu a realização de um Inventário de Emissões Atmosféricas com um nível de desagregação espacial, suficientemente detalhado, para ser utilizado como informação de base na modelação da qualidade do ar.

3.2 Metodologia

O inventário de emissões atmosféricas na região de Lisboa e Vale do Tejo (IEA-LVT) foi desenvolvido segundo as linhas de orientação apresentadas de seguida.

3.2.1 Definição do âmbito

O âmbito do inventário de emissões atmosféricas na região de Lisboa e Vale do Tejo teve como objectivo último, contribuir para a caracterização da situação de referência sobre a qual se definiram estes Planos e Programas (PPar). Deste modo, o Inventário de Emissões Atmosféricas na Região de Lisboa e Vale do Tejo pretendeu realizar, de uma forma sistemática, completa e consistente, a identificação das fontes poluidoras na região de Lisboa e Vale do Tejo e a quantificação das suas emissões atmosféricas, para os poluentes que, directa ou indirectamente contribuem para a degradação significativa da qualidade do ar nas aglomerações da região de Lisboa e Vale do Tejo. Foi objectivo do inventário que os resultados do mesmo estivessem de acordo com as condições necessárias para aplicação no âmbito dos PPar, nomeadamente para os modelos de qualidade do ar e/ou para a definição de medidas de actuação/mitigação e gestão.

Os resultados obtidos associam-se necessariamente a valores de incerteza, resultantes de erros – nomeadamente estatísticos - nos dados de base. Teve-se como objectivo deste exercício a obtenção de estimativas que, pese embora o grau de incerteza associado, não se encontrem subestimadas nem sobrestimadas face aos valores reais, pelo que não se recorreu, deste modo, à utilização de estimativas conservativas.

Foi considerada como área de análise do inventário toda a região de Lisboa e Vale do Tejo, embora se tenha dado um maior enfoque, em termos de recolha de informação individualizada, às zonas desta região definidas como aglomerações no âmbito da aplicação do Decreto-Lei 276/99, de 23 de Julho. De acordo com a disponibilidade de dados e o tempo necessário para a recolha dessa informação e para o desenvolvimento de metodologias, foram assumidos dois anos de referência, 2000 e 2001. A opção por dois anos, em vez de apenas um ano de referência, prendeu-se com a necessidade de permitir uma maior flexibilidade de



disponibilização de informação das unidades poluidoras e, também, de modo a evitar a caracterização de uma situação meramente conjuntural.

Tendo em consideração a caracterização da qualidade do ar dos últimos anos os principais poluentes atmosféricos sujeitos a inventariação foram o material particulado - nomeadamente o parâmetro PM_{10} - os NO_x e os COVNM como precursores de ozono. Optou-se pela inclusão, no entanto e aproveitando o efeito de escala, de todos os parâmetros poluentes para os quais existem metodologias de estimativa de emissão para pelo menos uma actividade poluidora: várias fracções de material particulado (PM_{10} , $PM_{2,5}$ e PM_1) e metais pesados (chumbo, mercúrio, arsénio, cádmio, crómio, cobre, níquel e zinco).

De modo a que os resultados do IEA-LVT possam constituir uma base para a definição de medidas de minimização de emissões, procurou-se atribuir uma classificação/categorização das fontes poluidoras de acordo com o nível de agregação das actividades económicas e as características tecnológicas que se afigurou mais favorável. O sistema de agregação (grupos ou sistema de nomenclatura) foi desenvolvido ao longo da realização do inventário, garantindo-se, no entanto, a sua flexibilidade e adequação aos resultados finais. De qualquer modo, uma das conclusões deste estudo é a necessidade de definir um sistema de nomenclatura/ categorias de fontes poluidoras, que seja adequado ao nível de desagregação e de operação que caracteriza os inventários regionais. Este sistema deverá ser definido de acordo com os principais utilizadores do inventário, os especialistas em modelação da qualidade do ar, e preferencialmente em harmonia nas diferentes áreas de intervenção das CCDR. Optou-se assim pelo armazenamento da informação necessária numa base de dados, de uma forma desagregada, e num modo potencialmente convertível para vários sistemas de classificação.

Considerando a pretensão de utilização dos resultados do IEA-LVT em modelos de simulação da qualidade do ar é importante a localização precisa da maioria das emissões. Deste modo, favoreceu-se o recurso à utilização extensiva de fontes poluidoras individualizadas, Fontes Pontuais Individualizadas (FPI) no caso das fontes fixas, e de Fontes Lineares Individualizadas (FLI), no caso das fontes lineares dos transportes. Não se atribuiu *a priori* critérios económicos para a escolha dessas fontes, o que seria difícil neste primeiro exercício de inventário, e que poderia levar à partida a resultados enviesados.

A opção por uma individualização das fontes não deve, no entanto, resultar em subestimação das emissões, pelo que se efectuou um procedimento paralelo de quantificação total das emissões (*top-down*). As actividades não incluídas nas fontes individualizadas (FPI e FLI) foram consideradas fontes em área⁴.

3.2.2 Metodologia Geral do inventário

Foi definida a metodologia no seu âmbito mais vasto, tendo-se decidido, em primeiro lugar, a divisão em fontes fixas e fontes móveis, a forma de recolha de informação, os princípios de armazenamento de informação, a tipologia da informação de base e a selecção dos factores de emissão. Tendo em consideração a especificidade das acções necessárias para o desenvolvimento do inventário de

⁴ A classificação de fontes em área não obsta a que sejam, no entanto, atribuídas ao espaço de uma forma homogénea. Para este tipo de fontes foram definidos factores de espacialização, por exemplo a população.



emissões atmosféricas optou-se pela definição de duas metodologias, uma para as fontes fixas, por um lado, e outra para as fontes móveis rodoviárias⁵.

3.2.3 Metodologias específicas sectoriais

3.2.3.1 *Inventário de Fontes Fixas*

A elaboração do inventário utilizou fontes de informação e metodologias específicas para as: (1) Fontes Pontuais Individualizadas; (3) Emissões de Fontes em Área; e (3) Emissões dos Movimentos Aéreos no Aeroporto de Lisboa.

Fontes Pontuais Individualizadas

A necessidade das emissões das fontes pontuais serem alocadas a posições geográficas com um elevado grau de precisão e, por outro lado, a insuficiência de informação estatística para a região relativamente a processos industriais⁶ levou à opção pela realização de um inquérito às fontes pontuais individualizadas (FPI).

Seleção das Fontes Pontuais Individualizadas

No âmbito da selecção das unidades a inventariar não se restringiu nenhum sector de actividade económica havendo apenas a preocupação de incluir todas as unidades que, em termos da sua importância de emissões, fosse relevante considerar como fontes individualizadas na modelação da qualidade do ar. A identificação das unidades cobre assim actividades industriais, produção de termo-electricidade e vapor, grandes unidades de combustão em serviços como áreas comerciais, hospitais, portos e aeroportos, aterros sanitários, entre outros.

Não se encontrando disponível uma compilação sistematizada das fontes poluidoras existentes na região de Lisboa e Vale do Tejo, estas foram identificadas recorrendo aos inventários anteriores, à base de dados da CCDR-LVT no domínio do licenciamento industrial e através do contacto com as diversas Associações Industriais e DRIE-LVT.

A definição de cada Fonte Individualizada baseia-se na unidade de processamento. Procurou-se, sempre que possível, a individualização das emissões por chaminé em que as mesmas ocorrem, embora houvesse a preocupação de que o inventário cobrisse também as emissões difusas de cada unidade.

Do total de unidades assim seleccionadas foi requerida informação adicional (inquéritos) a cerca de 750 unidades.

⁵ As emissões dos transportes terrestres são determinadas de forma mais adequada considerando-as como fontes pontuais. As emissões das restantes fontes em área (transportes ferroviários, veículos e máquinas agrícolas e transporte fluvial) foram, por insuficiências na informação de base, alocadas como fontes em área.

⁶ Resultante da modificação da recolha da informação estatística pelo INE desde 1991 (IAIT para IAPI)

Recolha de Informação de Base

A informação de base utilizada no Inventário de FPI baseou-se na elaboração de um inquérito específico, enviado às entidades no final de 2002 e início de 2003. Sumariamente o inquérito requeria a descrição dos elementos indicados na Tabela 9: Elementos requeridos no inquérito elaborado.

Tabela 9: Elementos requeridos no inquérito elaborado

Identificação da Unidade	Designação; Localização; CAE; morada; contactos
Descrição do Processo Produtivo	CAE; Principais produtos; Breve descrição do processo; <i>Flow-sheet</i> ; Alterações recentes
Balanco de Massas	Consumo de Matérias-primas (real e nominal); Produção (real e nominal)
Equipamentos de Combustão	Tipo (caldeira; fornalha; motor; turbina) e especificações técnicas relevantes; combustível; Potência Térmica; consumo normal e nominal; horas de funcionamento anual; equipamentos de controlo de emissão e taxa de eficiência
Características dos combustíveis	PCI; teor água; teor de cinzas; enxofre e metais pesados
Equipamentos de processo	Tipo (Secador; Estufa; etc); Actividade nominal e real; horas de funcionamento anual
Chaminés	Altura; equipamentos associados; diâmetro da saída; Caudal volumétrico nominal e médio anual; temperatura de exaustão; Velocidade de exaustão
Monitorização	Equipamento; Condições de medição (nível de actividade); Caudal Volumétrico; Temperatura de saída de gases; Concentrações medidas e teor de oxigénio de referência
Armazenamento de combustíveis e outros produtos voláteis	Tipo e dimensões do tanque; líquido armazenado; tempo de retorno; sistemas de selagem;

Metodologia de Estimativa de Emissões

Dependendo do tipo de processo emissor, do poluente e da disponibilidade de metodologias e informação de base, assim foi utilizada uma das seguintes formulações para a estimativa de emissões atmosféricas:

a. Monitorização

Em certas situações, no caso das emissões conduzidas (envio para a atmosfera por chaminé), os resultados de concentração monitorizados pontualmente permitem a estimativa das emissões anuais realizadas nessa unidade, quando multiplicados pelo caudal médio – eventualmente corrigidos para as condições normais – e extrapolados do nível de actividade efectivo durante a medição (Actividade Medição) para o total de actividade anual (Actividade Anual). Os níveis de actividade são expressos em diversas unidades (u) consoante a actividade, nomeadamente o consumo de combustível, no caso das caldeiras e motores, e produção, para os restantes processos que não envolvam combustão ou em que existe combustão com contacto:

$$\text{Emissão (p)} = Q_{\text{vol. (Nm}^3\text{/h)}} * \text{Concentração (p) (mg/Nm}^3\text{)} * \text{Act. Anual (u/ano)} / \text{Act. Monit (u/h)} * 10^{-9}$$

Na maioria dos casos, contudo, o nível de actividade durante a medição não é conhecido, pelo que a emissão total tem de ser extrapolada a partir da medição



pontual, assumindo que o nível de actividade e as condições de operação durante a medição são representativas das condições médias de funcionamento⁷ e utilizando o número de horas de funcionamento da unidade como factor de extrapolação.

$$\text{Emissão}_{(p)} = Q_{\text{vol. (Nm}^3/\text{h)}} * \text{Concentração}_{(p) \text{ (mg/Nm}^3)} * \text{Horas}_{\text{Anual (h/ano)}} * 10^{-9}$$

Algumas unidades (produção de energia eléctrica e vapor e pasta de papel) procedem à monitorização em contínuo das emissões atmosféricas e, em certas situações, estas emissões anuais podem ser estimadas por:

$$\text{Emissão}_{(p)} = \sum_t [Q_{\text{vol. (t) (Nm}^3/\text{h)}} * \text{Concentração}_{(p,t) \text{ (mg/Nm}^3)} * 10^{-9}]$$

Face às elevadas incertezas que acompanham a utilização desta metodologia de estimativa, e dado que na maioria dos casos o caudal volumétrico reportado não corresponde ao caudal volumétrico de medição, os resultados obtidos foram objecto de uma validação prévia, envolvendo:

- o cálculo da concentração de enxofre original no combustível e a sua comparação com o valor real;
- a determinação do caudal volumétrico estequiométrico, considerando o consumo horário de combustível, a composição elementar e teor de água do combustível e o teor de oxigénio na medição ou exaustão, efectuando-se a comparação com o valor reportado.

b. Balanço de Massas

Esta metodologia é apenas utilizável na estimativa de emissões quando se pode efectuar o balanço de massas entre os materiais entrados e presentes no produto, o que envolve a suposição de que o elemento essencial não é destruído. Aplica-se sobretudo às duas situações descritas de seguida.

A primeira diz respeito para a determinação de emissões de SO_x resultantes da queima de combustíveis⁸, segundo a seguinte expressão:

$$\text{SOx}_{(\text{ton/ano})} = 2 * [\text{Consumo}_{(\text{ton/ano})} * \text{Teor}_S (\%) / 100 - \text{Fixação}_S (\text{ton/ano})]$$

Nesta fórmula, a subtracção do enxofre fixado refere-se à situação em que parte do fluxo de enxofre é fixado numa unidade Claus e convertido em enxofre elementar, ácido sulfúrico ou outra substância contendo enxofre. Este processo ocorre na RLVT nomeadamente numa fábrica de Amónia. A utilização desta metodologia já não é apropriada no caso em que existe contacto entre os gases de combustão e o produto é submetido a elevadas temperaturas, como ocorre na indústria do cimento, vidro e cerâmica.

A segunda situação em que esta metodologia pode ser utilizada é na determinação das emissões de compostos orgânicos voláteis por consumo de solventes e outras substâncias contendo compostos orgânicos voláteis. Nestas situações, e caso não ocorra fixação no produto – manufactura de tintas ou produtos de limpeza, pode assumir-se que todo o solvente consumido é libertado para a atmosfera. As emissões de COVNM são determinadas por:

⁷ O que foi usualmente verificado comparando o consumo de combustível – por vezes estimado do caudal volumétrico – com o consumo anual e o número de horas de funcionamento.

⁸ Esta metodologia poderia ser utilizada também para os metais pesados. No entanto tal não se mostra geralmente exequível face ao desconhecimento do teor de metais pesados no combustível original.



$$\text{COVNM}_{(\text{ton/ano})} = \text{Consumo de Produto}_{(\text{ton/ano})} * \text{Teor Solventes}_{(\%) / 100}$$

c. Factores de Emissão

$$\text{Emissão}_{(p)} = \text{Factor de Emissão}_{(g/u)} * \text{Nível de Actividade}_{(u/ano)}$$

Este processo de estimativa de emissões pode ser utilizado para: (1) a estimativa de emissões de combustão em processos sem contacto, utilizando factores de emissão expressos em g/GJ e utilizando o consumo de energia como nível de actividade de base; (2) a estimativa de emissões de processo ou combustão com contacto, utilizando factores de emissão expressos em massa de poluente emitido por quantidade de produto produzido. Recorreu-se a esta metodologia quando os resultados de monitorização eram inexistentes ou quando os resultados da monitorização não permitiram a sua extrapolação para as emissões totais.

Principais Fontes Poluidoras Individualizadas

Produção de Electricidade e Vapor

No período em análise, na região de Lisboa e Vale do Tejo existiam três grandes unidades produtoras de electricidade: as centrais do Carregado (710 MW) e Setúbal (946 MW), da CPPE – Companhia Portuguesa S.A. e a central termo-eléctrica do Pêgo (615 MW), da TEJO Energia. Encontrava-se ainda nas proximidades de Lisboa a central de turbina a gás do Alto do Mira (132 MW), recentemente encerrada. Além destas unidades dedicadas exclusivamente à produção de energia eléctrica, existe a central da CPPE do Barreiro (56 MW) que é uma unidade de co-geração a fuel-óleo produzindo energia eléctrica e vapor utilizado em várias unidades industriais. A ENERGIN (43.7 MW), localizada em Alhandra, unidade de co-geração a gás natural, iniciou a sua actividade apenas em 2002, não se encontrando incluída no presente inventário. A nova central situada no carregado, a Termo-eléctrica do Ribatejo (TER) iniciou actividade no final de 2004.

As estimativas de emissão destas unidades basearam-se no conhecimento do consumo de combustível e do seu teor de enxofre. No caso do NO_x e partículas totais em suspensão (PTS) as emissões foram estimadas a partir dos dados de monitorização em contínuo do programa Auto-controlo.

Produção de Cimento e clínquer

Na RLVT existem duas unidades de produção de clínquer: a unidade de Alhandra da CIMPOR e a unidade do Outão da SECIL. Foram efectuadas estimativas das emissões resultantes da moagem de calcário, moagem de carvão, forno – incluindo pré-aquecedor -, arrefecedores, moagem de cimento, ensilagem e caldeiras. A disponibilidade de dados de monitorização das emissões permitiu o cálculo de emissões por esta via para partículas, SO_x, NO_x, COV, CO e metais pesados totais para os fornos e partículas das moagens de carvão e cimento para as duas unidades. Foram também utilizados resultados de monitorização para estimar as emissões de PTS nos arrefecedores da CIMPOR e as emissões nas caldeiras da SECIL.

Produção de Pasta de Papel e Papel

Na RLVT localiza-se uma unidade de produção de papel via kraft em Setúbal (PORTUCEL) e uma unidade de produção via bissulfito em Constância (Companhia



de Celulose do Caima, SA). Foram ainda identificadas 6 unidades de produção de papel e cartão.

As unidades de produção de pasta de papel são responsáveis por emissões de combustão de SO_x, NO_x, COV e partículas, resultantes da queima nas caldeiras de recuperação, caldeira de biomassa, caldeira auxiliares e forno de cal, no caso da unidade kraft. Para estas unidades foi possível a determinação das emissões recorrendo a dados de monitorização. De entre as emissões de processo kraft salientam-se as emissões no digestor, lavador, evaporadores, entre outros. Para as emissões de processo e restantes poluentes não cobertos pela monitorização das emissões de combustão recorreu-se à aplicação de factores de emissão.

Relativamente às unidades de produção de papel e cartão foram estimadas as emissões de caldeiras e secadores (Hotte) tendo-se recorrido a dados de monitorização nos próprios equipamentos complementados com factores de emissão.

Indústria Química e Fertilizantes

Sob a designação de sector químico foram incluídas as seguintes unidades processuais:

- As unidades de produção de química inorgânica de base e de fertilizantes da ADP, em Alverca, Lavradio e Setúbal. Além das emissões das caldeiras, foram contabilizadas as emissões resultantes dos vários processos produtivos: amoníaco (metanol, NH₃ e SO_x não recuperado na unidade de recuperação de ácido sulfúrico); ácido nítrico (NO_x e N₂O da absorção); nitrato de amónia e nitro-cal-amónio (PST da moagem de calcário, neutralização, concentração, granuladores e arrefecedores); ureia (partículas e NH₃); superfosfatos e adubos compostos (flúor e partículas na moagem de fosforite, reactores, secadores e arrefecedores e estabilização);
- Fábricas de Fosfato dicálcico e de Sulfato de Alumínio da QUIMITÉCNICA no Lavradio. As emissões estimadas incluem as resultantes das fornalhas na fábrica de fosfato dicálcico, de caldeiras na fábrica de sulfato de alumínio e de processo;
- Produção de detergentes na unidade da LEVER, em Sacavém. Além das emissões de combustão em caldeiras, torres de atomização e despoeiradores. Para todas estas fontes de emissão foram disponibilizados resultados de monitorização de emissões;
- Unidade industrial de produção de derivados de essências de Eucalipto, terebentina e Aromáticos Sintéticos da SOCIDESTILDA, duas unidades de produção de pesticidas: HERBEX e BAYER e uma unidade de produção de velas de estearina, PROMOL. Para estas Unidades, face à ausência de dados de monitorização e factores de emissão foram apenas estimadas as emissões resultantes da combustão em caldeiras.

Cerâmica

Do inventário de FPI foi apenas possível o cálculo de emissões para 5 unidades de produção de materiais de construção e duas unidades de cerâmica decorativa. Incluem-se as emissões resultantes de fornos, secadores e processo (partículas de moagem e manipulação de matérias-primas), tendo-se recorrido a dados de monitorização e factores de emissão.



Vidro

Nesta fase foi apenas efectuada a quantificação das emissões de uma unidade industrial.

Incineração de Resíduos

A VALORSUL, situada em S. João da Talha, incinera Resíduos Sólidos Urbanos. As emissões desta unidade foram calculadas a partir dos dados de monitorização fornecidos.

Moagem, produção de Farinhas, Torrefação e produção de Rações

Foram inventariadas 6 unidades de produção de rações para animais, 3 unidades de moagem e produção de farinhas e duas unidades de torrefação. Os equipamentos destas unidades compreendem geradores de vapor, caldeiras, arrefecedores e emissões de processo (recepção do grão, limpeza, moagem, armazenamento, condicionamento térmico, granuladores, torrador, despacho e aspiração central).

Metalomecânica

O inventário incluiu a estimativa de emissões para 12 unidades, com actividades que vão desde fusão de peças em aço, produção de aço laminado, perfis e tubos, extrusão de alumínio, lacagem, anodização, soldadura e produção de moldes. Incluiu-se também o fabrico de carroçarias metálicas, construção e a reparação naval.

Extracção e Refinação de óleos alimentares

Foram consideradas 3 unidades de extracção e refinação de óleos alimentares: IBEROL, TAGOL e FIMA. Quantificaram-se as emissões de caldeiras, despoeiramentos, secadores e arrefecedores, recepção de sementes, trituração e moagem da farinha. No caso da IBEROL foi também efectuada o cálculo das emissões de hexano, solvente utilizado na extracção.

Produção de Tintas

As emissões resultantes da produção de tintas incluíram 5 unidades. As emissões quantificadas resultam do uso de solventes e pigmentos. As estimativas basearam-se na utilização de factores de emissão.

Gráficas e Impressão

Foram identificadas 17 unidades na RLVT. As emissões de COVNM deste sector resultam da libertação dos solventes contidos nas tintas, tendo sido estimadas pelo consumo de produtos com solvente (tintas, solventes, colas e vernizes) e assumindo o teor do mesmo na sua composição. Foram também estimadas emissões de caldeiras e estufas, quando existiram dados disponíveis.

Outras unidades

Outras unidades consideradas como FPI foram, uma unidade farmacêutica (caldeiras, secadores, forno de queimas e perdas de compostos orgânicos voláteis),

uma unidade de refinação de açúcar (caldeiras), 4 unidades de processamento de polímeros, duas unidades de equipamentos eléctricos e duas unidades de produção de cabos eléctricos.

Fontes em Área

Emissões de Combustão

As emissões das fontes em área cobrem as emissões resultantes do consumo de energia realizado na RLVT e que não se encontra contemplado no total de consumo de combustível das fontes individualizadas. A ausência de estatísticas de produção industrial com informação desagregada espacialmente impede a estimativa, por igual metodologia, das emissões de processo industrial em área. O consumo de combustível nas fontes em área foi determinado por combustível f , subtraindo, no total de consumo na RLVT, o total de consumo nas unidades FPI consideradas no inventário:

$$\text{Consumo}_{\text{Área } (f)} = \text{Consumo}_{\text{Total } (f)} - \sum_u \text{Consumo}_{\text{FPI } (f,u)}$$

Excluindo o caso do gás natural, as estatísticas da Direcção-Geral de Geologia e Energia (DGGE) não permitem a distinção entre o uso industrial, doméstico, comercial e serviços, inclusive nos dados referentes às vendas por sector de actividade, disponíveis por distrito⁹. Sendo assim, assumiu-se que todo o consumo de butano, petróleos, lenhas e carvão vegetal ocorre nos sectores doméstico, serviços e comércio, enquanto todo o consumo de propano e fuel-óleo é efectuado no sector industrial. O consumo de gasóleo de aquecimento foi distribuído igualmente pelo sector industrial e pelos restantes sectores. As estatísticas disponíveis permitem, contudo, a identificação da quantidade de gasóleo agrícola, que se supôs totalmente utilizado em viaturas e máquinas agrícolas.

As estatísticas de vendas por distrito e CAE, para o ano 2003, permitem a determinação do uso de gás natural. Esta informação foi utilizada para determinar o consumo de gás natural nos usos doméstico, comércio e serviços na RLVT, a partir de relações *per capita*, estabelecidas para cada distrito (Tabela 10: Consumo de Gás Natural *per capita* nos principais distritos da RLVT em 2003).

Tabela 10: Consumo de Gás Natural *per capita* nos principais distritos da RLVT em 2003

Distrito	Sector	Consumo per capita (kg/hab.)
Lisboa	Doméstico	42
	Serviços, Comércio	31
Setúbal	Doméstico	20
	Serviços, Comércio	11
Santarém	Doméstico	0
	Serviços, Comércio	0

Fonte: DGGE

⁹ A determinação das vendas faz-se directamente pela empresa de produtos petrolíferos. O factor de uma substancial percentagem das vendas ser referida ao comércio por grosso e comércio a retalho torna difícil a identificação do consumidor final.

Embora relações semelhantes pudessem ser aplicadas para a determinação do consumo total de gás natural na indústria da região, não se optou pela aplicação de tal estimativa para esse sector, dado não ser seguro existir alguma relação entre o consumo de gás natural na indústria e a população ou qualquer outro indicador demográfico. A estimativa dos consumos e emissões devidas ao consumo de gás natural fica assim restrita às unidades FPI identificadas.

O consumo de lenhas e carvão vegetal foi estimado recorrendo ao consumo *per capita* a nível nacional, utilizando os elementos apresentados no Balanço Energético Nacional (DGGE). As estatísticas de energia da DGGE não permitem uma caracterização dos consumos a um nível territorial mais detalhado. Em 2001 foram consumidos 365 kg lenha/habitante/ano e 2.4 kg/habitante/ano de carvão vegetal. O consumo total das fontes em área é apresentado na Tabela 11: Consumo total de combustíveis em fontes fixas estacionárias, excluindo as Fontes Pontuais Individualizadas (2000, 2001). O consumo total por sector foi desagregado ao nível da freguesia utilizando a população residente (Censos de 2001 do INE) como indicador de alocação.

Tabela 11: Consumo total de combustíveis em fontes fixas estacionárias, excluindo as Fontes Pontuais Individualizadas (2000, 2001)

Sector	Ano	Butano	Propano	GO Agrícola	GO Aquec.	FO	Petróleos	Gás Natural	Lenhas	Carvão Vegetal
Indústria	2000		184.197		7.687	608.346				
Dom+Ser+Com		140.688		108.434	7.687		1.936	176.071	1.258.407	8.347
Indústria	2001		171.301		8.494	505.450				
Dom+Ser+Com		136.599		113.871	8.494		1.840	176.071	1.258.407	8.347

Finalmente, as emissões de poluentes foram determinadas utilizando factores de emissão aplicados ao consumo de energia (expressa em GJ e determinada a partir do PCI – Poder Calorífico Inferior) ou pelo teor de enxofre e metais pesados.

$$\text{Emissão}_{(p)} = \text{Factor de Emissão}_{(g/GJ)} * \text{Consumo Energia}_{(GJ/ano)} * 10^{-6}$$

$$\text{SOx}_{(ton/ano)} = 2 * [\text{Consumo}_{(ton/ano)} * \text{Teor}_S(\%) / 100 - \text{Fixação}_S(ton/ano)]$$

$$\text{MP}_{(ton/ano)} = \text{Consumo}_{(ton/ano)} * \text{Factor Emissão}_{(g/ton)} * 10^{-6}$$

Os factores de emissão utilizados são os gerais utilizados no Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Poluentes Atmosféricos (INERPA), tal como publicados em IA (2005) para fontes industriais, para o consumo de energia no sector primário e consumo de energia nos serviços (Tabela 12: Factores de Emissão para Fontes em Área).

Tabela 12: Factores de Emissão para Fontes em Área

Sector	Parâm.	Unid.	Butano	Propano	GO Agrícola	GO Aquec.	FO	Petróleos	Gás Natural	Lenhas	Carvão Vegetal
Geral	PCI	MJ/Kg	47,3	47,3	43,3	43,3	40,2	43,7	46,0	12,6	25,1
Geral	SOx	%	0,0	0,0	0,0	0,150	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Indústria	NOx		90,0	90,0	1.313,9	60,0	160,0	60,0	40,0	70,0	67,0
Dom+Serv+Com			65,0	65,0	1.314	577,5	160,0	55,0	40,0	67,0	67,0
Indústria	COVNM		2,5	2,5	194,8	1,0	3,0	1,0	2,5	150,0	400,0
Dom+Serv+Com			2,5	2,5	194,8	51,0	3,0	51,0	2,5	400,0	400,0
Indústria	CH4		1,4	1,4	7,2	0,1	2,9	0,1	2,5	15,0	300,0
Dom+Serv+Com			1,5	1,5	7,2	5,0	5,1	5,0	2,5	300,0	300,0
Indústria	CO		17,0	17,0	478,0	12,0	15,0	12,0	14,0	500,0	5.000,0
Dom+Serv+Com		g/GJ	250,0	250,0	478,0	40,0	20,0	40,0	14,0	5.000,0	5.000,0
Indústria	PST		4,9	4,9	135,5	6,5	53,0	6,5	0,8	172,0	405,1
Dom+Serv+Com			2,2	2,2	135,5	6,5	53,0	6,5	0,8	405,1	405,1
Indústria	PM10		4,9	4,9	135,5	3,3	45,6	3,3	0,8	154,8	405,1
Dom+Serv+Com			2,2	2,2	135,5	3,6	32,9	3,6	0,8	405,1	405,1
Indústria	PM2.5		4,9	4,9	135,5	0,8	29,7	0,8	0,8	130,7	405,1
Dom+Serv+Com			2,2	2,2	135,5	2,7	12,2	2,7	0,8	405,1	405,1
Indústria	PM1		4,9	4,9	135,5	0,5	19,1	0,5	0,8	115,2	405,1
Dom+Serv+Com			2,2	2,2	135,5	2,4	7,4	2,4	0,8	405,1	405,1
Geral	Pb		0,000	0,000	0,200	0,593	0,931	0,593	0,000	0,050	0,000
	Cd		0,000	0,000	0,010	0,040	0,684	0,255	0,000	0,015	0,015
	Hg		0,004	0,004	0,000	0,017	0,507	0,000	0,004	0,100	0,100
	As		0,000	0,000	0,050	0,064	0,556	0,000	0,000	0,043	0,043
Geral	Cr	g/t	0,000	0,000	0,050	0,261	1,702	0,050	0,000	0,001	0,001
	Cu		0,000	0,000	1,700	0,650	0,741	1,100	0,000	0,100	0,100
	Ni		0,000	0,000	0,070	0,060	26,914	0,285	0,000	0,006	0,006
	Se		0,000	0,000	0,010	0,037	0,068	0,030	0,000	0,023	0,023
	Zn		0,000	0,000	1,000	0,433	1,900	3,000	0,000	2,000	2,000

(Fonte: IA,2005)

Emissões Evaporativas não Industriais

É possível a estimativa das emissões de compostos orgânicos voláteis resultantes do uso de produtos que os contêm, usando taxas nacionais de uso *per capita* e assumindo que a percentagem da sua utilização na região de Lisboa e Vale do Tejo não difere das condições médias nacionais. As taxas médias, e o indicador utilizado, são apresentados na Tabela 13: *Uso per capita* no sector não industrial de produtos responsáveis pela libertação de COVNM. Novamente, tal como para as emissões de combustão, não é exequível a utilização de tal procedimento de extrapolação para quantificar os usos industriais.

Tabela 13: Uso per capita no sector não industrial de produtos responsáveis pela libertação de COVNM

Actividade	Indicador	COVNM
Uso Tintas	kg/edifício/ano	8.0
Limpeza a Seco	kg/hab./ano	0.155
Padarias	kg/hab./ano	0.066
Prod. Limpeza e outros usos domésticos	kg/alojamento/ano	3.1

Movimentos Aéreos no Aeroporto de Lisboa

As emissões resultantes dos movimentos aéreos são, em termos de inventário, definidas como fontes fixas tendo em consideração que as emissões relevantes para a determinação da qualidade do ar a nível local e regional resultam das emissões durante os movimentos de descolagem e aterragem realizados até à altura de cerca de 1000 metros. As emissões acima dessa altitude repercutem-se também por efeitos a nível da qualidade do ar, mas de carácter global e extravasam portanto os objectivos orientadores do presente inventário de emissões atmosféricas.

As emissões foram determinadas recorrendo ao uso de factores de emissão, específicos do tipo de avião (av), do seguinte modo:

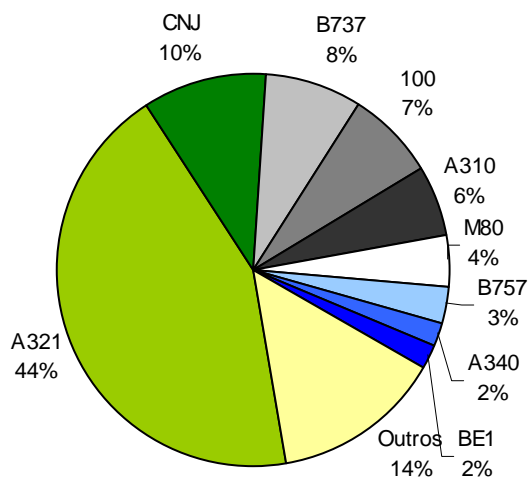
$$\text{Emissão}_{(p)} = \sum_{\text{av}} [\text{FE}_{(p,\text{av})} * \text{LTO}_{(\text{av})}]$$

Para os metais pesados e óxidos de enxofre, no entanto, as emissões foram determinadas a partir do teor de enxofre e metais pesados no combustível utilizado (*Jet-fuel*), exclusivamente na fase LTO (*Land and Take-Off*):

$$\text{SO}_x (\text{ton/ano}) = 2 * \text{Consumo}_{(\text{ton/ano})} * \text{Teor}_S (\%) / 100$$

$$\text{MP}_{(\text{ton/ano})} = \text{Consumo}_{(\text{ton/ano})} * \text{Factor Emissão}_{(\text{g/ton})} * 10^{-6}$$

Os movimentos aéreos realizados no Aeroporto de Lisboa por tipo de avião foram disponibilizados pela ANA-Aeroportos, S.A. para o ano de 1999. A Figura 13 permite verificar a predominância de alguns tipos de aviões, de onde se destacam o Airbus 320, o Boeing 737, totalizando ambos 51% dos movimentos registados.



Fonte: INAC

Figura 13: Movimentos aéreos no aeroporto de Lisboa por tipo de aeronave (média 2000 - 2001)

As emissões foram estimadas recorrendo ao uso de factores de emissão, específicos de cada aeronave, os quais são apresentados na Tabela 14: Factores de Emissão por aeronave (kg/LTO). Os factores de emissão indicam as emissões realizadas por movimento LTO.

Tabela 14: Factores de Emissão por aeronave (kg/LTO)

IATA/ICAO	Consumo	CO	NOx	PM	COVNM
100	737.472	12.602	5.719	7.057	1.396
146	578.367	11.547	4.048	5.583	1.450
310	1572.275	18.683	23.291	15.408	3.515
320	820.069	6.002	11.068	7.974	0.495
321	977.552	8.908	16.000	9.537	0.820
330	1937.532	19.274	35.981	19.008	3.525
340	1910.016	25.892	30.156	18.663	4.057
707	1871.370	82.730	14.766	18.153	70.004
727	1262.905	14.565	10.391	12.136	4.000
737	892.044	11.335	7.881	8.599	2.119
747	3572.719	98.382	56.156	34.708	43.262
757	1284.198	11.182	20.927	12.511	0.920
767	1726.167	19.163	26.480	16.910	3.470
777	2049.844	14.811	40.403	20.171	2.299
BE1	98.034	7.437	0.366	0.935	6.237
CNJ	68.770	4.356	0.316	0.643	1.664
EMB	78.204	3.258	0.363	0.747	2.268
M80	995.418	6.538	11.764	9.674	1.888
PAG	31.739	43.679	0.019	0.333	0.679

Fonte: EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition (EEA, 2002) e FAIED

3.2.3.2 Inventário de Fontes Móveis Rodoviárias

A estimativa das emissões atmosféricas das fontes móveis rodoviárias teve em consideração três grupos distintos: (1) Emissões na cidade (concelho) de Lisboa; (2) Emissões nas principais vias rodoviárias e (3) Restantes emissões realizadas na região de Lisboa e Vale do Tejo. As emissões do grupo (1) e (2) consistem nas Fontes Lineares Individualizadas (FLI) do IEA-LVT.

Inventário de Emissões Rodoviárias em Lisboa

Como anteriormente referido a metodologia utilizada no inventário encontra-se detalhadamente descrita em Gois *et al.* (2005) importando salientar aqui apenas os traços principais dessa metodologia:

- os registos de tráfego efectuados pela Câmara Municipal de Lisboa (CML) nas 110 secções de monitorização de tráfego na cidade de Lisboa (GERTRUDE - *Gestion Electronique de Règulation en Temps Réel pour l'Urbanisme, les Déplacements et l'Environnement*), embora adequados para a gestão de tráfego, fim a que se destinam, mostram-se insuficientes para uma caracterização detalhada dos níveis de tráfego em todas as vias da cidade de Lisboa, cingidos que estão às vias centrais e onde se mostra mais premente a gestão do tráfego;
- por esta razão os níveis de tráfego (q_i^1 - veículos/hr), em todas os troços de via, foram estimados multiplicando a densidade de veículos (k_i - veículos/km) pela sua velocidade de circulação (u_i - km/h), segundo:

$$q_i^1 = u_i \cdot k_i$$

- a densidade de veículos, por quilómetro de via, foi determinada para cada troço de rua por contagem a partir de fotografia aérea fornecida pelo Serviço de Protecção Civil da Câmara Municipal de Lisboa para os anos de 2000 e 2001 (Figura 14). Cerca de 22 mil veículos foram detectados na cidade de Lisboa em cada momento. Num Sistema de Informação Geográfico (SIG) foram identificados os veículos em movimento, tendo-se ainda efectuado a distinção entre veículos pesados, veículos ligeiros e motociclos. Para as principais vias a densidade de veículos foi determinada dividindo o número de veículos detectados em cada troço pelo comprimento respectivo do troço. Nas vias de menor tráfego, de forma a evitar que a menor densidade de veículos originasse troços sem veículos, definiram-se zonas (bairros) tendo-se determinado a densidade média de veículos, dividindo o total de veículos no bairro pelo total de quilómetros de vias no bairro. Os valores assim determinados foram ajustados por um factor temporal (t_{FAC}), obtido de registos no sistema GERTRUDE, convertendo os dados de tráfego horários estimados para a hora da foto (11-14h), para valores de Tráfego Médio Diário Anual (TMDA);



Figura 14: Contagem de veículos na cidade de Lisboa no ano 2000, a partir de fotografia aérea do Serviço de Protecção Civil da CML (Gois *et al.*, 2005; base: CML)

- a velocidade de circulação foi obtida pela medição dos tempos de percurso nas vias de Lisboa, em veículos seguindo o fluxo de tráfego dominante. Foram utilizados dois níveis metodológicos: (1) registo por GPS, para as principais vias, permitindo a determinação da velocidade com um detalhe de 5 seg. de intervalo e a determinação de velocidades médias específicas de cada troço de via; (2) determinação do tempo de percurso em percursos de objectivos aleatórios nas restantes áreas¹⁰ (bairros). A velocidade média

¹⁰ Metodologia utilizada por dificuldades de utilização do GPS nas zonas urbanas mais densas e de menor largura de via.

obtida em Lisboa foi de 23.9 km/h nas principais ruas (GPS) e de 25.5 nos bairros;

- os níveis de tráfego assim obtidos - primeira estimativa - são posteriormente corrigidos de forma a que exista equivalência entre o consumo total de combustível estimado no modelo (FC_{ufi}) e aquele efectivamente realizado, determinado a partir das vendas de combustível por concelho da DGGE. Os veículos-quilómetro (vkm) finais, incorporando o fluxo de tráfego e a dimensão da via (ll_i) resultam assim de:

$$vkm_i^2 = q_i^1 \times ll_i \times \sum_f \left[\frac{TFC_f}{\sum_i (365 \times t_{FAC} \times F_{lf} \times FC_{ufi} \times q_i^1 \times ll_i \times 10^{-6})} \right]$$

- O combustível, gasolina e gasóleo, efectivamente consumido em toda esta zona foi determinado a partir do volume de vendas de combustível por concelho disponível na Direcção-Geral de Geologia e Energia (DGGE). A correcção efectuada teve também em consideração a movimentação oculta de combustível nos depósitos dos veículos, causada pelo facto de o consumo de combustível no interior dos concelhos não resultar apenas das vendas de combustíveis nos mesmos, mas também da importação/exportação de combustível fornecido no exterior dos concelhos onde é utilizado e transferido para o concelho, no interior dos tanques de combustível. A situação é diversa segundo os concelhos, sendo que Lisboa funciona essencialmente como receptora de combustível proveniente dos veículos que diariamente entram nos limites da cidade, enquanto Oeiras e Cascais contribuem com combustível para a cidade de Lisboa.

Consumo = Vendas + Importação nos tanques dos veículos

- Segundo as estimativas efectuadas a partir dos registos do IEP e da BRISA, no ano 2000, cerca de 622 mil veículos cruzavam diariamente as fronteiras de Lisboa nos 10 principais pontos de comunicação (Figura 15). Desses, cerca de 32% abasteceram os depósitos fora de Lisboa, importando emissões resultantes do consumo desse combustível que é realizado nos seus percursos na cidade.

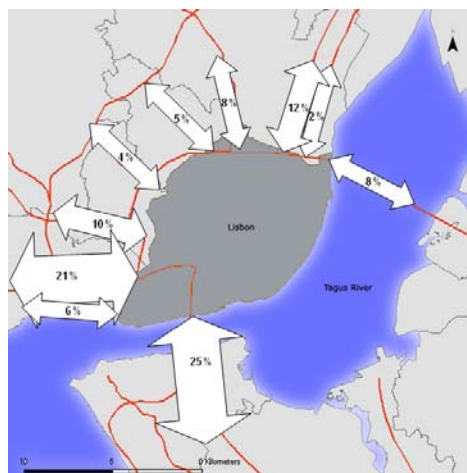
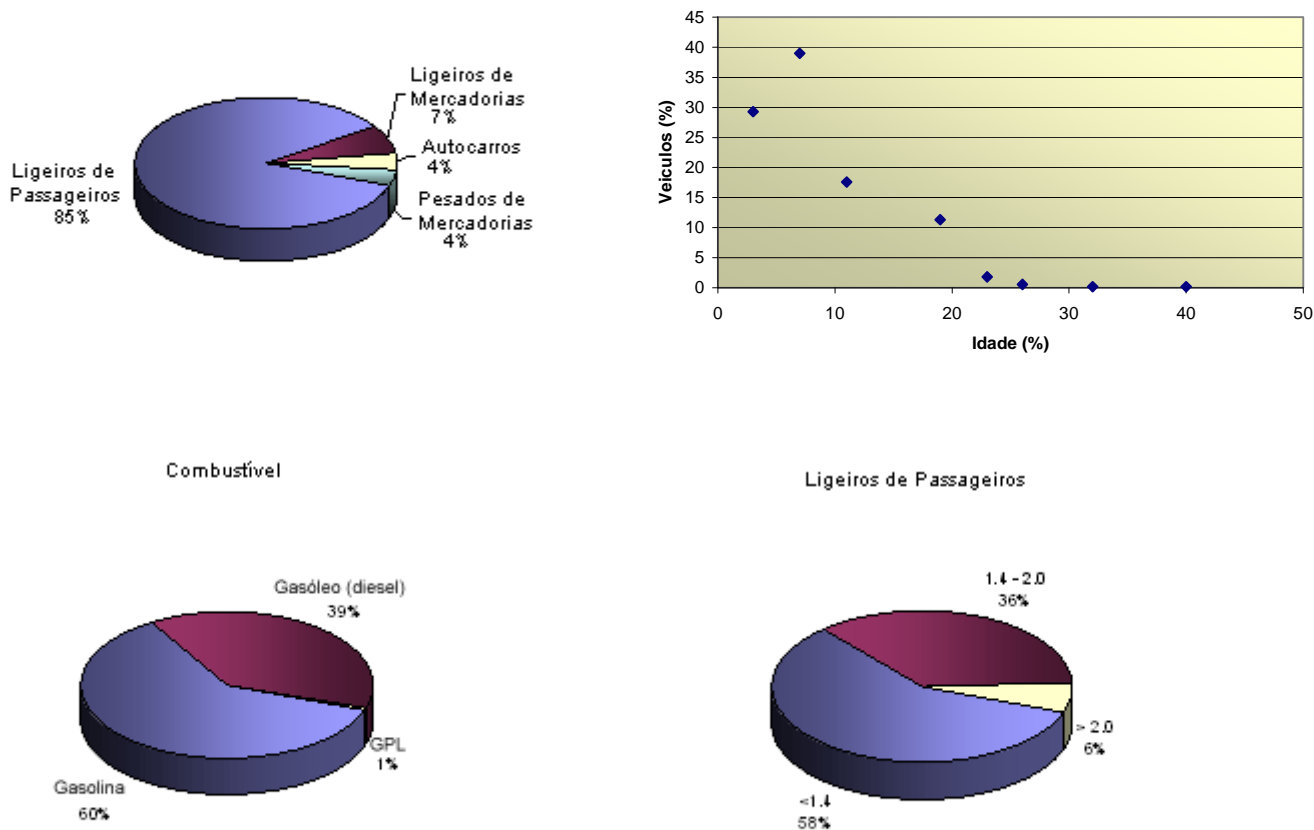


Figura 15: Estimativa do valor médio diário anual do volume de tráfego que cruzou diariamente a fronteira da cidade de Lisboa no ano 2000 (Gois *et al.*, 2005)

- Os factores de emissão utilizados no inventário resultam de estudos europeus (INRETS, MEET), os quais se encontram sintetizados nos factores

de emissão publicados pelo EMEP/CORINAIR (EEA, 2002). Estes factores, bastante detalhados, dependem das condições de circulação, sobretudo da velocidade e das características do parque automóvel (tipo de veículo, motor, ano de comercialização, tecnologia de controlo de emissões, cilindrada, peso). A caracterização do parque automóvel em Lisboa baseia-se em campanhas realizadas pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) (Figura 16).



Adaptado de FCT/UNL

Figura 16: Composição do Parque Automóvel na cidade de Lisboa

Os resultados obtidos por esta metodologia foram comparados com as medições médias anuais reais em 65 pontos da rede GERTRUDE, tendo-se verificado uma correlação estatisticamente aceitável.

Inventário de Emissões de Fontes Rodoviárias na Região de Lisboa e Vale do Tejo excluindo Lisboa

Princípios Gerais

Fora da cidade de Lisboa foi efectuada a individualização da estimativa das emissões para as vias cujos níveis de tráfego são monitorizados: auto-estradas e



vias rodoviárias monitorizadas pelo IEP, designadas por Fontes Lineares Individualizadas (FLI).

Para além das emissões realizadas na cidade de Lisboa e nas principais vias rodoviárias (FLI) restam as emissões resultantes da circulação do tráfego automóvel nas restantes áreas. O método considerado mais adequado para a estimativa de emissões baseia-se na determinação do consumo de combustível e aplicação de factores de emissão que reflectam as condições típicas de circulação.

Identificação de FLI e Caracterização dos Níveis de Tráfego

A selecção de Fontes Lineares Individualizadas (FLI) ficou, assim, limitada às unidades para as quais foi possível determinar os níveis de tráfego. Em primeiro lugar encontram-se as auto-estradas sujeitas a pagamento de portagem (BRISA e Auto-Estradas do Atlântico). Para estas vias a determinação dos níveis de tráfego encontra-se disponível por troço. Em segundo lugar, o IEP dispõe de uma rede de monitorização de níveis de tráfego em secções situadas nas vias mais importantes. Neste caso é, no entanto, mais difícil (e mais incerto) a atribuição de níveis de tráfego por troço, variável que é necessária para proceder ao Inventário. Sendo assim, o número de troços possível de caracterizar restringe-se às vias mais importantes (CRIL, CREL, Radial de Odivelas, IC19). Apresenta-se seguidamente os troços considerados e as suas características principais, tal como foram utilizadas no Inventário de Emissões Atmosféricas (Tabela 15: Níveis de Tráfego e Percentagem de Veículos Pesados em Circulação nas Fontes Lineares Individualizadas): percurso, TMDA e percentagem das várias classes de veículos - ligeiros, pesados e motociclos.

Tabela 15: Níveis de Tráfego e Percentagem de Veículos Pesados em Circulação nas Fontes Lineares Individualizadas

Via	Lanço	L (km)	TMDA		Pesados (%)	
			2000	2001	2000	2001
A01	Sacavém/São João da Talha	4	74.489	75.142	15	15
	São João da Talha/Santa Iria da Azóia	3	68.092	68.345	15	15
	Santa Iria da Azóia/Alverca	6	63.294	63.248	15	15
	Alverca/Vila Franca de Xira	9	78.626	82.089	15	15
	Vila Franca de Xira II/Vila Franca de Xira I	3	81.352	84.261	15	15
	Vila Franca de Xira/Carregado	4	67.941	71.973	15	15
	Carregado/Aveiras de Cima	14	50.217	52.117	15	15
	Aveiras de Cima/Santarém	18	39.342	41.172	15	15
	Santarém/Nó com A15	3	37.620	39.965	15	15
	Nó com A15/Torres Novas	27	37.620	39.965	15	15
	Torres Novas/Fátima	23	29.232	30.210	15	15
A02	Almada/Fogueteiro	9	88.191	90.472	9	9
	Fogueteiro/Coina	9	45.762	49.410	9	9
	Coina/Palmela	11	33.046	34.552	9	9
	Palmela/Nó de Setúbal	2	33.629	35.456	9	9
	Nó de Setúbal/Marateca	19	25.361	27.230	9	9
A05	Viaduto Duarte Pacheco/Cruz Oliveiras	1	238.253	244.047	5	5
	Cruz Oliveiras/Monsanto	2	226.907	232.426	5	5
	Monsanto/Miraflores	1	129.749	132.905	5	5
	Miraflores/Linda-a-Velha	2	249.517	255.586	5	5
	Linda-a-Velha/Estádio Nacional	3	191.936	196.605	5	5



Via	Lanço	L (km)	TMDA		Pesados (%)		
			2000	2001	2000	2001	
	Estádio Nacional/Oeiras	3	123.534	129.362	5	5	
	Oeiras/Carcavelos	3	84.827	85.672	5	5	
	Carcavelos/Cascais	10	56.971	57.873	5	5	
A08	Lisboa (CRIL)/Loures	7	36.757	40.144	10	10	
	Loures/Nó CREL	2	36.995	40.128	10	10	
	Nó CREL/Lousã	7	40.903	44.703	10	10	
	Lousã/Malveira	3	36.536	39.759	10	10	
	Malveira/Enxara	8	21.695	23.148	10	10	
	Enxara/Torres Vedras Sul	9	20.310	21.626	10	10	
	Torres Vedras Sul/Torres Vedras Norte	5	15.629	16.554	10	10	
	Torres Vedras Norte/Ramalhal (EN8-2)	3	18.261	17.643	10	10	
	Ramalhal (EN 8-2)/Campelos (EN 361-1)	10	11.642	11.136	10	10	
	Campelos (EN 361-1) / Bombarral	7	11.315	10.926	10	10	
	Tornada (EN 8)/Alfeizerão (EN 8)	8	0	8.472	NA	10	
	Alfeizerão (EN 8)/Valado dos Frades (EN 8-5)	12	0	7.658	NA	10	
	Valado dos Frades (EN 8-5)/Pataias (EN 242-4)	8	0	6.958	NA	10	
	A09	Estádio Nacional/Queluz	3	68.160	76.517	11	11
		Queluz/Pontinha	6	53.543	56.672	11	11
Pontinha/Odivelas		7	41.456	43.535	11	11	
Odivelas/Nó com A8		4	39.023	41.541	11	11	
Nó com A8/Bucelas		3	35.851	38.780	11	11	
Bucelas / Nó A9/A10		8	28.359	29.298	11	11	
Nó A9/A10 / Alverca		3	28.359	29.298	11	11	
A12	Setúbal/Nó de Setúbal (A2)	5	29.808	31.514	11	11	
	Nó de Setúbal (A2)/Pinhal Novo	10	20.964	22.699	11	11	
	Pinhal Novo/Montijo	9	21.454	23.432	11	11	
A15	A-dos-Negros (EN 115) / Subestação (EN 361)	10	0	3.536	NA	16	
	Subestação (EN 361) / Rio Maior (IC 2)	5	0	3.091	NA	16	
	Rio Maior (IC 2) / Rio Maior (EN 114)	3	0	2.880	NA	16	
	Rio Maior (EN 114) / Malaqueijo	8	0	4.084	NA	16	
	Malaqueijo / Santarém (A1)	11	0	4.067	NA	16	
EN10	Vª Franca de Xira/ Sacavém	21	9.893	9.893	15	15	
EN117	Belas/ Pêro Pinheiro	11	5.976	5.749	2	2	
IC19	Buraca/ Reboleira	2	64.256	68.444	4	4	
	Reboleira/Queluz	2	125.293	134.010	7	5	
	Queluz/ Agualva-Cacém	5	116.564	132.503	3	2	
	Cacém/Sintra	5	36.247	36.247	3	3	
CRIL-IC17	Algés/A5	2	25.293	27.352	3	3	
	A5/Buraca (IC19)	2	4.498	4.805	1	1	
	Nó de Odivelas/ Sacavém	7	12.158	12.158	10	10	
	Alfornelos/ Nó de Odivelas	4	37.587	37.587	3	3	
IC22	Sr. Roubado/ Ramada	3	27.391	27.391	1	1	
IC16	Sintra/ Lourel	2	24.697	27.443	8	9	
Marginal	Lisboa/ Cascais	21	36.958	36.958	1	1	



Via	Lanço	L (km)	TMDA		Pesados (%)	
			2000	2001	2000	2001
EN3	Carregado/ Santarém	38	9.069	9.069	3	3
IC2	Alcoentre/ Rio Maior	12	10.162	10.162	15	15
EN10	Vª Franca de Xira/ Pegões	48	9.923	8.972	17	20
EN378	Fogueteiro/ Marco do Grilo	7	17.563	18.214	16	17

Fonte: BRISA; AEAtlântico; IEP

Estimativa de Emissões nas FLI

O cálculo das emissões atmosféricas em cada troço das FLI foi efectuado aplicando factores de emissão. Estes factores de emissão distinguem as vias segundo as suas condições de circulação, separando-se entre auto-estradas e estradas nacionais, e considerando factores de emissão específicos de cada classe de veículo, c (ligeiros, pesados e veículos de duas rodas).

$$\text{Emissão}_{(p,v)} \text{ (ton)} = \sum_c [\text{TMDA}_{(v,c)} \text{ (veic/dia)} * 365 * L_{(km)} * \text{FE}_{(g/km)}] * 10^{-6}$$

Os factores de emissão apresentados na Tabela 16: Factores de Emissão para Fontes Lineares Individualizadas baseiam-se na metodologia EMEP/CORINAIR (EEA, 2002), tendo-se assumido a mesma composição do tráfego (idade, dimensão dos veículos e tecnologia) do Inventário Nacional (IA, 2005).

Tabela 16: Factores de Emissão para Fontes Lineares Individualizadas

Parâmetro	Classe	Unidade	AE		EN	
			2000	2001	2000	2001
Consumo	LV	g/km/veic	85	85	58	59
	HV		190	190	170	166
	2W		43	42	28	28
NO _x	LV		2	2	1	1
	HV		4	4	5	4
	2W		0	0	0	0
CO	LV		4	4	2	2
	HV		1	1	2	2
	2W		45	43	16	16
COVNM	LV	0	0	0	0	
	HV	1	1	1	1	
	2W	3	3	8	7	
SO _x	LV	0	0	0	0	
	HV	0	0	0	0	
	2W	0	0	0	0	
PM ₁₀	LV	0	0	0	0	
	HV	0	0	0	0	
	2W	0	0	0	0	
Pb	LV	microg/km/veic	764	782	876	936
	HV	3.792	3.791	3.391	3.316	
	2W	1	1	0	0	
Cd	LV	1	1	1	1	
	HV	2	2	2	2	
	2W	0	0	0	0	
Hg	LV	0	0	0	0	

Parâmetro	Classe	Unidade	AE		EN	
			2000	2001	2000	2001
	HV		0	0	0	0
	2W		0	0	0	0
	LV		0	0	0	0
As	HV		0	0	0	0
	2W		0	0	0	0
	LV		4	4	3	3
Cr	HV		9	9	8	8
	2W		2	2	1	1
	LV		142	143	99	100
Cu	HV		322	322	288	282
	2W		72	72	47	47
	LV		6	6	4	4
Ni	HV		13	13	12	12
	2W		3	3	2	2
	LV		1	1	1	1
Se	HV		2	2	2	2
	2W		0	0	0	0
	LV		84	84	58	59
Zn	HV		190	190	170	166
	2W		43	42	28	28

Consumo de Combustível

Tendo em consideração a dimensão da região de Lisboa e Vale do Tejo é de assumir, contrariamente ao que foi feito para a cidade de Lisboa, que o consumo de combustível na totalidade da região se aproxima razoavelmente do total de vendas de combustível rodoviário nos concelhos que fazem parte da região. As vendas de combustíveis rodoviários estão disponíveis nas estatísticas de vendas de combustível por concelho da DGGE¹¹. O movimento de veículos na fronteira da região pode causar a importação ou exportação oculta de combustível nos tanques dos veículos e levar a que o combustível queimado na RLVT, e conseqüentemente as emissões atmosféricas, seja maior, ou menor, do que as vendas efectuadas. Este erro é, no entanto, e por comparação com a situação do inventário de emissões na cidade de Lisboa, provavelmente de reduzida expressão face à dimensão da área inventariada.

Após a determinação do consumo total na região, estimou-se o consumo das fontes em área, para cada combustível f (gasóleo, gasolina e LPG), a partir da seguinte relação simples:

$$\text{Consumo}_{\text{Área (f)}} = \text{Consumo}_{\text{Total (f)}} - \sum_i \{ \text{Consumo}_{\text{FLI (i,f)}} \} - \text{Consumo}_{\text{Lisboa (f)}}$$

O balanço anual de combustíveis é assim apresentado na Tabela 17: Consumo de Combustível nas fontes rodoviárias na RLVT em 2000 e 2001.

¹¹ Assume-se, com um erro aceitável, que toda a gasolina vendida é utilizada nos veículos rodoviários. As vendas de gás auto é apresentada de forma distinta, enquanto as vendas de gasóleo rodoviário são obtidas pela relação das vendas de gasóleo colorido e para aquecimento (2003), incorporando portanto alguns consumos em máquinas e motores.

Tabela 17: Consumo de Combustível nas fontes rodoviárias na RLVT em 2000 e 2001

Combustível	Fonte	Consumo (ton)	
		2000	2001
GO	Lisboa	320.102	386.692
	FLI	338.680	366.691
	Area (Urbano)	533.186	519.468
	Area (Rural)	333.656	325.072
Gasolina	Lisboa	225.983	246.053
	FLI	229.237	238.372
	Area (Urbano)	204.053	170.652
	Area (Rural)	127.692	106.791
GPL	Lisboa	1.987	1.823
	FLI	5.002	4.349
	Area (Urbano)	58	605
	Area (Rural)	36	378

Face à ausência de outro indicador adequado o consumo total assim determinado foi alocado a cada freguesia recorrendo à população residente no ano de 2001.

Estimativa de Emissões nas Fontes em Área

As emissões nas fontes em área foram determinadas recorrendo a factores de emissão, aplicados agora ao consumo de combustível e expressos em massa por tonelada de combustível queimado, segundo a seguinte expressão:

$$\text{Emissão}_{(p)} = \sum_f \text{FE}_{(p)} \text{ (g/ton)} * \text{Consumo}_{(f)} \text{ (ton/ano)} * 10^{-6}$$

Os factores de emissão dependem no entanto de vários aspectos de entre os quais se salientam as características do parque automóvel em circulação (tipo de veículo, tipo de motor, repartição de idade, tecnologia de controlo de emissões e normas de emissão, dimensão ou cilindrada) e das condições de circulação, sendo muito diversas, nomeadamente, as emissões que se realizam em meio urbano das emissões realizadas em meio rural.

Face à ausência de uma adequada caracterização específica do parque automóvel na RLVT houve a necessidade de recorrer à caracterização do parque automóvel realizado no âmbito do Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Poluentes Atmosféricos (IA, 2005). A caracterização efectuada a nível nacional deve ser considerada uma boa aproximação da situação existente a nível da região, tendo em consideração a sua representatividade a nível nacional. Os factores de emissão assim determinados para os anos de 2000 e 2001, expressos em g/ton, e distinguindo o modo de circulação urbano do rural, são apresentados na Tabela 18: Factores de Emissão para Fontes Rodoviárias em área, para as condições de circulação urbanas (g/ton) e Tabela 19: Factores de Emissão para Fontes Rodoviárias em área, para as condições de circulação rurais (g/ton).

Tabela 18: Factores de Emissão para Fontes Rodoviárias em área, para as condições de circulação urbanas (g/ton)

Parâmetro	Gasóleo		Gasolina		GPL	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
SO _x	700		300		3	
NO _x	20.998	20.165	11.195	10.178	12.131	11.381
COVNM	2.772	2.690	15.537	14.122	9.860	9.233
CO	10.486	10.214	187.439	172.505	56.101	54.102
PM ₁₀	2.036	1.918	-	-	-	-
Pb	20	20	13	13	-	-
Cd	1E-02	1E-02	1E-02	1E-02	-	-
Cr	5E-02	5E-02	5E-02	5E-02	-	-
Cu	2E+00	2E+00	2E+00	2E+00	-	-
Ni	7E-02	7E-02	7E-02	7E-02	-	-
Se	1E-02	1E-02	1E-02	1E-02	-	-
Zn	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	-	-

Tabela 19: Factores de Emissão para Fontes Rodoviárias em área, para as condições de circulação rurais (g/ton)

Parâmetro	Gasóleo		Gasolina		GPL	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
SO _x	700		300		3	
NO _x	18.730	18.023	26.335	24.226	16.780	15.314
COVNM	2.714	2.570	10.237	9.276	3.658	3.268
CO	9.305	8.907	120.614	112.203	45.040	43.942
PM	2.330	2.192	-	-	-	-
Pb	20	20	13	13	-	-
Cd	1E-02	1E-02	1E-02	1E-02	-	-
Cr	5E-02	5E-02	5E-02	5E-02	-	-
Cu	2E+00	2E+00	2E+00	2E+00	-	-
Ni	7E-02	7E-02	7E-02	7E-02	-	-
Se	1E-02	1E-02	1E-02	1E-02	-	-
Zn	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	-	-

Os factores de emissão de modo urbano foram aplicados para a estimativa de emissão nas freguesias classificadas como aglomeração¹². Às restantes áreas foram aplicados os factores de emissão de modo rural.

3.2.3.3 Inventário de Emissões Biogénicas (Vegetação)

A vegetação é responsável por emissões de compostos orgânicos voláteis da folhagem, usualmente denominadas por emissões biogénicas. Incluem geralmente compostos como o Isopreno, monoterpenos (α -pineno, β -pineno, limoneno, etc.) e OCOV (Outros Compostos Orgânicos Voláteis, geralmente compostos oxigenados como alcoóis e aldeídos). As emissões da vegetação são muito afectadas pelas espécie vegetal e pelas condições climáticas, sendo que a temperatura afecta as emissões de todas as espécies enquanto a luminosidade afecta sobretudo as emissões de isopreno, e as emissões de monoterpenos para algumas espécies.

A metodologia utilizada para a estimativa das emissões das fontes biogénicas segue a metodologia utilizada para a realização do INERPA (IA, 2005, baseada em

¹² Excluindo as freguesias no concelho de Lisboa.

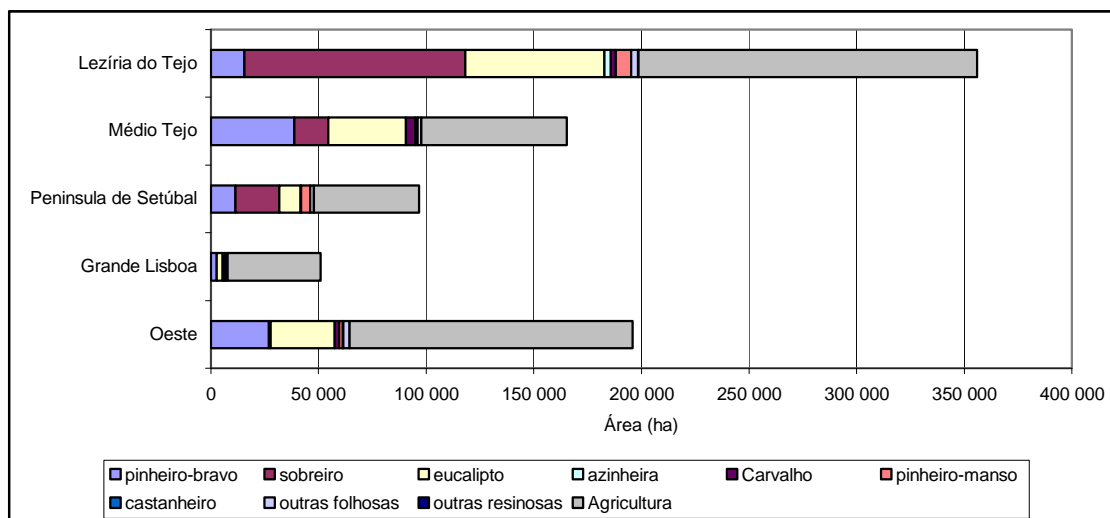
Simpson *et al.*, 1995), sendo aqui apenas apresentada uma síntese. As emissões de COVNM foram determinadas de forma separada para Isopreno, Terpenos e Outros Compostos Voláteis (OCOV).

$$\text{COVNM}_{(s,t)} = \sum_n [(\text{FE_Iso}_{(s,n)} + \text{FE_Mono}_{(s,n)} + \text{FE_OCOV}_{(s,n)}) * \text{Veget}_{\text{AREA}(s,n)}] * 10^{-6}$$

$$\text{FE}_{(s,n,t,c)} = D_{(s)} * \varepsilon_{(s,c)} * \gamma_{(n,t,c)} * 10 / \text{CC}_{(s)}$$

Os factores de emissão dependem da espécie, segundo o factor de emissão (ε - $\mu\text{gC/g dm/yr}$) específico da espécie para condições standard de luz (PAR flux of $1000 \mu\text{g/mol/m}^2/\text{s}$) e temperatura (303.15 K), função também da densidade foliar (D - kg dm/m^2), e afectados pelo factor de ajuste (γ), determinado segundo a metodologia de Guenther *et al.* (1993).

A área florestal, por tipo de espécie, encontra-se desagregada ao nível de NUT III para as principais espécies. Os últimos valores disponíveis (Figura 17) foram obtidos na 3ª versão do Inventário Florestal Nacional (DGF, 2001) e referem-se aos anos de 1995 a 1998. As áreas agrícolas, para as várias classes de produção agrícola, foram obtidas do Recenseamento Geral da Agricultura 1999, do INE.



(DGF, 2001)

Figura 17: Área florestal por espécie e área agrícola, por NUT III (1995-1998)

3.2.4 Desagregação espacial e temporal

A espacialização, importante para a utilização de modelos e para os PPar, foi efectuada do seguinte modo:

- para as FPI a localização das emissões baseou-se nas coordenadas fornecidas directamente pela unidade, quando disponível ou, na sua ausência, a partir do código postal fornecido;
- para as FLI as emissões foram atribuídas a cada troço de via de circulação, segundo o tráfego, a sua extensão, as condições de circulação - velocidade - e percentagem dos vários tipos de veículos;

- as emissões derivadas dos movimentos de aviões, na aterragem e descolagem (LTO), foram espacialmente alocados a toda a zona de movimentação da pista do aeroporto da Portela;
- as restantes emissões, em área, foram distribuídas por freguesia, recorrendo a indicadores para a repartição das emissões. No caso das emissões da circulação automóvel, emissões de combustão industrial e emissões de combustão no sector doméstico, serviços e comércio, as emissões foram repartidas usando a população residente no ano de 2001 (Censos 2001 do INE) como indicador¹³. As emissões de uso de solventes foram repartidas utilizando a população residente como indicador relativamente às emissões de limpeza a seco, o número de edifícios para a repartição das emissões resultantes da aplicação de tintas na construção e usando o número de alojamentos para a determinação das emissões de uso de produtos de limpeza.

Independentemente do nível de desagregação estabelecido as emissões espacializadas foram depois traduzidas em emissões por unidade de área para cada concelho da região.

3.3 Resultados

3.3.1 Resultados Totais

As emissões totais estimadas para os principais poluentes e para os grandes sectores de actividade são apresentados na Tabela 20: Emissões Atmosféricas estimadas na região de Lisboa e Vale do Tejo (valor médio em 2000 e 2001) e Tabela 21: Emissões Atmosféricas de Metais Pesados estimadas na região de Lisboa e Vale do Tejo.

Tabela 20: Emissões Atmosféricas estimadas na região de Lisboa e Vale do Tejo (valor médio em 2000 e 2001)

Actividade	Unidade	SOx	NOx	COVNM	CO	PST	PM10	PM2.5
Produção de Energia	ton	86 412	25 289	226	1 206	1 391	904	561
Indústria	ton	45 864	22 706	3 310	10 405	15 308	14 113	1 059
Doméstico e Serviços	ton	98	8 354	18 866	84 097	7 161	7 159	7 159
Transporte Rodoviário	ton	1 320	44 948	11 917	84 796	2 517	3 245	1 771
Aviação	ton	41	742	130	641	504	504	0
Vegetação	ton	0	0	67 194	0	0	0	0
TOTAL	ton	133 736	102 040	101 642	181 146	26 880	25 925	10 551

¹³ No caso das emissões automóveis o consumo de combustível foi repartido por população, mas utilizando factores de emissão distintos para as populações urbanas e rurais.

Tabela 21: Emissões Atmosféricas de Metais Pesados estimadas na região de Lisboa e Vale do Tejo

Ano	Sector	Tipo	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn
			kg								
2000	Energia	FPI	1.947	734	751	871	2.007	1.138	28.829	107	3.151
	Indústria	FPI	187	27	4	2	414	48	1.835	2	97
	Indústria	Área	571	416	309	339	1.038	456	16.373	42	1.159
	DomSer	Área	24	20	128	60	9	317	16	31	2.646
	Aeroporto	FPI	28.842	14	0	0	3	60	16	2	164
	Rodoviário	FLI	13.330	11	0	0	56	1.894	78	11	1.114
	Rodoviário	Área	21.593	12	0	0	60	2.038	84	12	1.199
	Vegetação	Área	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	-	66.494	1.235	1.193	1.272	3.585	5.951	47.231	206	9.531
2001	Energia	LPS	2.129	945	885	1.012	2.513	1.329	37.147	124	3.614
	Indústria	LPS	233	58	131	2	496	184	2.089	2	226
	Indústria	Área	475	346	257	282	863	380	13.604	35	964
	DomSer	Área	25	20	128	60	9	327	16	31	2.652
	Aeroporto	LPS	28.528	14	0	0	3	60	15	2	163
	Rodoviário	FLI	14.925	12	0	0	62	2.104	87	12	1.238
	Rodoviário	Área	20.450	11	0	0	56	1.907	79	11	1.122
	Vegetação	Área	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total	-	66.765	1.407	1.401	1.356	4.001	6.291	53.037	216	9.978

3.3.2 Qualidade das Estimativas e Representatividade dos Resultados

3.3.2.1 Inventário de Fontes Fixas

Questionários versus Respostas

A realização do inventário de fontes fixas na região de Lisboa e Vale do Tejo envolveu a identificação de cerca de 750 unidades potencialmente poluidoras às quais foi enviado um inventário. Do total de unidades inquiridas foi recolhida resposta de cerca de 155 unidades, correspondendo a uma eficiência de recolha de 21%.

Embora a taxa de respostas obtidas, tal como referido no parágrafo anterior, seja aparentemente baixa, na realidade importa verificar o grau de eficiência em termos da percentagem das emissões totais que se encontram cobertas pelo inventário. Para tal, recorreu-se ao consumo de energia, tendo-se determinado a importância no consumo total de combustíveis na RLVT do consumo de combustíveis que foi realizado pelas unidades pontuais individualizadas no inventário. Dos combustíveis referenciados no Balanço Energético da Direcção-Geral de Geologia e Energia (DGGE) pode-se atribuir a totalidade das vendas de fuel-óleo residual às actividades industrial e de produção de energia eléctrica e vapor. O consumo de fuel-óleo nas unidades LPI consideradas no inventário até à data equivale a 67% do total de vendas de fuel-óleo na região de Lisboa e Vale do Tejo, valor que permite inferir que uma parte substancial das emissões de fontes estáticas estão cobertas no inventário de forma individualizada.

Tendo em consideração que, desde 1991, data em que o Instituto Nacional de Estatística mudou da metodologia IAIT para a metodologia IAPI, não existem dados estatísticos discriminando a produção industrial por região (nível territorial NUT II), a análise anteriormente referida para as emissões de combustão não pode ser estendida às emissões de processos industriais.

3.3.2.2 Fontes Móveis

As emissões quantificadas como fontes individualizadas, quer no inventário de Lisboa, quer no Inventário das Fontes Lineares Individualizadas nas zonas exteriores ao concelho de Lisboa, cobrem uma fatia importante das emissões realizadas, tal como pode ser verificado na Figura 18, referente ao consumo de combustível. A percentagem de energia consumida em fontes individualizadas foi de 48% no ano 2000 e de 53% no ano 2001.

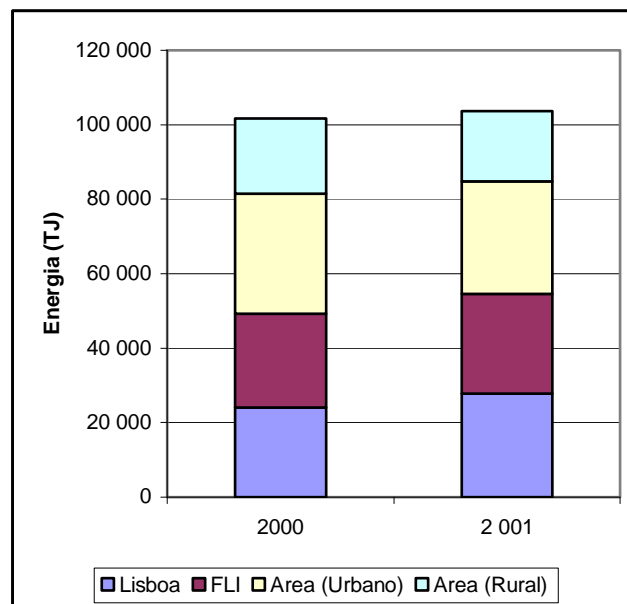


Figura 18: Distribuição do consumo de combustível na circulação rodoviária, por tipo de fonte, de acordo com a metodologia de quantificação e espacialização das emissões

3.3.2.3 Limitações do Inventário e Desenvolvimentos Futuros

A forma como o Inventário foi realizado e sobretudo as limitações de aplicabilidade da informação de base limita ainda a representatividade e a qualidade do inventário. Estão em falta, nomeadamente, a estimativa de emissões para os seguintes sectores:

- emissões resultantes exclusivamente dos processos produtivos (emissões excluindo as emissões de combustão), para as unidades não cobertas pelo Inventário das FPI;
- emissões de combustão de gás natural, carvão, lenhas e carvão vegetal realizado nas fontes industriais e não quantificado no Inventário das FPI.

Face às limitações expostas e dada a ausência de informação de base é necessário, em primeiro lugar, estender o âmbito das actividades poluidoras inventariadas, recolhendo por inquérito os processos produtivos existentes, e os parâmetros necessários para a aplicação das metodologias de estimativa.

3.3.3 Emissões por sector e Espacialização das Emissões

3.3.3.1 Importância Sectorial das Emissões

As próximas figuras apresentam as bases para a análise efectuada à importância de cada sector. Para cada parâmetro poluente individualizaram-se as emissões resultantes da (1) produção de energia eléctrica e vapor, as emissões de combustão e processo na indústria - separando-se as emissões estimadas para as fontes pontuais das fontes em área; (2) as emissões de combustão e uso de produtos com solventes nos sectores doméstico, serviços e comércio; (3) as emissões resultantes da circulação rodoviária, distinguindo-se também fontes em área de fontes individualizadas; (4) as emissões dos movimentos LTO derivados do tráfego aéreo no aeroporto de Lisboa; (5) e finalmente as emissões de compostos orgânicos voláteis da vegetação.

A representação percentual das emissões totais de óxidos de enxofre (SO_x) na região de Lisboa e Vale do Tejo, tal como apresentada na Figura 19, demonstra a preponderância quase total, em 2000 e 2001, das emissões resultantes das fontes fixas de combustão, nomeadamente a produção de energia eléctrica e vapor e indústria. Esta situação verifica-se ainda hoje em dia, pese embora o estabelecimento de um limite menor de enxofre no fuel-óleo e a maior importância que toma o consumo de gás natural, tanto no sector energético como no industrial, terem causado uma redução da importância relativa das fontes fixas.

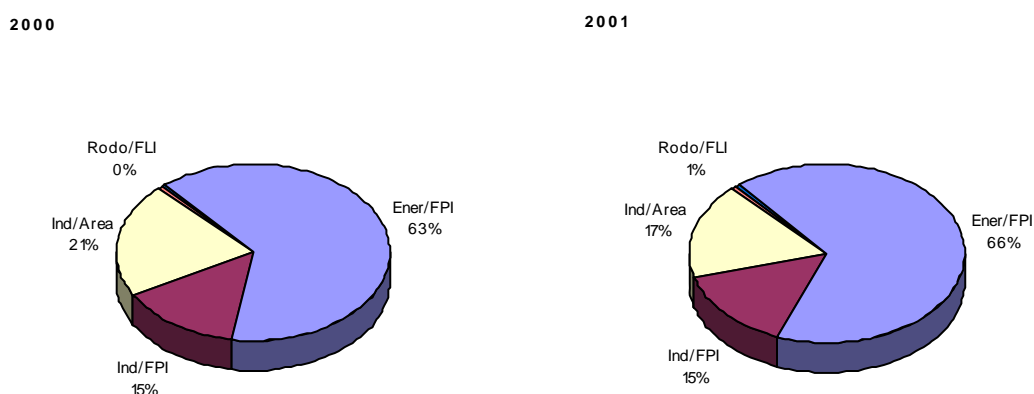


Figura 19: Origem percentual das emissões atmosféricas de SO_x na região de Lisboa e Vale do Tejo

As emissões resultantes da cada sector industrial, tal como apresentadas na Figura 20, permitem comprovar que a grande maioria das emissões provêm da indústria química aparte uma contribuição em segundo plano da produção de pasta de papel e papel.

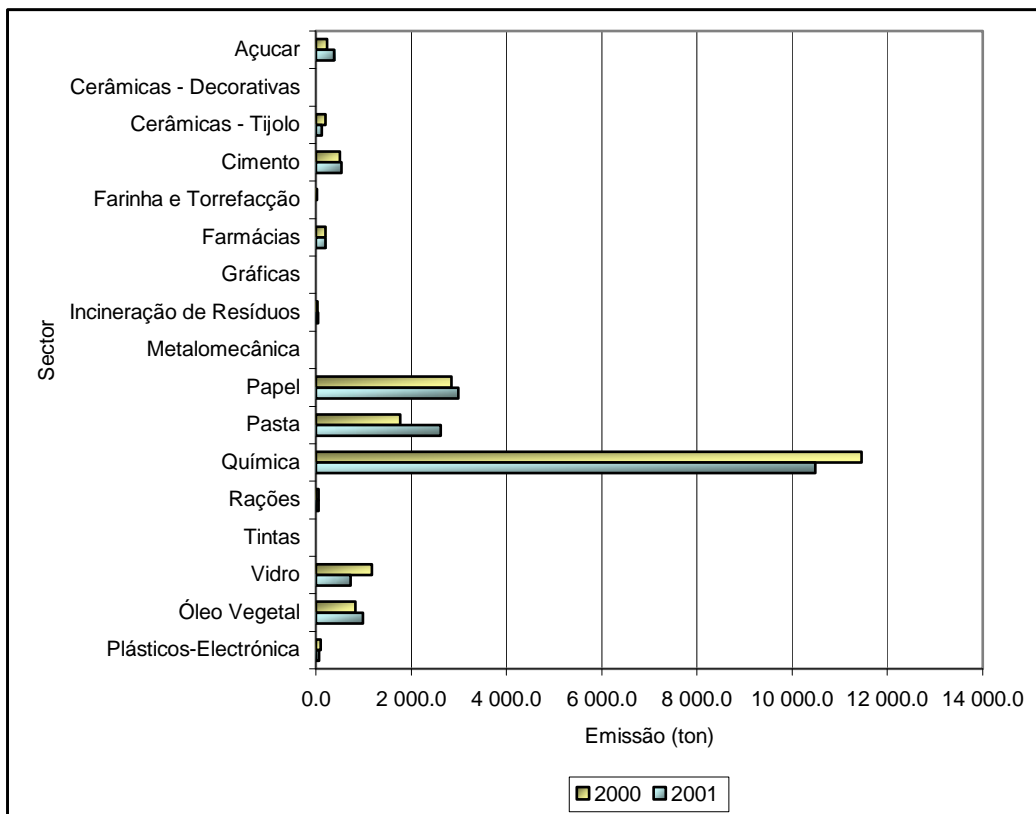


Figura 20: Emissões atmosféricas de SO_x derivadas de fontes industriais na região de Lisboa e Vale do Tejo por sector industrial

Já no caso dos óxidos de azoto (NO_x) verifica-se (Figura 21) um predomínio das emissões provenientes do transporte rodoviário, e um quase equilíbrio entre as emissões resultantes do sector de produção de energia eléctrica e vapor e emissões de combustão e processo industrial. A Figura 22 apresenta, em maior detalhe, a contribuição das várias fontes industriais – emissões de processo e combustão. Contrariamente ao verificado para o SO_x, no caso dos óxidos de azoto, a maior contribuição para as suas emissões deve-se à indústria de cimentos.

2000

2001

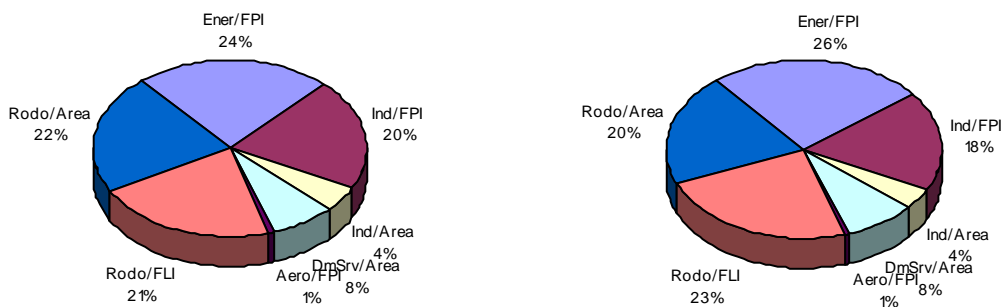


Figura 21: Origem percentual das emissões atmosféricas de NO_x na região de Lisboa e Vale do Tejo

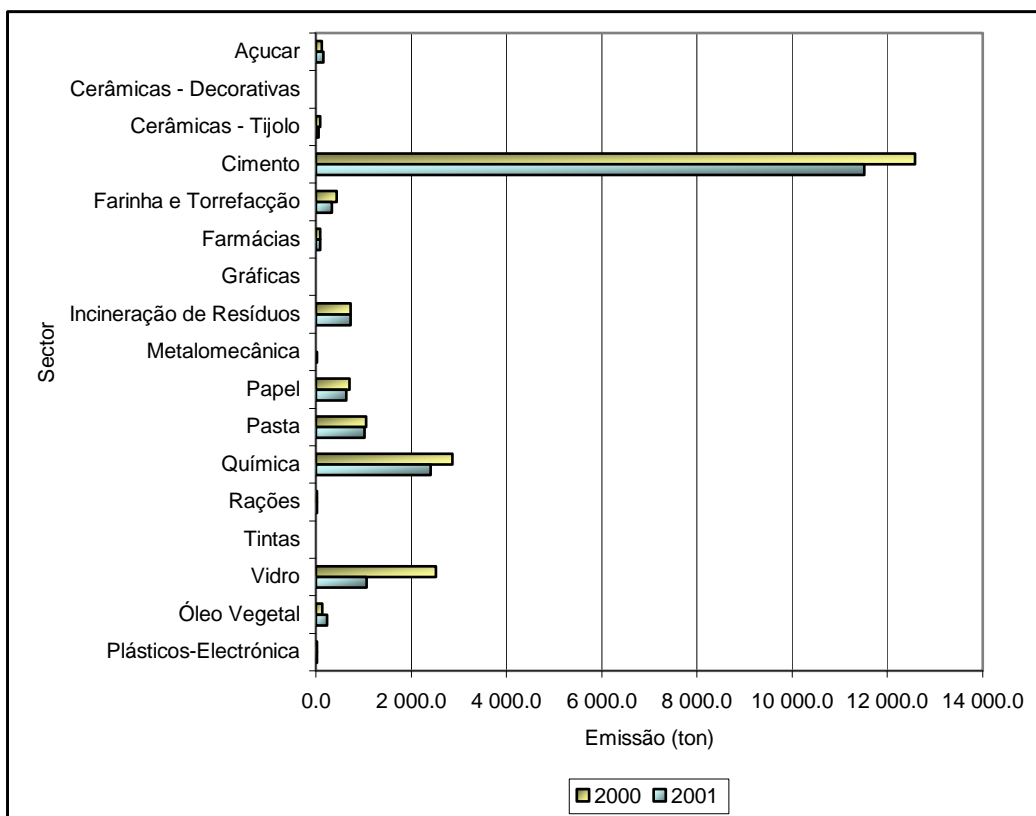


Figura 22: Emissões atmosféricas de NO_x derivadas de fontes industriais na região de Lisboa e Vale do Tejo por sector industrial

Situação diversa se verifica no caso dos compostos orgânicos voláteis não metânicos, cuja importância sectorial das emissões é apresentada na Figura 23 e de onde se pode verificar a importância preponderante das emissões da vegetação, secundadas pelas emissões dos sectores doméstico, serviços e comércio. Importa salientar, no entanto, que, devido a insuficiência da informação estatística, não se encontram quantificadas todas as emissões resultantes da indústria para este poluente.

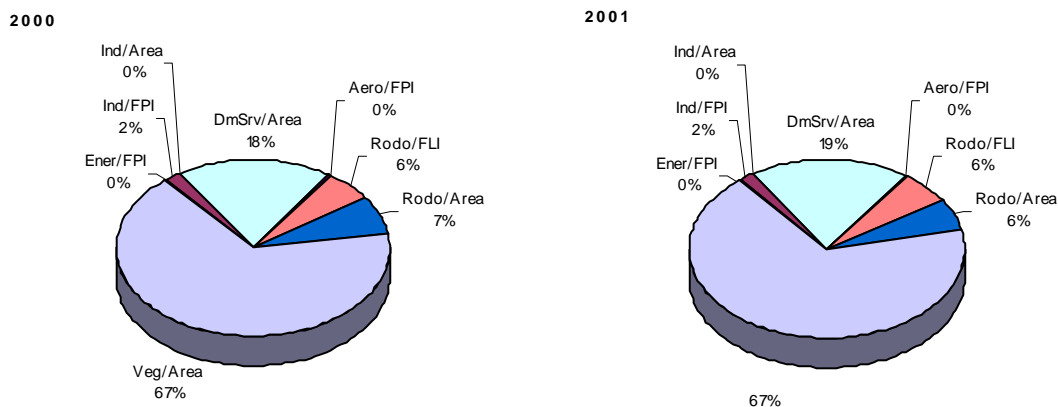


Figura 23: Origem percentual das emissões atmosféricas de compostos orgânicos voláteis não metânicos (COVNM) na região de Lisboa e Vale do Tejo

Na Figura 24 onde se apresentam as emissões totais na RLVT de COVNM provenientes da vegetação, por uso do solo e espécie florestal, observa-se a maior importância das emissões provenientes do Eucalipto (44% das emissões), sendo

menos relevantes as emissões da vegetação devotada à exploração agrícola e pecuária.

2000

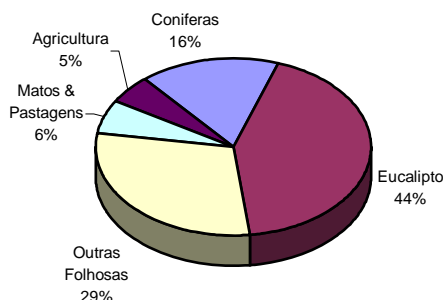
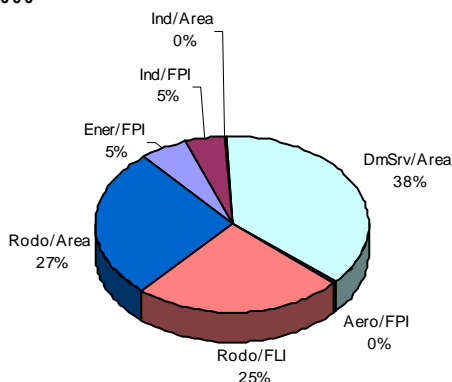


Figura 24: Emissões de compostos orgânicos voláteis provenientes da vegetação por uso do solo e espécie florestal.

As emissões de monóxido de carbono são dominadas pela actividade do tráfego automóvel e da combustão nos sectores doméstico, comércio e serviços. O sector doméstico ganha aqui uma importância predominante em resultado do uso de biomassa como combustível, lenhas e carvão vegetal¹⁴ (Figura 25).

2000



2001

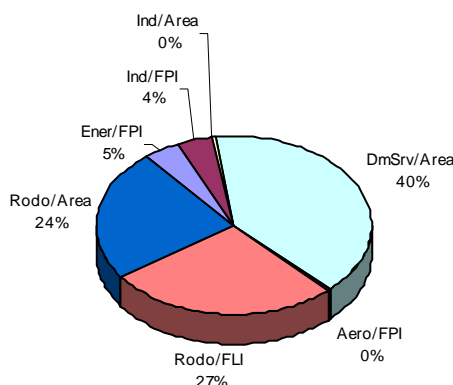


Figura 25: Origem percentual das emissões atmosféricas de Monóxido de Carbono (CO) na região de Lisboa e Vale do Tejo

O material particulado resulta sobretudo das fontes de combustão estáticas, produção de energia eléctrica e vapor, produção e combustão industrial e combustão nos sectores doméstico, comércio e serviços (Figura 26). A contribuição dos sub-sectores industriais LPI, visível na (Figura 27), revela a importância do sector da moagem, torrefacção e manufatura de rações, juntamente com as emissões resultantes da indústria química e pasta de papel.

¹⁴ Embora se saliente que o uso de lenhas no sector industrial não se encontra quantificado exceptuando os consumos e emissões quantificados como fontes individualizadas. A informação estatística contida nos balanços energéticos não permite a quantificação das emissões do consumo de biomassa nas fontes industriais em área.

2000

2001

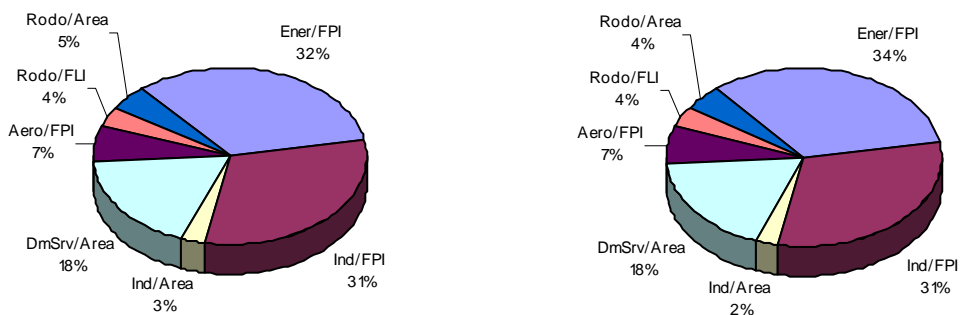


Figura 26: Origem percentual das emissões atmosféricas de Partículas em Suspensão (PM₁₀) na região de Lisboa e Vale do Tejo

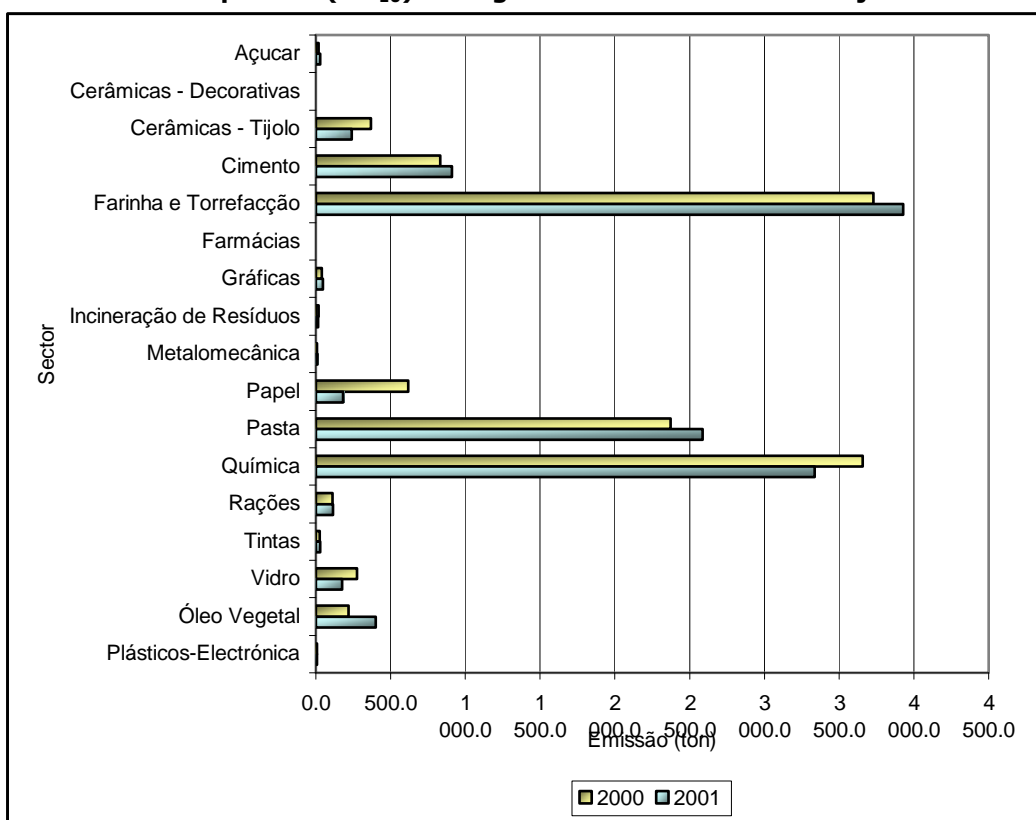


Figura 27: Emissões atmosféricas de PM₁₀ derivadas de fontes industriais na região de Lisboa e Vale do Tejo por sector industrial

Finalmente na Figura 28 é apresentada a importância relativa das emissões provenientes dos vários sectores e para os metais pesados mais importantes, relativamente ao ano de 2001.

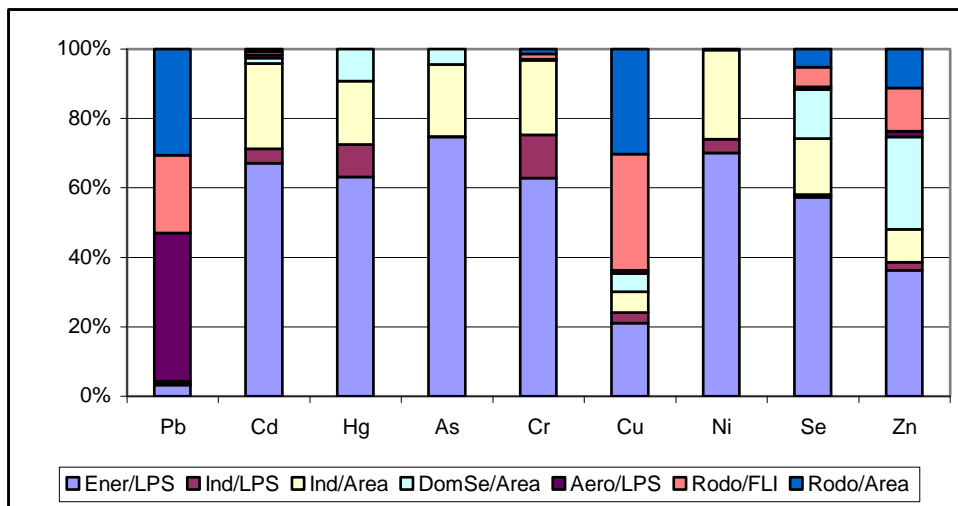


Figura 28: Origem percentual das emissões atmosféricas de vários metais pesados na região de Lisboa e Vale do Tejo

3.3.3.2 Espacialização das Emissões

Da Figura 29 à Figura 32 encontra-se a distribuição espacial, na região de Lisboa e Vale do Tejo, das emissões de SO_x , NO_x , COVNM e PM10, tendo as mesmas sido obtidas através das fontes em área alocadas por freguesia, e das fontes individualizadas, pontuais e lineares, convertidas em emissões por unidade de área, por concelho.

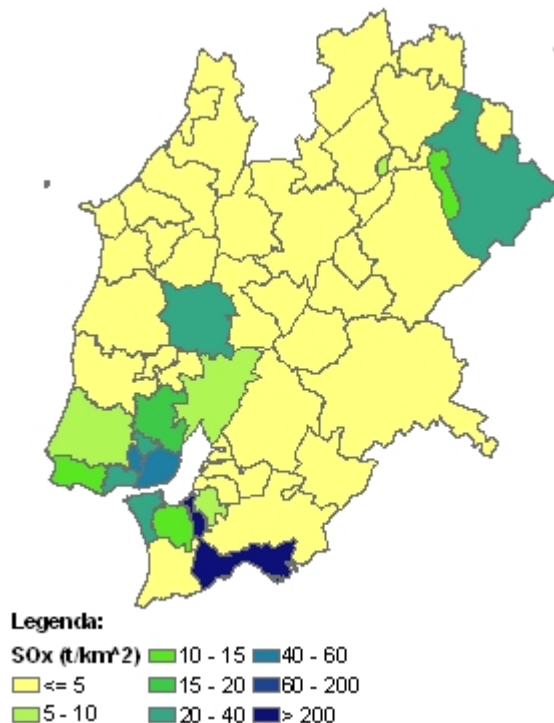


Figura 29: Distribuição espacial das emissões de SO_x (ton/km²/ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001)

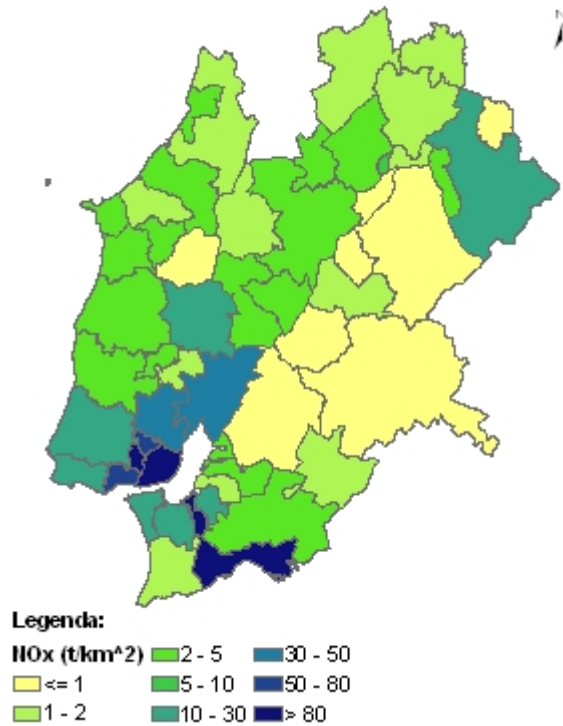


Figura 30: Distribuição espacial das emissões de NO_x (ton/km²/ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001)

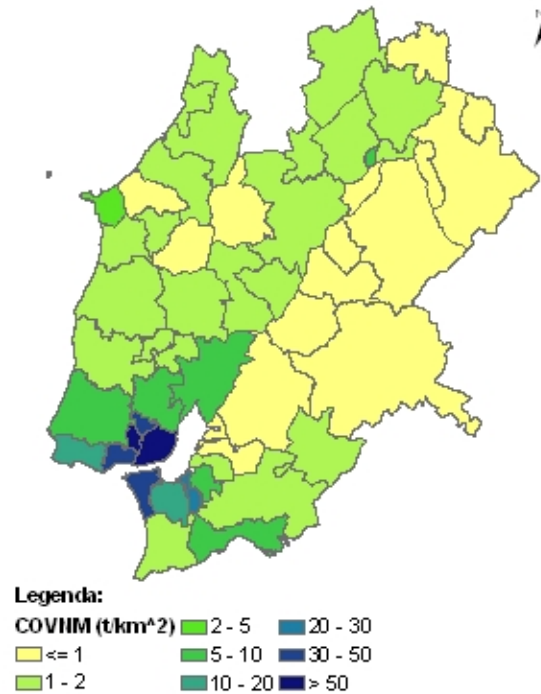


Figura 31: Distribuição espacial das emissões de COVNM (ton/km²/ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001)

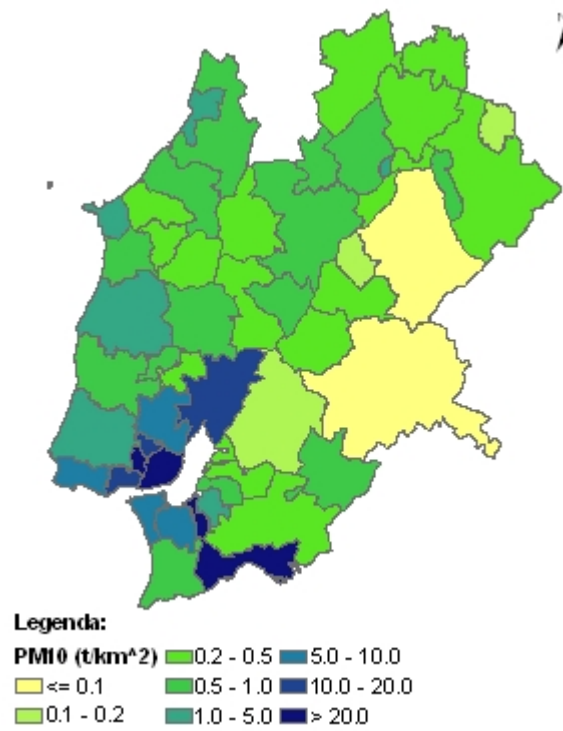


Figura 32: Distribuição espacial das emissões de PM₁₀ (ton/km²/ano) na região de Lisboa e Vale do Tejo (2000/2001)

4. Diagnóstico da Qualidade do Ar

4.1 Avaliação dos Dados da Rede de Monitorização (2001-2004)

4.1.1 Poluentes atmosféricos abrangidos pelo Decreto-Lei n.º 111/2002: fontes emissoras e efeitos na saúde humana

As Directivas-filhas determinam limites de concentração para protecção da saúde humana relativamente aos efeitos nocivos de vários poluentes atmosféricos.

As concentrações dos poluentes no ar ambiente dependem essencialmente de dois factores: das quantidades emitidas e das condições meteorológicas que condicionam a sua dispersão.

Quanto às fontes poluidoras destacam-se duas: o tráfego automóvel, especialmente em áreas urbanas, como fonte do dióxido de azoto, monóxido de carbono, partículas em suspensão e benzeno e outros compostos orgânicos voláteis; e as fontes industriais, no que diz respeito ao dióxido de enxofre, óxidos de azoto e partículas em suspensão.

Na Tabela 22 encontra-se sistematizada alguma informação relativa a cada poluente abrangido pelas duas primeiras directivas-filhas, respectivas fontes e efeitos na saúde humana.

Tabela 22: Principais fontes e efeitos na saúde humana dos poluentes atmosféricos abrangidos pelas duas primeiras directivas-filhas

Poluente	Fontes emissoras	Efeitos na saúde humana
NO₂	<p>O dióxido de azoto resulta da queima de combustíveis nas unidades industriais e da combustão, a altas temperaturas, nos motores dos veículos automóveis.</p> <p>Na combustão a elevadas temperaturas o azoto e o oxigénio moleculares do ar formam os óxidos de azoto, sobretudo monóxido de azoto que se oxida em grande parte em dióxido de azoto.</p>	<p>O NO₂, ao ter pouca afinidade pela água das mucosas, alcança as regiões profundas do tracto respiratório e inibe algumas funções dos pulmões, tais como a resposta imunológica, diminuindo a resistência às infecções.</p> <p>Assim, os seus efeitos traduzem-se no aumento da susceptibilidade a doenças respiratórias, principalmente em crianças, e também no aumento da possibilidade de ataques de asma.</p>
SO₂	<p>O dióxido de enxofre (SO₂) provém fundamentalmente da queima dos combustíveis fósseis que contêm enxofre. É um gás que é emitido principalmente por fontes industriais, tais como: refinarias petrolíferas, indústria do papel e indústria química, centrais térmicas) e também pelo tráfego rodoviário Em menor quantidade.</p>	<p>Os seus efeitos encontram-se associados a doenças respiratórias (como a bronquite crónica e asma) e cardiovasculares.</p> <p>É um dos gases que mais contribui para a acidificação das águas e vegetação, para a formação de <i>smog</i>, e também pode provocar más condições de visibilidade.</p> <p>Uma parte do SO₂ transforma-se em pequenas partículas de sulfatos que chegam às vias respiratórias.</p>
PM	<p>As partículas em suspensão provêm das cinzas, da fuligem e de outras partículas produzidas principalmente pela combustão de carvão e fuel-óleo na indústria e nos automóveis.</p> <p>São geradas em processos industriais,</p>	<p>As vilosidades e mucosas nasais capturam as partículas de maior diâmetro impedindo que cheguem aos pulmões.</p> <p>Porém as mais finas (produzidas pelo tráfego), por serem de menor dimensão, conseguem penetrar no sistema</p>

Poluente	Fontes emissoras	Efeitos na saúde humana
	<p>resultam também do tráfego rodoviário (sendo emitidas nos gases de escape dos veículos a gasóleo), de processos de queima, de movimentações de terras, da ressuspensão provocada pela passagem de veículos nas estradas.</p> <p>Também podem ocorrer fenómenos naturais de transporte de partículas a longa distância – eventos naturais. São exemplo disso as elevadas concentrações de partículas finas registadas em Portugal e que têm origem nos desertos do Norte de África.</p>	<p>respiratório, com consequências mais gravosas em termos de saúde.</p> <p>As partículas microscópicas podem afectar a actividade respiratória, com especial incidência em população de risco como as crianças e idosos, e agravar o estado de saúde em pessoas que sofram de doenças cardiovasculares e pulmonares.</p> <p>O seu risco não depende tanto da sua concentração mas sim de outros parâmetros como o seu tamanho e a sua toxicidade. As partículas em suspensão também afectam o coberto vegetal e reduzem a visibilidade.</p>
Pb	<p>Antes da utilização da gasolina sem chumbo, esta era a fonte responsável por 80% deste poluente na atmosfera.</p>	<p>Quando inalado distribui-se por todo o organismo e é dificilmente eliminado, acumulando-se principalmente no tecido ósseo, chegando a suplantar o cálcio.</p> <p>É um metal pesado que produz envenenamento enzimático. Altera o funcionamento de vários órgãos, afecta o sistema nervoso central, prejudica o funcionamento do tecido cerebral, a audição e provoca anemia. Nas crianças interfere no metabolismo da vitamina D, o que limita a capacidade de aprendizagem e o coeficiente intelectual.</p>
CO	<p>O CO provém essencialmente das emissões geradas pelos veículos a gasolina, principalmente dos mais antigos, e por alguns processos industriais. Por vezes ocorrem elevadas concentrações de CO em espaços confinados, ou ao longo das vias de circulação em situações de longas filas de trânsito.</p>	<p>Este poluente reduz a capacidade de transporte de oxigénio até aos tecidos vitais pelo sangue, afectando os sistemas cardiovascular e nervoso.</p> <p>Em concentrações mais reduzidas pode ser gravoso para indivíduos com doenças cardio-vasculares e reduz o desempenho desportivo. As elevadas concentrações podem causar sintomas como dores de cabeça e fadiga.</p>
C₆H₆	<p>O benzeno é utilizado como matéria-prima para síntese de compostos orgânicos e como aditivo nos combustíveis para veículos, substituindo, em parte, o chumbo.</p> <p>Trata-se de um composto orgânico resultante da volatilização dos combustíveis.</p> <p>Assim, nas zonas urbanas o tráfego rodoviário é uma fonte que assume um papel substancial.</p> <p>No interior das habitações muitas vezes as concentrações de benzeno são superiores às concentrações ao ar livre devido ao fumo do tabaco, que constitui uma fonte de exposição importante.</p>	<p>O benzeno, quando inalado, afecta principalmente o fígado, a placenta e a medula óssea, onde causa efeitos nocivos. Causa também leucemia, cancro da pele e do pulmão.</p>

4.1.2 Poluentes medidos e valores legislados

As duas primeiras Directivas-filhas, transpostas para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, vieram estabelecer valores-limite e respectivas margens de tolerância para a protecção da saúde humana (Tabela 23), a ter em consideração até à sua entrada em vigor, para os seguintes poluentes:

- dióxido de azoto (NO₂), óxidos de azoto (NO_x), dióxido de enxofre (SO₂), partículas em suspensão (PM₁₀ - Material particulado inferior a 10 µm), e chumbo (Pb) - Directiva 1999/30/CE de 22 de Abril;
- monóxido de carbono (CO) e benzeno (C₆H₆) - Directiva 2000/69/CE de 16 de Novembro.

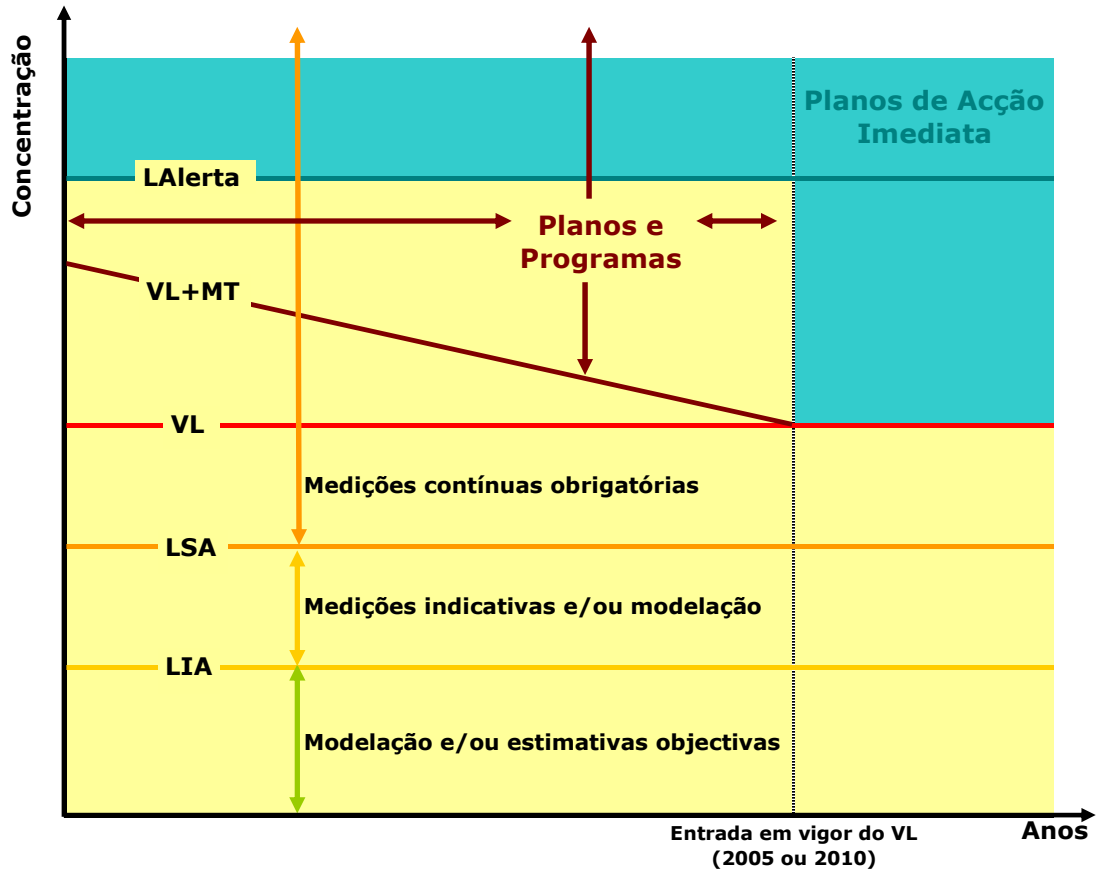
Tabela 23. Resumo dos tipos de valores estipulados para cada poluente pelo Decreto-Lei n.º 111/2002

Legislação nacional	Poluentes	Protecção da saúde humana			
		Média horária	Máx. diário médias 8horárias	Média diária	Média anual
DL 111/2002	NO ₂	VL2010 MT			VL2010 MT
	NO _x				
	PM ₁₀			VL2005 MT	VL2005 MT
	SO ₂	VL2005 MT		VL2005	
	Pb				VL2005 MT
	CO		VL2002		
	C ₆ H ₆				VL2010 MT

Legenda: VL20xx - Valor-limite_ano de entrada em vigor; LAval - Limiares de Avaliação; MT - Margem de Tolerância; LAlerta - Limiares de Alerta

Foram também fixados limiares de alerta para o SO₂ e NO₂, valores-limite para o SO₂ relativos à protecção dos ecossistemas e de NO_x para protecção da vegetação e ainda limiares de avaliação com o objectivo de definir a estratégia de avaliação de cada zona e aglomeração em função dos níveis encontrados. No entanto, estes valores não vão ser objecto da presente análise uma vez que os Planos e Programas apenas incidem sobre as ultrapassagens ao valor-limite acrescido da margem de tolerância, definidos para a protecção da saúde humana.

O esquema da Figura 33 representa os valores normativos e instrumentos implementados de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/99, de 23 de Julho. A ultrapassagem do valor-limite acrescido da margem de tolerância em determinado ano implica a necessidade da criação de Planos e Programas destinados a fazer cumprir o valor-limite à data da sua entrada em vigor.



Legenda:

LAleria - Limiar de Alerta; **VL+MT** - Valor Limite + Margem de Tolerância;

LSA - Limiar Superior de Avaliação; **LIA** - Limiar Inferior de Avaliação

Figura 33. Esquema ilustrativo dos valores normativos e instrumentos implementados de acordo com o Decreto-Lei n.º 276/99

Da Tabela 24 à Tabela 29 indicam-se todos os valores legislados para os vários poluentes pelo Decreto-lei n.º 111/2002, para a protecção da saúde humana, relevantes para a fase de diagnóstico e com os quais se vai verificar a conformidade legal para os resultados obtidos pelas estações de monitorização da qualidade do ar das três aglomerações: Área Metropolitana de Lisboa Norte, Área Metropolitana de Lisboa Sul e Setúbal. Ou seja, encontram-se indicados os valores-limite e margens de tolerância aplicáveis às séries de dados em análise (entre 2001 e 2004) para as quais se vão contabilizar as excedências ocorridas e assim identificar os casos em que é necessária a elaboração de Planos e Programas.



Tabela 24: Valores legislados para as PM₁₀, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002

PM₁₀ (1ª fase)		
Período de referência	Designação	Valor legislado (µg/m³)
Diário	Valor Limite (a cumprir em 2005)	50 (a não ultrapassar mais do que 35 vezes num ano – é avaliado usando o indicador 36º máximo diário)
		Em 2001: 70
		Em 2002: 65
		Em 2003: 60
	Valor Limite + MT (a)	Em 2004: 55 Em 2005: 50 (a não ultrapassar mais do que 35 vezes num ano – é avaliado usando o indicador 36º máximo diário)
Anual	Valor Limite (a cumprir em 2005)	40 (é avaliado usando o indicador média anual)
		Em 2001: 46
		Em 2002: 45
		Em 2003: 43
	Valor Limite + MT (b)	Em 2004: 42 Em 2005: 40 (é avaliado usando o indicador média anual)

Legenda: (a), (b) Margem de tolerância variável de acordo com o ano.



Tabela 25: Valores legislados para o NO₂, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002

NO₂		
Período de referência	Designação	Valor legislado (µg/m³)
		200
	Valor Limite (a cumprir em 2010)	(a não ultrapassar mais do que 18 vezes num ano - é avaliado usando o indicador 19º máximo horário)
Horário		Em 2001: 290
		Em 2002: 280
		Em 2003: 270
		Em 2004: 260
		Em 2005: 250
		Em 2006: 240
	Valor Limite + MT (a)	Em 2007: 230
		Em 2008: 220
		Em 2009: 210
		Em 2010: 200
		(a não ultrapassar mais do que 18 vezes num ano - é avaliado usando o indicador 19º máximo horário)
	Valor Limite (a cumprir em 2010)	40 (é avaliado usando o indicador média anual)
Anual		Em 2001: 58
		Em 2002: 56
		Em 2003: 54
		Em 2004: 52
		Em 2005: 50
	Valor Limite + MT (b)	Em 2006: 48
		Em 2007: 46
		Em 2008: 44
		Em 2009: 42
		Em 2010: 40
		(é avaliado usando o indicador média anual)

Legenda: (a), (b) Margem de tolerância variável de acordo com o ano.

Tabela 26: Valores legislados para o SO₂, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002

SO₂		
Período de referência	Designação	Valor legislado (µg/m³)
		350
	Valor Limite (a cumprir em 2005)	(a não ultrapassar mais do que 24 vezes num ano - é avaliado usando o indicador 25º máximo horário)
Horário		Em 2001: 470
		Em 2002: 440
		Em 2003: 410
		Em 2004: 380
		Em 2005: 350
	Valor Limite + MT (a)		(a não ultrapassar mais do que 24 vezes num ano - é avaliado usando o indicador 25º máximo horário)
		125
Diário	Valor Limite (a cumprir em 2005)	(a não ultrapassar mais do que 3 vezes num ano - é avaliado usando o indicador 4º máximo diário)

Legenda: (a) Margem de tolerância variável de acordo com o ano.

Tabela 27: Valores legislados para o Pb, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002

Pb		
Período de referência	Designação	Valor legislado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Anual	Valor Limite (a cumprir em 2010)	0,5
	Valor Limite + MT (a)	Em 2001: 5,5 Em 2002: 5,5 Em 2003: 5,5 Em 2004: 5,5 Em 2005: 5,5 Em 2006: 4,5 Em 2007: 3,5 Em 2008: 2,5 Em 2009: 1,5 Em 2010: 0,5

Legenda: (a) Margem de tolerância variável de acordo com o ano.

Tabela 28: Valores legislados para o CO, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002

CO		
Período de referência	Designação	Valor legislado (mg/m^3)
Diário (8-horas)	Valor limite	10 (é avaliado usando o indicador máximo diário das médias móveis 8-horas)

Tabela 29: Valores legislados para o C₆H₆, para protecção da saúde humana, de acordo com o Decreto-lei n.º 111/2002

C₆H₆		
Período de referência	Designação	Valor legislado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Anual	Valor Limite (a cumprir em 2010)	5 (é avaliado usando o indicador média anual)
	Valor Limite + MT (a)	Em 2001: 10 Em 2002: 10 Em 2003: 10 Em 2004: 10 Em 2005: 10 Em 2006: 9 Em 2007: 8 Em 2008: 7 Em 2009: 6 Em 2010: 5 (é avaliado usando o indicador média anual)

Legenda: (a) Margem de tolerância variável de acordo com o ano.

Para a avaliação do cumprimento dos valores-limite acrescidos da margem de tolerância, ou seja para avaliar a necessidade de implementar Planos e Programas, há que ter em conta que, de todas as estações que compõem a rede de medição da qualidade do ar de LVT apenas serão consideradas aquelas que:

- cumprem os critérios de localização e representatividade dos pontos de amostragem para a medição das concentrações de SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀, Pb, C₆H₆ e CO no ar ambiente (Anexo VIII do Decreto-lei n.º 111/2002). Excluiu-se assim da análise o caso excepcional da estação de Benfica;

- não tenham sido desactivadas por um longo período nos anos avaliados, de 2001 a 2004 inclusive (por exemplo as estações da Rua da Prata e Casal Ribeiro);
- tiveram para o poluente em análise uma eficiência anual de funcionamento igual ou superior a 85%.¹⁵

As excedências aos valores-limite acrescidos de margem de tolerância das séries de dados com eficiência anual igual ou superior a 85%, **medições em contínuo**, serão as que determinam a necessidade de elaboração de Planos e Programas, situação essa esquematizada na Figura 34.

A análise face à legislação das séries de dados das estações que tiverem menos de 85% de eficiência anual, apesar de não serem usadas para verificação da necessidade de implementação de Planos e Programas, apresentam-se de igual forma, considerando-se, **medições indicativas**¹⁶.

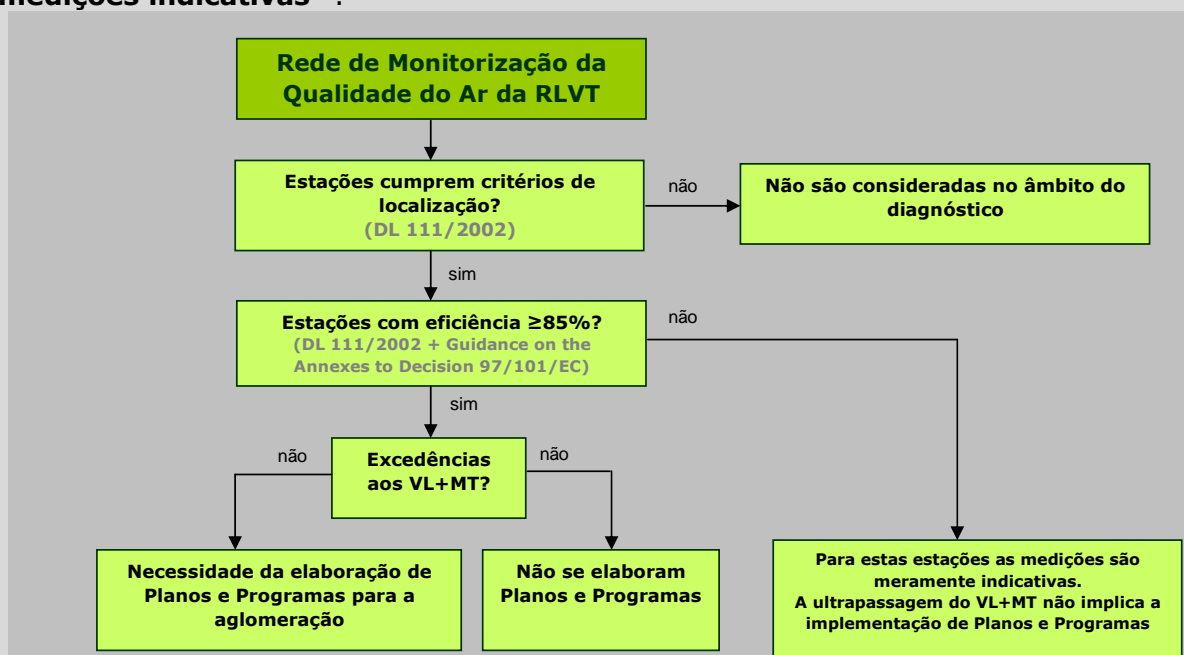


Figura 34: Estações consideradas para efeitos de verificação de conformidade legal no âmbito dos Planos e Programas

Ainda no que diz respeito ao caso específico dos valores de PM_{10} a apresentar, é de referir que é aplicado um factor de correcção nas estações em que os analisadores (utilizando o método de medição de radiação β) não efectuam as medições através do método de referência (gravimétrico). Isso verifica-se em todas as estações oficiais com medições em contínuo, bem como nas medições efectuadas com o laboratório móvel de qualidade do ar da DCEA/FCT/UNL (SNIF – Air Lab).

¹⁵ De acordo com o Anexo X do Decreto-Lei n.º 111/2002 a recolha de dados anual deve ser no mínimo de 90% para que se considere que existiu medição em contínuo, no entanto, segundo o Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on *Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC for the European Commission* (Comissão Europeia, 2002) tendo em conta que a manutenção e calibração dos aparelhos pode representar uma perda de 5% dos dados, a eficiência mínima anual requerida para se considerar que há monitorização em contínuo é reduzida para 85%.

¹⁶ De acordo com o Anexo X do Decreto-Lei n.º 111/2002, a recolha de dados anual deve ser no mínimo de 14% e deve ser distribuída ao longo do ano para que se considere que existiu medição indicativa.



Para os dados de PM_{10} relativos ao ano de 2001, e dado que nessa altura ainda não se tinham definido os factores de correcção nacionais a aplicar, afectaram-se os resultados obtidos com um factor de 1,3, de acordo com o *Guidance to Member States on PM_{10} monitoring and intercomparisons with the Reference Method* (ECWGP, 2002). Para os dados reportados a partir do ano 2002 inclusive, o factor de correcção aplicado foi de 1,18 e 1,11 respectivamente para ambientes de tráfego e fundo, factores estes determinados de acordo com uma metodologia definida a nível europeu baseados em ensaios promovidos pelo Instituto do Ambiente em estudos de intercomparação de resultados entre o método de referência e analisadores utilizando o método de radiação β . Para efeitos de verificação da evolução dos resultados de PM_{10} os resultados de 2001 foram afectados com os factores de correcção nacionais.

4.1.3 Rede de monitorização e tipologia de estações

As várias CCDR existentes no país são as entidades gestoras das suas estações de medição que, por sua vez, constituem a rede nacional de monitorização da qualidade do ar, sendo que os seus dados integram o sistema nacional de informação sobre qualidade do ar. A avaliação da qualidade do ar é feita, no território nacional, nas zonas e aglomerações, que constituem as unidades funcionais de gestão.

Os dados de qualidade do ar, sobre os quais recai a análise efectuada na secção dedicada ao diagnóstico, dizem respeito aos resultados obtidos nas estações da rede de monitorização da Comissão de Coordenação e de Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDR-LVT).

De acordo com o estipulado na Decisão 2001/752/EC, de 17 de Outubro de 2001, as estações de qualidade do ar devem ser classificadas em termos do tipo de área em que estão localizadas e quanto ao tipo de fontes de emissão que determinam os níveis de poluição do ar na estação, ou seja, há dois níveis principais de classificação de estações:

- tipo de zona (em três classes possíveis: Urbana, Suburbana, Rural);
- tipo de fontes de emissão dominantes (em três classes possíveis: Tráfego, Industrial, Fundo).

Os tipos de zona onde se localizam as estações, definem-se como:

- urbanas - zona construída contínua;
- suburbanas - zona em parte construída: implantação contínua de construções isoladas combinadas com zonas não urbanizadas (pequenos lagos, bosques, terrenos agrícolas);
- rurais - todas as zonas que não preenchem os critérios definidos para as zonas urbanas/suburbanas.

Os tipos de estações, no que diz respeito às fontes de emissão dominantes e que determinam a qualidade do ar medida na estação, são:

- tráfego - estações cuja localização leva a que o seu nível de poluição seja influenciado principalmente pelas emissões do tráfego rodoviário de uma rua/estrada situada na proximidade;

- industrial - estações cuja localização leva a que o seu nível de poluição seja influenciado principalmente por fontes industriais isoladas ou áreas industriais situadas na proximidade;
- fundo - estações cujo nível de poluição não é influenciado pelo tráfego automóvel nem pela indústria.

As tipologias das estações da rede de monitorização de qualidade do ar sob jurisdição da CCDR-LVT são as indicadas na Figura 35.

Estações de qualidade do ar LVT

Classificação		Número
Tipo de influência	Fundo	14
	Tráfego	8
	Industrial	2
Tipo de ambiente	Urbana	22
	Suburbana	1
	Rural	1
Total		24

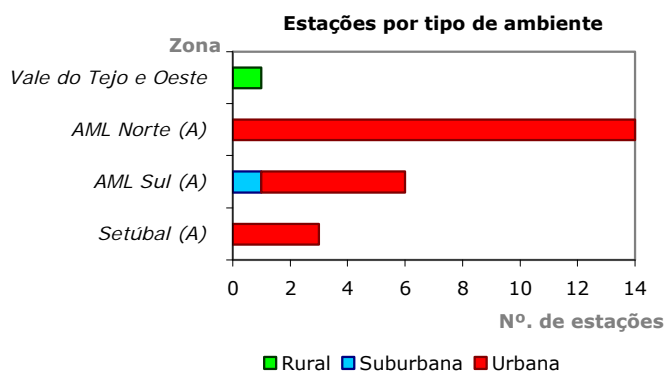
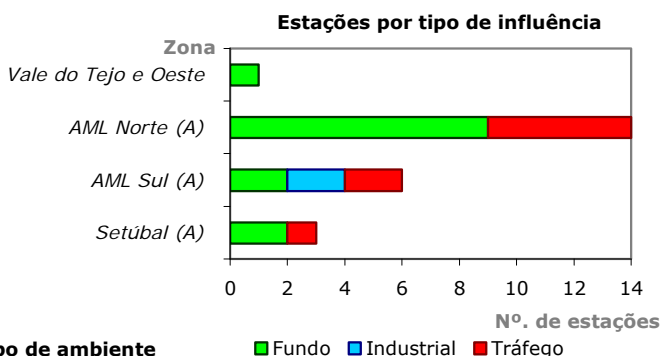


Figura 35: Tipologias das estações da rede de monitorização de qualidade do ar de LVT

A rede de monitorização da qualidade do ar da Região de Lisboa e Vale do Tejo (RLVT) é composta por 24 estações (em funcionamento em 2005), representadas na Figura 36. Na Figura 37 estão identificadas as estações existentes nas aglomerações da área da CCDR-LVT.

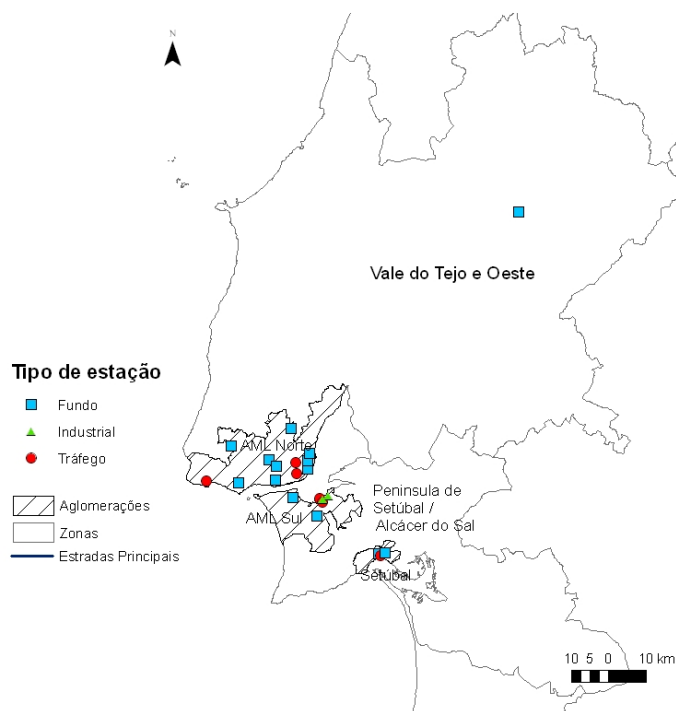


Figura 36: Estações de monitorização da qualidade do ar na área da CCDR-LVT

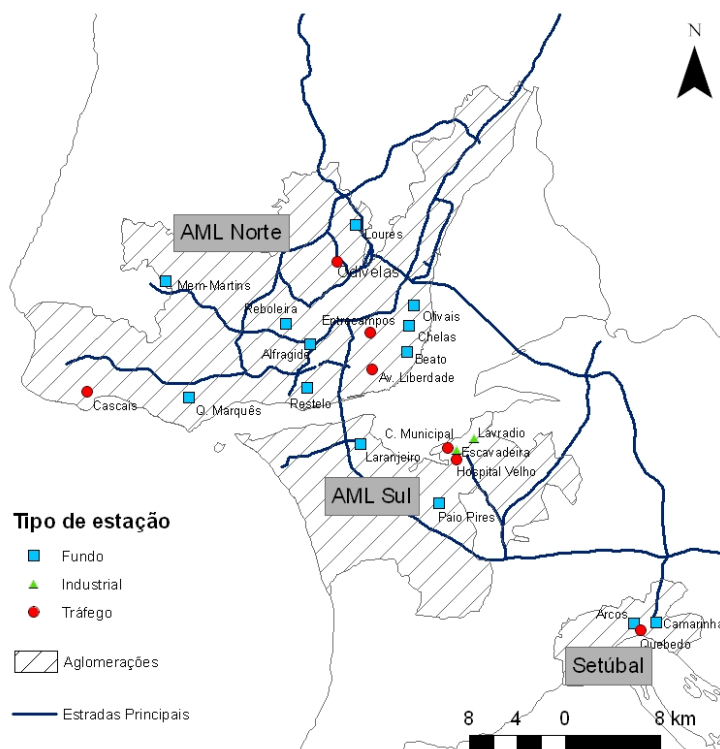


Figura 37: Identificação das estações de monitorização da qualidade do ar nas aglomerações da área da CCDR-LVT

Relativamente às zonas e aglomerações sob jurisdição da CCDR-LVT:

- a zona de Vale do Tejo e Oeste tem uma estação de fundo rural regional em funcionamento (estação da Chamusca) que permite efectuar a avaliação da exposição da população à poluição atmosférica de fundo (nomeadamente à poluição fotoquímica e à escala regional). Encontra-se afastada a mais de 10 Km das principais fontes de emissão;

- a aglomeração da Área Metropolitana de Lisboa Norte (AML Norte) inclui nove estações de fundo e cinco de tráfego;
- a aglomeração da Área Metropolitana de Lisboa Sul (AML Sul) dispõe de duas estações de tráfego, duas industriais e duas de fundo;
- na aglomeração de Setúbal estão a operar três estações desde 2002, sendo duas de fundo e uma de tráfego;
- a zona de Península de Setúbal/ Alcácer do Sal é uma zona mista (pertencente à CCDR de Lisboa e Vale do Tejo e CCDR Alentejo) e nela não existem estações de monitorização das redes das CCDR.

Na Figura 38 encontram-se as imagens de algumas das estações que pertencem à rede sob jurisdição da CCDR-LVT. Em cima (da esquerda para a direita) podem-se observar as estações da Avenida da Liberdade, Entrecampos e Cascais pertencentes à aglomeração da AML Norte, e em baixo (da esquerda para a direita) encontram-se as estações do Laranjeiro (pertencente à aglomeração da AML Sul) e da Camarinha (da aglomeração de Setúbal).



Fonte: CCDR-LVT

Figura 38: Exemplos de estações da rede de qualidade do ar da RLVT: Avenida da Liberdade (Lisboa), Entrecampos (Lisboa), Cascais, Laranjeiro (Almada) e Camarinha (Setúbal) (de cima para baixo e da esquerda para a direita)



Todas as estações da rede de monitorização da qualidade do ar de LVT são alvo de tratamento estatístico nesta fase de diagnóstico.

São tidas em conta todas as séries de dados existentes desde 2001 (data de entrada em vigor das margens de tolerância das duas primeiras Directivas-filhas) a 2004 (último ano completo de dados à data da elaboração do presente documento), sendo de referir que:

- nos casos em que as estações iniciaram o seu funcionamento durante o período em análise a sua data de início é apresentada na Tabela 30;
- as estações que foram entretanto desactivadas, temporariamente ou definitivamente, (como as da Avenida Casal Ribeiro e Rua da Prata) não são consideradas no âmbito do estudo;
- a estação da Câmara Municipal, na AML Sul, foi desactivada em Julho de 2004 (será transferida para outro local por motivo de indisponibilidade do actual) mas, uma vez que se dispõe das medições para a maioria dos anos, foi considerada no âmbito do estudo.

Tabela 30. Estações da rede de qualidade do ar de LVT em funcionamento entre 2001 e 2004

Zona	Concelho	Estação	Estação em funcionamento em:				
			2001	2002	2003	2004	
Vale do Tejo e Oeste	Chamusca	Chamusca	✗	início em 1-11-2002	✓	✓	
	Amadora	Alfragide/Amadora	✓	✓	✓	✓	
AML Norte (A)	Lisboa	Avenida Casal Ribeiro	✓	✓	suspensa em 01-10-03	✗	
	Lisboa	Avenida da Liberdade	✓	✓	✓	✓	
	Lisboa	Beato	✓	✓	✓	✓	
	Lisboa	Benfica	✓	✓	✓	✓	
	Cascais	Cascais - Mercado	✗	início em 1-9-2002	✓	✓	
	Lisboa	Chelas	✓	✓	✓	✓	
	Lisboa	Entrecampos	✓	✓	✓	✓	
	Loures	Loures	início em 1-6-2001	✓	✓	✓	
	Sintra	Mem-Martins	✗	início em 19-10-2002	✓	✓	
	Odivelas	Odivelas	✗	✗	início em 1-12-2003	✓	
	Lisboa	Olivais	✓	✓	✓	✓	
	Oeiras	Quinta do Marquês	✗	início em 1-9-2002	✓	✓	
	Amadora	Reboleira	início em 6-2-2001	✓	✓	✓	
	Lisboa	Restelo	✗	início em 20-2-2002	✓	✓	
	Lisboa	Rua da Prata	fim em 11-9-2001	✗	✗	✗	
	AML Sul (A)	Barreiro	Câmara Municipal	✓	✓	✓	fim em 13-7-2004
		Barreiro	Escavadeira	início em 1-9-2001	✓	✓	✓
Barreiro		Hospital Velho	✓	✓	✓	✓	
Almada		Laranjeiro	início em 12-1-2001	✓	✓	✓	
Barreiro		Lavradio	✓	✓	✓	✓	
Seixal		Paio Pires	✓	✓	✓	✓	
Setúbal (A)	Setúbal	Arcos	✗	início em 5-4-2002	✓	✓	
	Setúbal	Camarinha	✗	início em 1-10-2002	✓	✓	
	Setúbal	Quebedo	✗	início em 1-5-2002	✓	✓	

(A) - a zona é uma aglomeração

Os poluentes medidos por cada uma das estações da LVT estão indicados na Tabela 31.

Tabela 31. Estações da rede de qualidade do ar de LVT e respectivos poluentes analisados

Zona	Estação	Tipo de estação		Poluentes medidos							
		Amb.	Infl.	NO ₂	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆	O ₃	Pb
Vale do Tejo e Oeste	Chamusca	Rural	Fundo	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗
	Alfragide/Amadora	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
AML Norte (A)	Reboleira	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
	Cascais - Mercado	Urbana	Tráfego	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
	Av. da Liberdade	Urbana	Tráfego	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
	Beato	Urbana	Fundo	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗
	Benfica	Urbana	Tráfego	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
	Chelas	Urbana	Fundo	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
	Entrecampos	Urbana	Tráfego	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	Olivais	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗
	Restelo	Urbana	Fundo	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗
	Loures	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
	Odivelas	Urbana	Tráfego	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗
	Quinta do Marquês	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
	Mem-Martins	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
	AML Sul (A)	Laranjeiro	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Câmara Municipal		Urbana	Tráfego	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
Escavadeira		Urbana	Industrial	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Hospital Velho		Urbana	Tráfego	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗
Lavradio		Urbana	Industrial	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
Paio Pires		Suburbana	Fundo	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗
Setúbal (A)	Arcos	Urbana	Fundo	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗
	Camarinha	Urbana	Fundo	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗
	Quebedo	Urbana	Tráfego	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗

(A) - a zona é uma aglomeração

Amb. - Ambiente; Infl. - Influência

Poluentes medidos: NO₂ - dióxido de azoto; SO₂ - dióxido de enxofre; PM₁₀ e PM_{2,5} - partículas em suspensão de diâmetro inferior a 10 µ e 2,5 µ respectivamente; CO - monóxido de carbono; C₆H₆ - benzeno; O₃ - ozono

4.1.4 Resultados das estações da rede de monitorização da qualidade do ar de LVT

Nesta secção os resultados das medições, efectuadas entre 2001 e 2004, vão ser apresentados por zona, por poluente e por ano de medição. No final apresenta-se um resumo das situações que implicaram a criação de Planos e Programas para a região de Lisboa e Vale do Tejo.

No que diz respeito aos poluentes em análise:

- para o chumbo, monóxido de carbono e benzeno não se registaram quaisquer situações de concentrações acima dos valores-limite (VL) legislados. Deste modo, toda a informação relativa aos resultados obtidos para estes poluentes encontram-se apenas no Anexo II;
- os poluentes PM₁₀, NO₂ e SO₂ foram aqueles para os quais se registaram situações de excedências aos VL ou VL adicionado da margem de tolerância (VL+MT) legislados pelo que se apresentam de seguida os resultados da análise efectuada (no Anexo II encontram-se as fichas, por estação, de qualidade do ar relativamente aos resultados obtidos para cada poluente;
- para o SO₂ os resultados relativamente ao VL diário são apresentados apenas no Anexo II, uma vez que não existe para ele uma margem de tolerância.

Para cada zona/aglomeração apresentam-se por estação:

- as tabelas com a comparação das concentrações medidas com os limites legislados, por poluente; os resultados são avaliados por um código de cores e estão ainda assinalados os resultados das estações com eficiência inferior a 85% que servem apenas como medições indicativas;
- a análise gráfica da evolução temporal das médias anuais bem como das excedências ocorridas relativamente aos valores limite horários ou diários; por poluente; estão assinalados os anos sem dados e os anos sem eficiência acima de 85%; são ainda destacados os tipos de estações;
- uma tabela com o resumo de todas as situações de excedências ao valor-limite e ao valor-limite acrescido da margem de tolerância; está assinalado se o resultado obtido corresponde a medição indicativa ou em contínuo.

Apresenta-se ainda um resumo para a região de Lisboa e Vale do Tejo das estações com medições em contínuo, que inclui:

- um mapa com a situação evolutiva das excedências aos limites legislados;
- uma tabela com o resumo de todas as situações de excedências ao valor-limite e ao valor-limite acrescido da margem de tolerância.

Dá-se especial ênfase à informação contida nestes dois últimos pontos uma vez que estes são os aspectos chave para a avaliação da necessidade de elaboração de Planos e Programas.

4.1.4.1 Aglomeração da AML Norte

Os resultados obtidos para as estações da aglomeração AML Norte para os vários poluentes e anos em análise encontram-se da Tabela 32 à Tabela 34, para as PM_{10} , o NO_2 e o SO_2 , respectivamente.

As figuras apresentadas dizem respeito à evolução dos resultados relativamente ao VL para a média anual de PM_{10} (Figura 39), número de excedências ao VL diário de PM_{10} (Figura 40), VL para a média anual de NO_2 (Figura 41) e número de excedências ao VL horário de NO_2 (Figura 42).

Na Figura 56 e Figura 57, relativas ao PM_{10} e NO_2 , respectivamente, apresentam-se os perfis horários para as várias estações da AML Norte e para a estação rural de fundo da Chamusca, em 2003.

A Tabela 35 apresenta de forma sucinta as estações e os anos para os quais se registaram excedências ao VL e ao VL+MT para PM_{10} , NO_2 e SO_2 .

Analisando os resultados de **PM₁₀** e a sua evolução temporal verifica-se que:

- houve quatro estações de fundo em que se registaram excedências ao VL+MT (ainda que duas dessas tenham tido uma eficiência abaixo dos 85%):



- todas as estações de fundo com excedências ao VL diário têm vindo a apresentar um número de excedências tendencialmente mais elevado, sendo que começaram a exceder o VL+MT a partir de 2003 (à excepção da estação da Quinta do Marquês);
- as estações de fundo, de Loures e Olivais apresentam excedências ao VL+MT e cumprem os critérios de eficiência;
- quanto às excedências ao valor-limite anual, estas ocorreram na estação de Alfragide/ Amadora (em 2001 e 2004) e na de Loures (apenas em 2001);
- relativamente às estações de tráfego, nas estações de Avenida da Liberdade, Entrecampos e Cascais – Mercado, ocorreram excedências ao VL para todos os anos. A tendência evolutiva do número de ultrapassagens ao VL não é semelhante para todas as estações: na Avenida da Liberdade esta tem sido sempre decrescente e em Entrecampos tem vindo a aumentar (apesar de sofrer uma redução em 2004);
- para as estações da Avenida da Liberdade, Entrecampos, Cascais – Mercado têm-se registado sempre, nos anos mais recentes, excedências ao VL+MT diário.
- a estação de tráfego de Odivelas registou em 2004, único ano com dados, concentrações acima do VL+MT diário para este poluente.

No que diz respeito ao **NO₂** verifica-se que:

- houve duas estações de fundo em que se registaram excedências ao valor-limite mas não ao valor-limite acrescido da margem de tolerância:
 - a tendência evolutiva das excedências ao VL anual e horário na estação de fundo de Alfragide/ Amadora é no sentido de um decréscimo e melhoria nos anos mais recentes;
 - as excedências registadas na estação dos Olivais em 2004 ao VL horário parecem ter sido uma situação excepcional;
- nas estações de tráfego apenas se registaram excedências ao valor-limite anual:
 - na estação de tráfego de Entrecampos as excedências ao VL têm ocorrido sistematicamente entre 2002 e 2004, no entanto não se registam excedências ao VL+MT;
 - a estação de tráfego da Avenida da Liberdade é sem dúvida a mais problemática em termos de NO₂ de toda a aglomeração da AML Norte. Têm-se registado excedências, de forma consistente entre 2002 e 2004, ao VL+MT, sendo por isso um dos casos identificados que implica a necessidade da elaboração de Planos e Programas para este poluente.

Quer para PM₁₀ (Figura 44), quer para o NO₂ (Figura 45), os perfis horários permitem verificar que dentro da AML Norte se nota uma influência preponderante do tráfego rodoviário nos níveis detectados, que se demonstra pela existência de dois picos no ciclo diário que correspondem às horas de maior tráfego da manhã e do final da tarde. Este fenómeno detecta-se nas estações urbanas tanto de fundo como de tráfego, sendo no entanto mais acentuado nas estações de tráfego, e

praticamente não se verifica na estação rural de fundo da Chamusca localizada na zona de Vale do Tejo e Oeste.

No que diz respeito ao SO_2 não se registaram quaisquer situações acima do VL ou VL+MT diário em toda a aglomeração.

Tabela 32: Resultados de PM_{10} obtidos para a aglomeração da AML Norte

Partículas em suspensão (PM_{10})							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36º Máx. diário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nº dias >VL+MT	Nº dias >VL
Fundo	Alfragide/Amadora	2001	45	50	65	25	67
		2002	57	39	54	21	44
		2003	46	39	53	25	46
		2004	47	42	56	36	48
	Loures	2001	58	51	75	43	90
		2002	98	36	57	19	63
		2003	96	36	64	41	68
		2004	98	32	60	43	54
	Quinta do Marquês	2001	-	-	-	-	-
		2002	30	29	32	3	6
		2003	99	32	56	26	52
		2004	96	32	55	31	46
	Mem-Martins	2001	-	-	-	-	-
		2002	18	26	23	0	2
		2003	98	26	46	8	22
		2004	82	26	43	18	25
	Olivais	2001	96	33	63	19	62
		2002	99	26	47	8	28
		2003	97	26	53	20	38
		2004	98	32	59	45	54
Reboleira	2001	82	39	65	28	71	
	2002	99	35	58	24	66	
	2003	98	29	56	24	41	
	2004	79	33	58	40	50	
Av. da Liberdade	2001	99	62	102	111	229	
	2002	98	59	88	140	213	
	2003	99	56	98	131	187	
	2004	97	51	85	119	147	
Tráfego	Cascais - Mercado	2001	-	-	-	-	-
		2002	31	56	63	30	65
		2003	98	52	76	108	169
		2004	98	42	61	57	83
	Entrecampos	2001	78	41	67	33	71
		2002	79	42	65	32	83
		2003	100	46	81	78	121
		2004	98	47	85	86	109
Odivelas	2001	-	-	-	-	-	
	2002	-	-	-	-	-	
	2003	-	-	-	-	-	
	2004	100	38	69	59	71	

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

Tabela 33: Resultados de NO₂ obtidos para a aglomeração da AML Norte

Dióxido de azoto (NO ₂)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	19º Máx. horário (µg/m ³)	Nº horas >VL+MT	Nº horas >VL
Fundo	Alfragide/Amadora	2001	95	39	212	0	30
		2002	95	54	273	18	122
		2003	95	39	187	1	9
		2004	75	39	154	0	7
	Beato	2001	99	20	90	0	0
		2002	95	22	118	0	0
		2003	93	28	146	0	3
		2004	95	27	116	0	0
	Chelas	2001	99	26	149	0	3
		2002	94	23	108	0	0
		2003	94	27	109	0	0
		2004	89	31	122	0	0
	Loures	2001	58	19	82	0	0
		2002	100	15	74	0	0
		2003	94	20	90	0	0
		2004	95	24	118	0	0
	Mem-Martins	2001	-	-	-	-	-
		2002	20	20	77	0	0
		2003	94	14	82	0	0
		2004	97	15	92	0	0
	Olivais	2001	95	22	104	0	0
		2002	99	23	103	0	0
		2003	94	30	131	0	0
		2004	97	32	204	7	19
	Quinta do Marquês	2001	-	-	-	-	-
		2002	31	20	79	0	0
		2003	97	16	99	0	0
		2004	97	19	103	0	0
Reboleira	2001	76	26	108	0	0	
	2002	97	20	103	0	0	
	2003	92	24	130	0	1	
	2004	89	26	135	0	0	
Restelo	2001	-	-	-	-	-	
	2002	83	18	140	0	3	
	2003	89	20	90	0	0	
	2004	97	23	102	0	0	
Avenida da Liberdade	2001	96	54	178	1	8	
	2002	96	62	169	0	2	
	2003	93	69	198	0	15	
	2004	92	63	191	1	14	
Cascais-Mercado	2001	-	-	-	-	-	
	2002	32	34	84	0	0	
	2003	98	36	111	0	0	
	2004	89	37	130	0	0	
Entrecampos	2001	85	27	103	0	0	
	2002	75	43	127	0	0	
	2003	98	54	155	0	0	
	2004	93	50	153	0	0	
Odivelas	2001	-	-	-	-	-	
	2002	-	-	-	-	-	
	2003	-	-	-	-	-	
	2004	99	26	117	0	0	

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

Tabela 34: Resultados de SO₂ obtidos para a aglomeração da AML Norte

Dióxido de enxofre (SO ₂)						
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	25º Máx. horário (µg/m ³)	Nº de horas >VL+MT	Nº de horas >VL
Fundo	Alfragide/ Amadora	2001	93	144	0	0
		2002	96	75	0	0
		2003	99	31	0	0
		2004	<i>76</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
	Beato	2001	99	72	0	0
		2002	98	120	0	1
		2003	99	37	0	0
		2004	91	16	0	0
	Chelas	2001	98	84	0	0
		2002	96	69	0	0
		2003	96	23	0	0
		2004	<i>69</i>	<i>23</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
	Loures	2001	<i>59</i>	<i>75</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
		2002	100	65	0	0
		2003	88	31	0	0
		2004	99	26	0	0
	Mem-Martins	2001	-	-	-	-
		2002	<i>20</i>	<i>12</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
		2003	100	20	0	0
		2004	99	16	0	0
	Olivais	2001	95	79	0	0
		2002	98	47	0	0
		2003	97	38	0	0
		2004	<i>76</i>	<i>34</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Quinta do Marquês	2001	-	-	-	-	
	2002	<i>33</i>	<i>28</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
	2003	99	53	0	1	
	2004	100	20	0	0	
Reboleira	2001	89	63	0	0	
	2002	100	53	0	0	
	2003	100	43	0	0	
	2004	92	23	0	0	
Tráfego Entrecampos	2001	<i>84</i>	<i>83</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
	2002	<i>81</i>	<i>61</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	
	2003	99	47	0	0	
	2004	98	35	0	0	

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

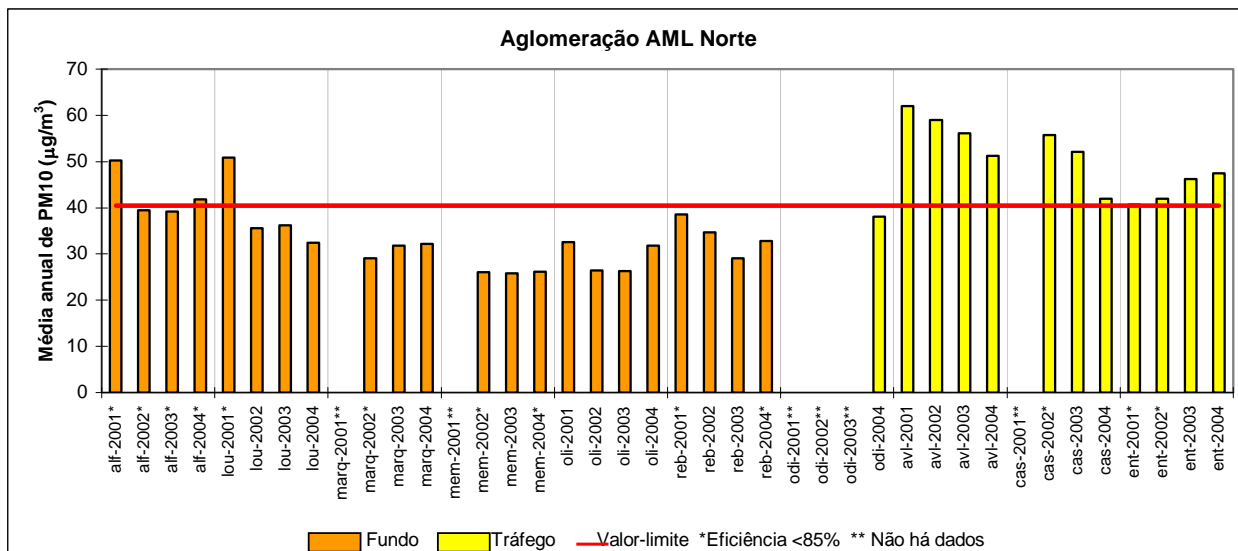


Figura 39: Médias anuais de PM₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Norte

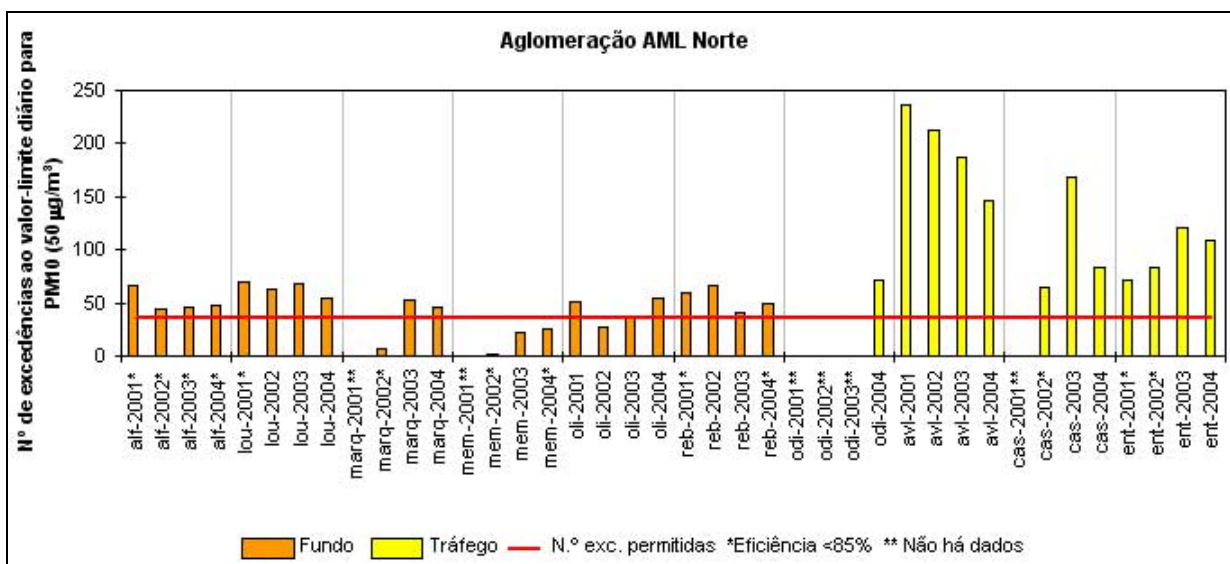


Figura 40: Número de excedências ao VL(diário) de PM₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Norte

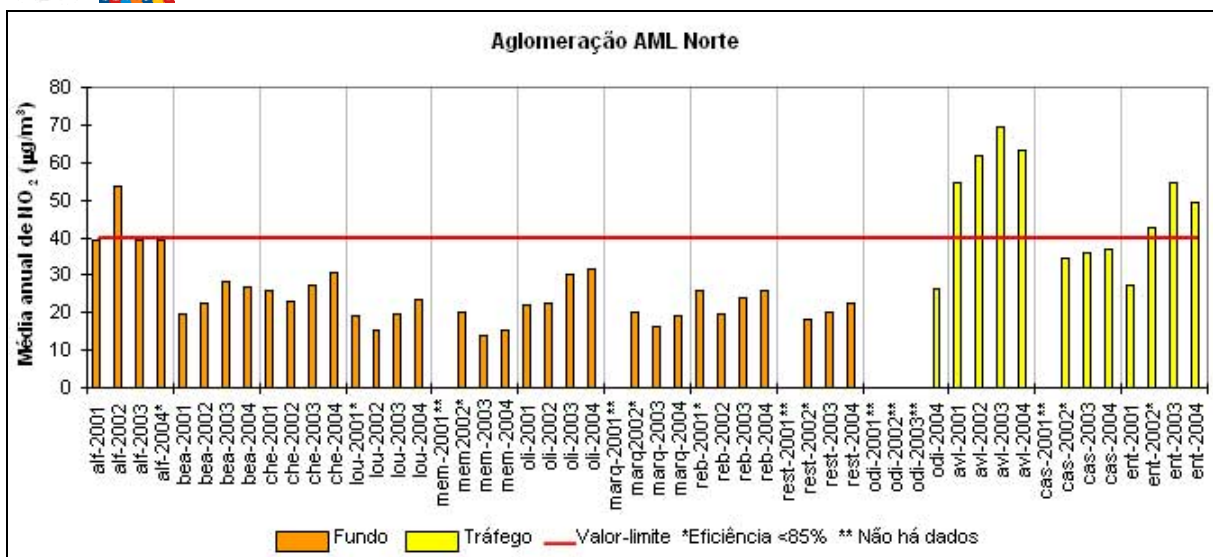


Figura 41: Médias anuais de NO_2 obtidas para a aglomeração da AML Norte

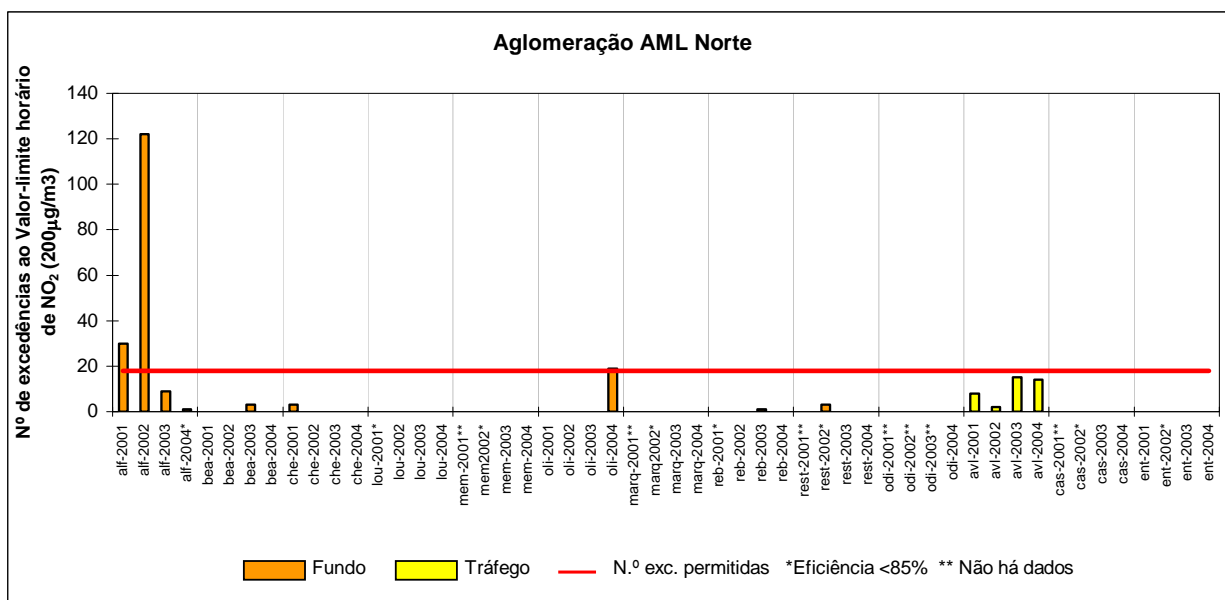


Figura 42: Número de excedências ao VL (horário) de NO_2 obtidas para a aglomeração da AML Norte

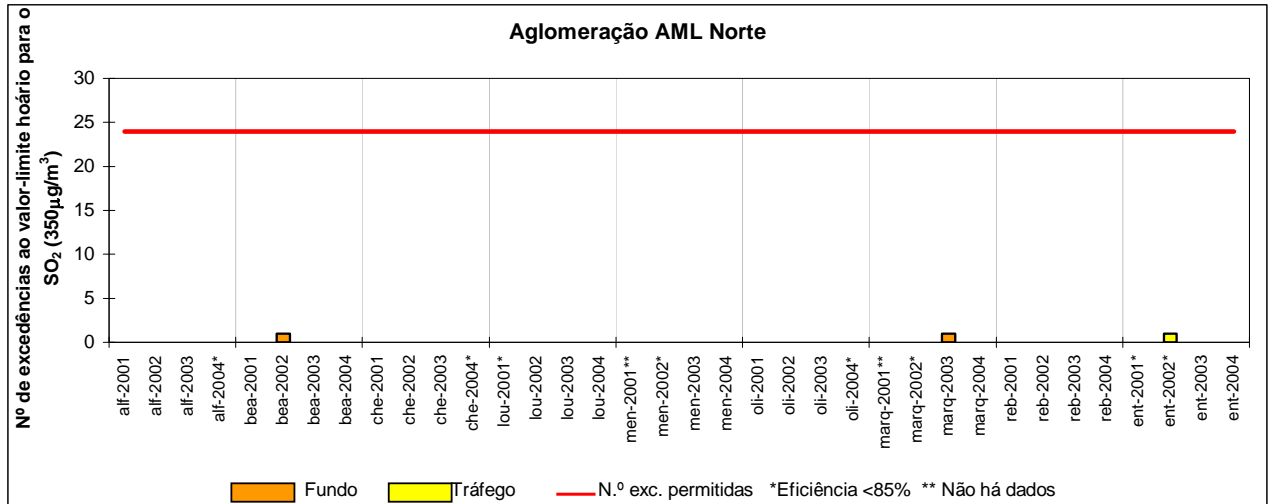


Figura 43: Número de excedências ao VL (horário) de SO₂ obtidas para a aglomeração da AML Norte

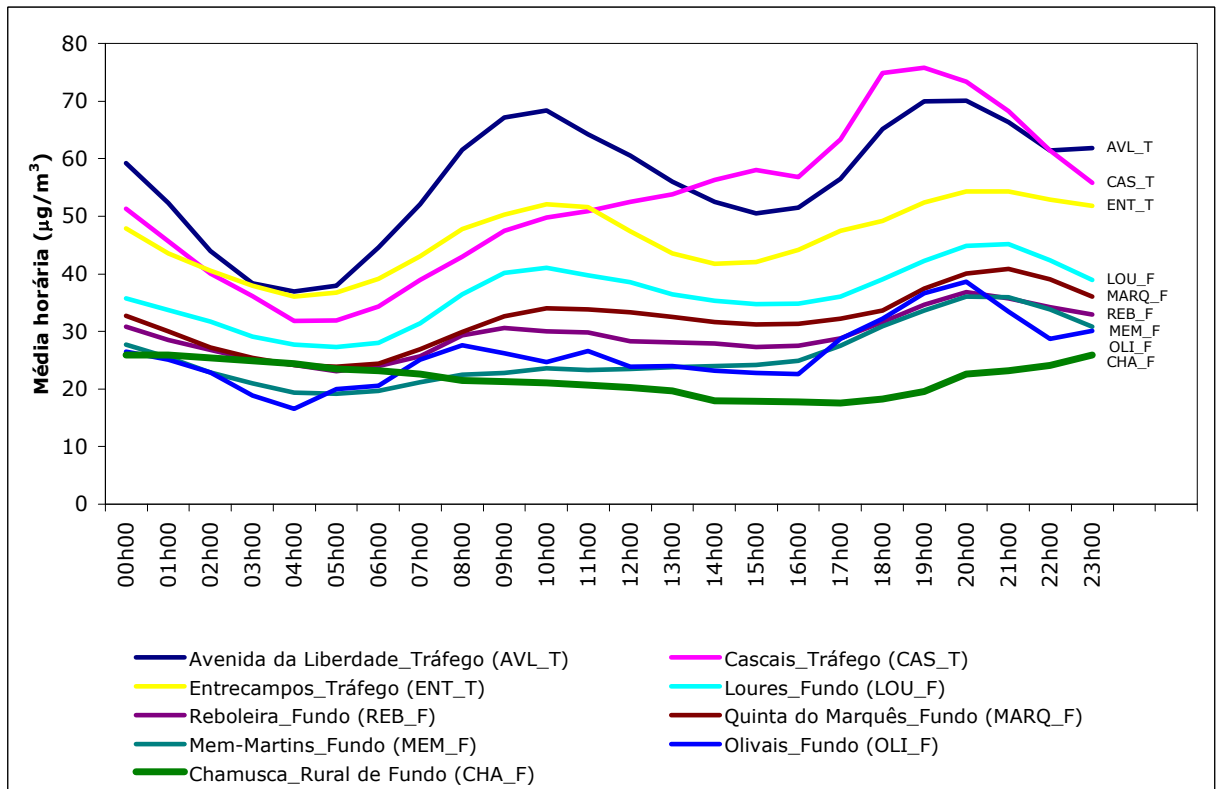


Figura 44: Perfil horário das concentrações de PM₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Norte e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003

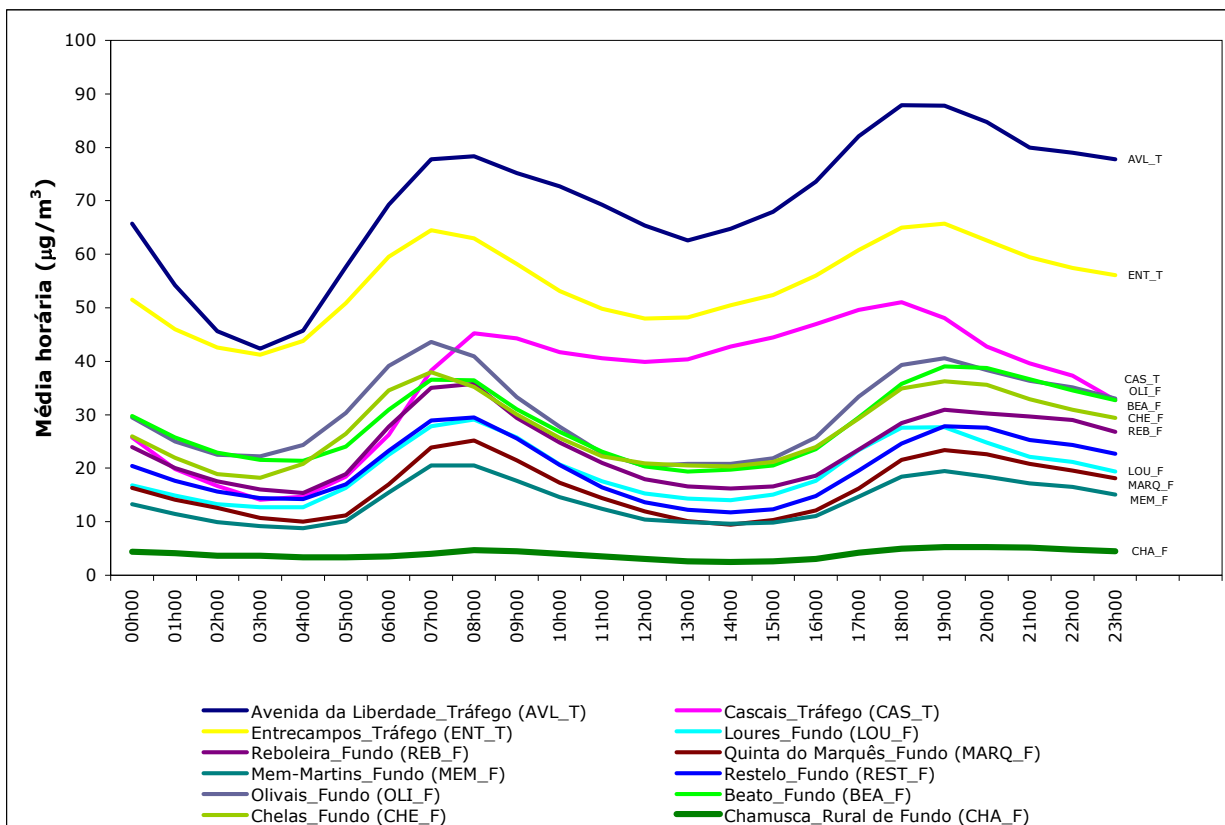


Figura 45: Perfil horário das concentrações de NO₂ obtidas para a aglomeração da AML Norte e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003

Tabela 35: Resumo das situações de excedências ocorridas na aglomeração da AML Norte

Tipo estação	Nome estação	Ano	PM ₁₀		NO ₂		SO ₂
			Anual	Diário	Anual	Horário	Horário
Fundo	Alfragide/Amadora	2001	>VL+ MT	]VL; VL+MT]		]VL; VL+MT]	
		2002		]VL; VL+MT]	]VL; VL+MT]	]VL; VL+MT]	
		2003		]VL; VL+MT]			
		2004	]VL; VL+MT]	>VL+ MT			
	Loures	2001	>VL+ MT	>VL+ MT			
		2002		]VL; VL+MT]			
		2003		>VL+ MT			
		2004		>VL+ MT			
	Olivais	2001		]VL; VL+MT]			
		2003		]VL; VL+MT]			
		2004		>VL+ MT		]VL; VL+MT]	
	Quinta do Marquês	2003		]VL; VL+MT]			
2004			]VL; VL+MT]				
Reboleira	2001		]VL; VL+MT]				
	2002		]VL; VL+MT]				
	2003		]VL; VL+MT]				
	2004		>VL+ MT				
Tráfego	Avenida da Liberdade	2001	>VL+ MT	>VL+ MT	]VL; VL+MT]		
		2002	>VL+ MT	>VL+ MT	>VL+ MT		
		2003	>VL+ MT	>VL+ MT	>VL+ MT		
		2004	>VL+ MT	>VL+ MT	>VL+ MT		
	Cascais - Mercado	2002	>VL+ MT	]VL; VL+MT]			
		2003	>VL+ MT	>VL+ MT			

Tipo estação	Nome estação	Ano	PM ₁₀		NO ₂		SO ₂
			Anual	Diário	Anual	Horário	Horário
		2004	]VL; VL+MT]	>VL+ MT			
		2001	]VL; VL+MT]	]VL; VL+MT]			
	Entrecampos	2002	]VL; VL+MT]	]VL; VL+MT]	]VL; VL+MT]		
		2003	>VL+ MT	>VL+ MT	]VL; VL+MT]		
		2004	>VL+ MT	>VL+ MT	]VL; VL+MT]		
	Odivelas	2004		>VL+ MT			

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

4.1.4.2 Aglomeração da AML Sul

Os resultados obtidos para as estações da aglomeração AML Sul para os vários poluentes e anos em análise encontram-se da Tabela 36 à Tabela 38, para PM₁₀, NO₂ e SO₂, respectivamente.

As figuras apresentadas dizem respeito à evolução dos resultados relativamente às ultrapassagens ao VL anual de PM₁₀ (Figura 46), ao número de excedências ao VL diário de PM₁₀ (Figura 47), ao VL anual de NO₂ (Figura 48), ao número de excedências do VL horário de NO₂ (Figura 49) e ao número de excedências ao VL horário de SO₂ (Figura 50).

Na Figura 51 e na Figura 52, relativas a PM₁₀ e NO₂, respectivamente, apresentam-se os perfis horários para as várias estações da AML Sul e para a estação rural de fundo da Chamusca, em 2003.

A Tabela 39 apresenta de forma resumida as estações e os anos para os quais se registaram excedências aos VL e aos VL+MT para o PM₁₀, NO₂ e SO₂.

Analisando os resultados de **PM₁₀** e a sua evolução temporal verifica-se que:

- de um modo geral na AML Sul, à semelhança da AML Norte, os níveis de PM₁₀ ultrapassam o VL ou VL+MT e as situações de inconformidade ocorrem mais frequentemente para o período de exposição diário do que para o anual;
- em termos de evolução da média anual e do número de excedências ao VL diário verifica-se que para a estação da Escavadeira parece existir uma tendência negativa enquanto que para o Laranjeiro e para o Lavradio, mesmo tendo em atenção que esta última não apresentou a eficiência requerida nos anos em análise, a tendência parece ser positiva.

No que diz respeito ao **NO₂** verifica-se que:

- apenas ocorreu uma ultrapassagem do VL em 2001 na estação industrial do Lavradio para o período de exposição horário.

No que diz respeito ao **SO₂** verifica-se que:

- na estação do Lavradio ocorreu a ultrapassagem do VL horário em 2001 e 2002 e em 2003 foi ultrapassado o VL+MT, no entanto, neste ano a eficiência da estação foi inferior a 85%.

Na AML Sul Os perfis horários das várias estações urbanas em 2003 permitem verificar um comportamento marcado pelo tráfego rodoviário, que se demonstra pela existência de dois picos que correspondem às horas de maior tráfego da manhã e do final da tarde. A influência do tráfego é mais marcada para o NO₂ (Figura 52) do que para as PM₁₀ (Figura 51) que apresenta já níveis rurais de fundo bastante elevados. É de salientar as elevadas concentrações de PM₁₀ ao final da tarde na estação industrial do Lavradio.

Tabela 36: Resultados de PM₁₀ obtidos para a aglomeração da AML Sul

Partículas em suspensão (PM ₁₀)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	36º Máx. diário (µg/m ³)	Nº dias >VL+MT	Nº dias >VL
Fundo	Laranjeiro	2001	82	43	79	44	86
		2002	88	34	59	22	58
		2003	91	28	49	13	32
		2004	95	31	55	33	43
Industrial	Escavadeira	2001	28	56	62	29	45
		2002	76	39	68	38	69
		2003	92	41	77	75	98
		2004	87	41	71	76	87
	Lavradio	2001	82	31	50	12	31
		2002	89	39	61	22	70
		2003	61	38	58	30	52
		2004	70	28	47	19	25

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

Tabela 37: Resultados de NO₂ obtidos para a aglomeração da AML Sul

Dióxido de azoto (NO ₂)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	19º Máx. horário (µg/m ³)	Nº horas >VL+MT	Nº horas >VL
Fundo	Laranjeiro	2001	95	31	130	0	1
		2002	97	26	146	0	0
		2003	97	26	122	0	0
		2004	87	29	151	0	0
	Paio Pires	2001	95	21	151	0	3
		2002	99	18	140	0	5
		2003	58	18	111	0	0
		2004	72	28	104	0	0
Industrial	Escavadeira	2001	29	22	64	0	0
		2002	80	23	86	0	0
		2003	77	20	148	0	0
		2004	84	29	147	0	5
	Lavradio	2001	97	34	210	5	28
		2002	26	24	90	0	0
		2003	64	23	105	0	2
		2004	73	32	163	5	11
	Câmara Municipal	2001	97	18	84	0	1
		2002	74	26	122	0	0
		2003	100	37	136	0	0
		2004	43	34	92	0	0
	Hospital Velho	2001	83	32	118	2	2
		2002	96	31	119	0	0

Dióxido de azoto (NO ₂)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	19º Máx. horário (µg/m ³)	Nº horas >VL+MT	Nº horas >VL
		2003	99	34	131	0	1
		2004	87	30	136	0	1

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

Tabela 38: Resultados de SO₂ obtidos para a aglomeração da AML Sul

Dióxido de enxofre (SO ₂)						
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	25º Máx. horário (µg/m ³)	Nº de horas >VL+MT	Nº de horas >VL
Fundo	Laranjeiro	2001	94	68	1	1
		2002	97	63	0	0
		2003	96	38	0	0
		2004	97	38	1	1
	Paio Pires	2001	100	110	0	0
		2002	99	110	0	0
		2003	99	76	0	0
		2004	99	84	0	0
Industrial	Escavadeira	2001	<i>28</i>	<i>106</i>	0	0
		2002	<i>80</i>	<i>217</i>	0	4
		2003	96	235	3	5
		2004	94	160	3	3
	Lavradio	2001	92	409	17	36
		2002	97	358	8	26
		2003	<i>60</i>	<i>535</i>	<i>42</i>	<i>57</i>
		2004	<i>75</i>	<i>305</i>	4	9
Tráfego	Hospital Velho	2001	<i>27</i>	<i>16</i>	0	0
		2002	<i>62</i>	<i>66</i>	0	1
		2003	94	283	12	19
		2004	99	178	3	6

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

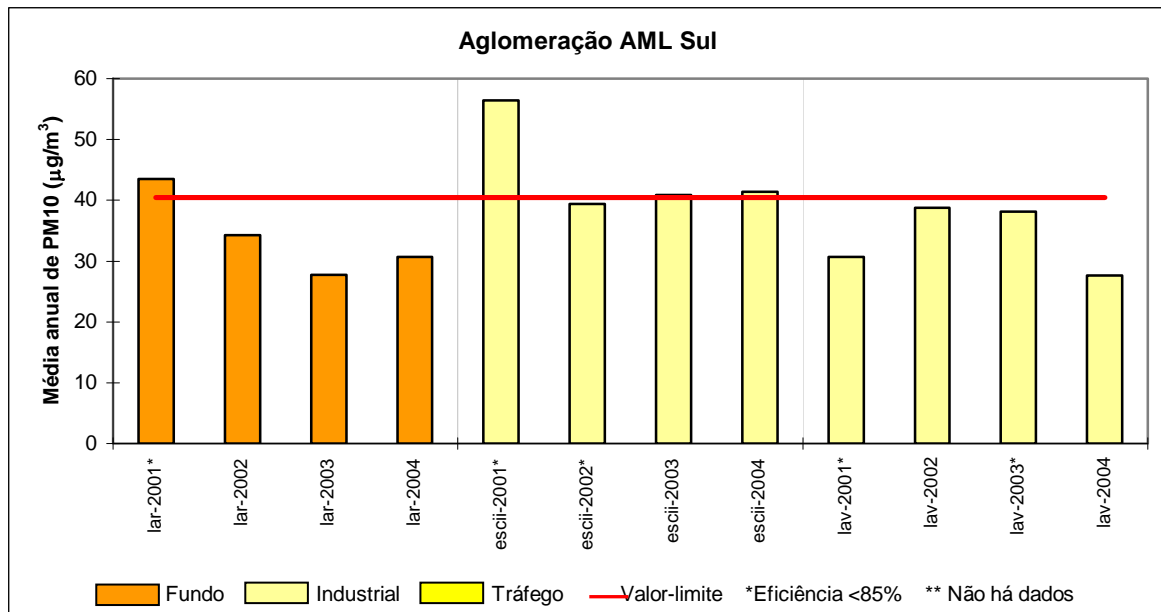


Figura 46: Médias anuais de PM₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Sul

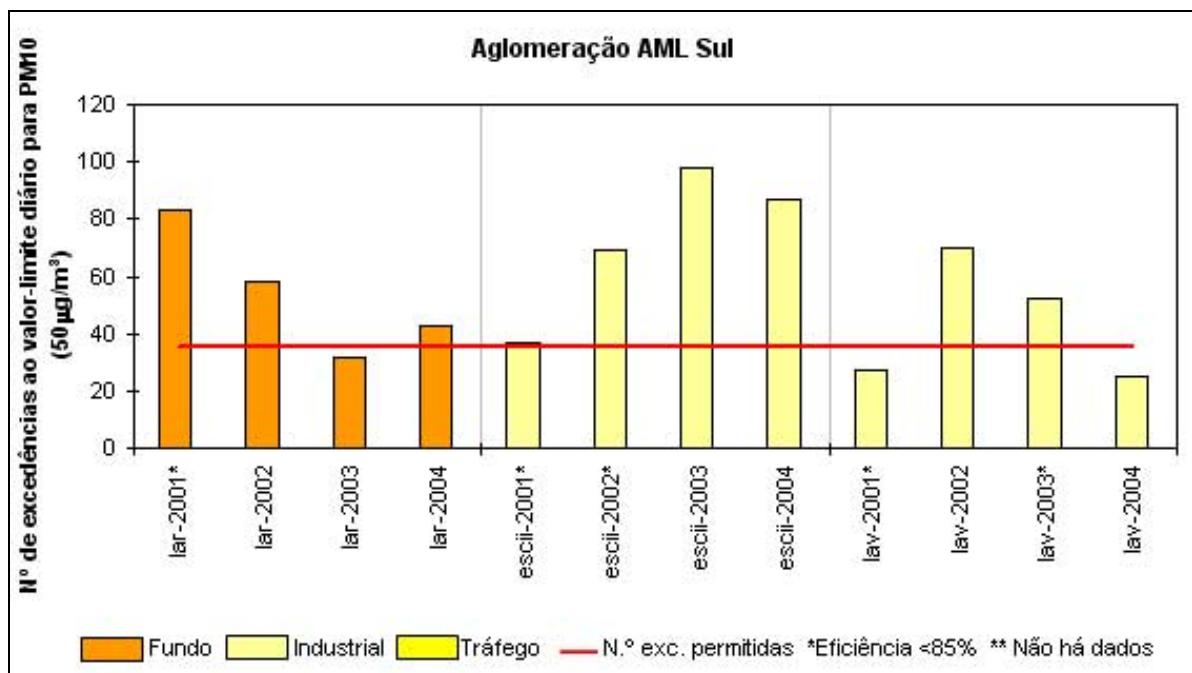


Figura 47: Número de excedências ao VL (diário) de PM₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Sul

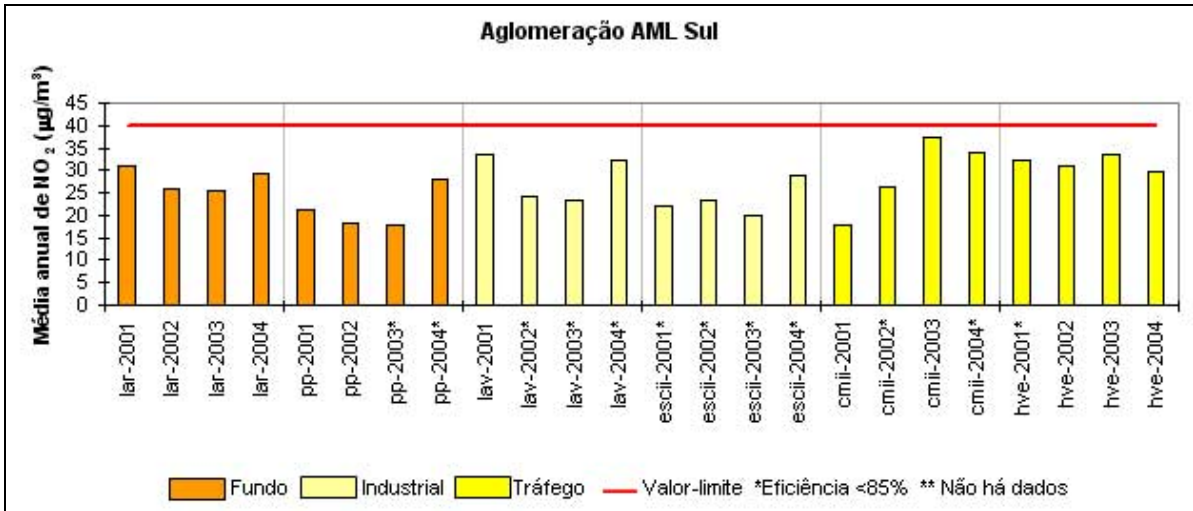


Figura 48: Médias anuais de NO₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul

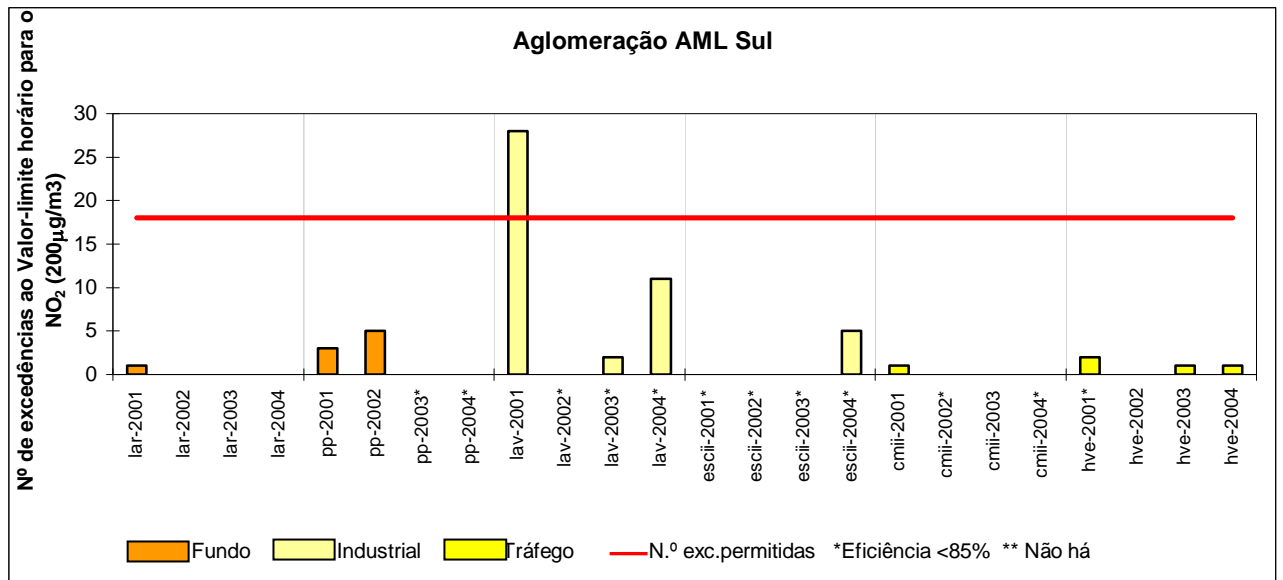


Figura 49: Número de excedências ao VL (horário) de NO₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul

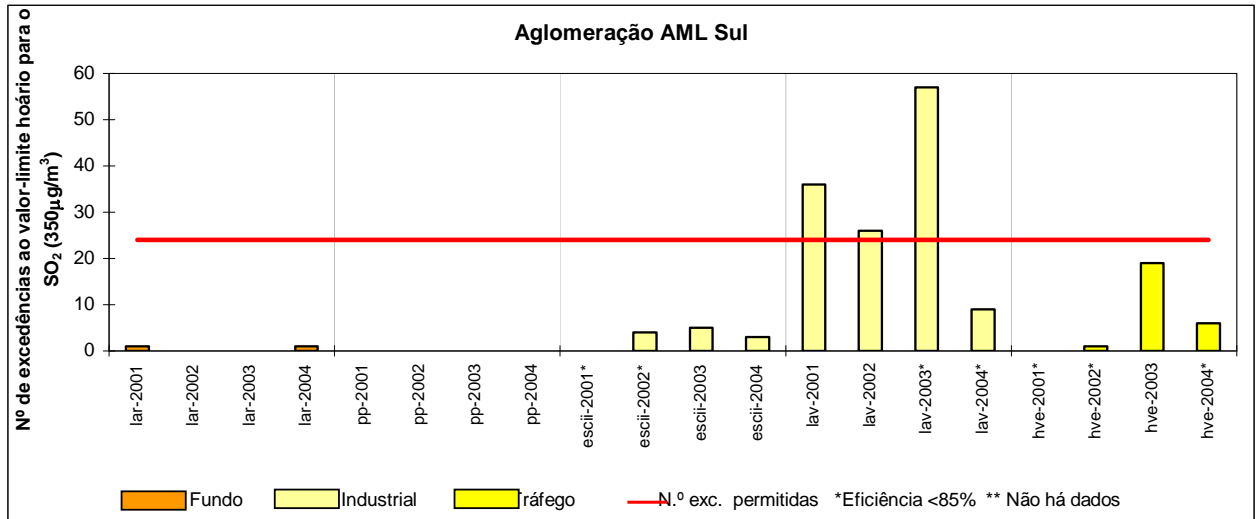


Figura 50: Número de excedências ao VL (horário) de SO₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul

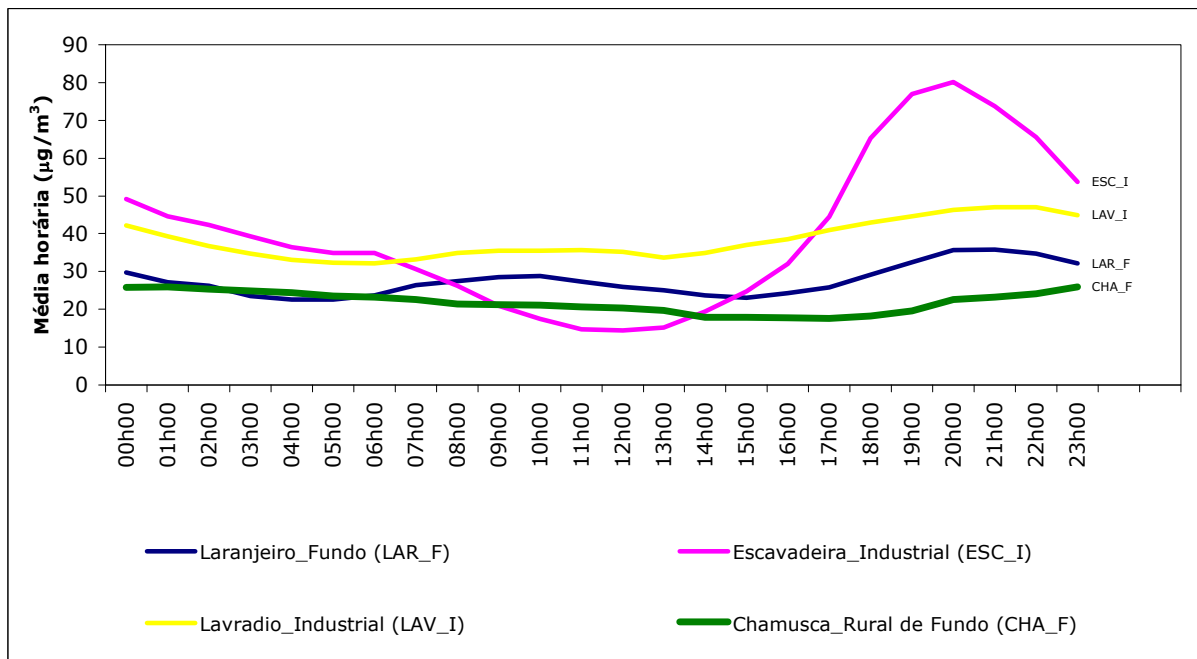


Figura 51: Perfil horário das concentrações de PM₁₀ obtidas para a aglomeração da AML Sul e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003

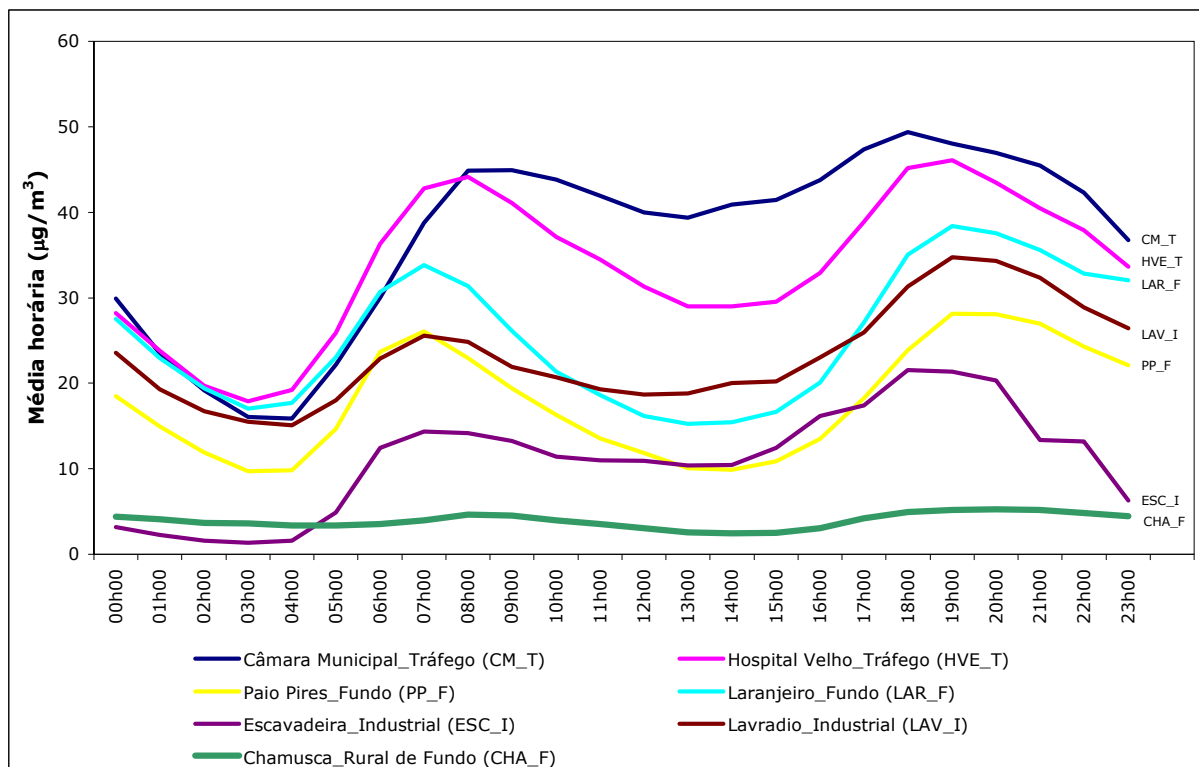


Figura 52: Perfil horário das concentrações de NO₂ obtidas para a aglomeração da AML Sul e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003

Tabela 39: Resumo das situações de excedências ocorridas na aglomeração da AML Sul

Tipo estação	Nome estação	Ano	PM ₁₀		NO ₂		SO ₂
			Anual	Diário	Anual	Horário	Horário
Industrial	Escavadeira	2001	>VL+MT	[VL; VL+MT]			
		2002		>VL+MT			
		2003	[VL; VL+MT]	>VL+MT			
		2004	[VL; VL+MT]	>VL+MT			
	Lavradio	2001				[VL; VL+MT]	[VL; VL+MT]
		2002		[VL; VL+MT]			[VL; VL+MT]
		2003		[VL; VL+MT]			>VL+MT
Fundo	Laranjeiro	2001	[VL; VL+MT]	>VL+MT			
		2002		[VL; VL+MT]			
		2004		[VL; VL+MT]			

Legenda: VL - Valor limite; VL+MT - Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico - estações com eficiência <85%; código de cores - [VL; VL+MT] excedência entre o VL e o VL+MT; >VL+MT excedência ao VL+MT

4.1.4.3 Aglomeração de Setúbal

Os resultados obtidos para as estações da aglomeração de Setúbal para os vários poluentes e anos em análise encontram-se da Tabela 40 à Tabela 42, para PM₁₀, NO₂ e SO₂ respectivamente.

As figuras apresentadas dizem respeito à evolução dos resultados relativamente ao cumprimento do VL anual para PM₁₀ (Figura 53), ao número de excedências ao VL diário para PM₁₀ (Figura 54) e ao VL anual para o NO₂ (Figura 55).

Na Figura 56 e Figura 57, relativas a PM₁₀ e NO₂, respectivamente, apresentam-se os perfis horários para as várias estações da Setúbal e para a estação rural de fundo da Chamusca, em 2003.

A Tabela 43 apresenta de forma resumida as estações e os anos para os quais se registaram excedências ao VL e ao VL+MT para PM₁₀, NO₂ e SO₂.

As estações desta aglomeração são recentes tendo iniciado o funcionamento apenas em 2002.

Analisando os resultados de **PM₁₀** verifica-se que:

- os resultados revelam que na estação de tráfego do Quebedo ocorreram ultrapassagens ao VL diário em 2002, e ao VL+MT em 2003 e 2004, tendo sido este último ano o único com eficiência superior a 85%. A estação do Quebedo foi a única em que se registou excedência ao VL anual, tendo sido registada em 2003. A estação de fundo da Camarinha apresentou também uma ultrapassagem ao VL diário em 2003.

Não se registaram quaisquer excedências aos valores-limite estabelecidos para o SO₂ e NO₂ na aglomeração de Setúbal, entre 2002 e 2004.

Os perfis horários (Figura 57 e Figura 58) permitem verificar que, tanto nas estações de fundo como nas de tráfego, existe para o NO₂ e para o PM₁₀ uma influência marcada do transporte rodoviário que se observa nos dois picos que se verificam no ciclo diário e que correspondem às horas de maior tráfego da manhã e do final da tarde.

Tabela 40: Resultados de PM₁₀ obtidos para a aglomeração de Setúbal

Partículas em suspensão (PM ₁₀)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	36º Máx. diário (µg/m ³)	Nº dias >VL+MT	Nº dias >VL
Fundo	Camarinha	2001	-	-	-	-	-
		2002	10	28	-	0	2
		2003	76	31	53	17	38
		2004	-	-	-	-	-
Tráfego	Quebedo	2001	-	-	-	-	-
		2002	71	38	55	12	53
		2003	67	44	64	48	82
		2004	98	40	69	61	77

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

Tabela 41: Resultados de NO₂ obtidos para a aglomeração de Setúbal

Dióxido de azoto (NO ₂)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	19º Máx. horário (µg/m ³)	Nº horas >VL+MT	Nº horas >VL
Fundo	Arcos	2001	-	-	-	-	-
		2002	74	14	67	0	0
		2003	100	17	78	0	0
		2004	99	19	88	0	0
Fundo	Camarinha	2001	-	-	-	-	-
		2002	13	19	65	0	0
		2003	76	18	95	0	0
		2004	-	-	-	-	-
Tráfego	Quebedo	2001	-	-	-	-	-
		2002	60	27	84	0	0
		2003	99	33	105	0	0
		2004	89	31	97	0	0

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

Tabela 42: Resultados de SO₂ obtidos para a aglomeração de Setúbal

Dióxido de enxofre (SO ₂)						
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	25º Máx. horário (µg/m ³)	Nº de horas >VL+MT	Nº de horas >VL
Fundo	Camarinha	2001	-	-	-	-
		2002	23	28	1	3
		2003	79	20	0	0
		2004	-	-	-	-
Tráfego	Quebedo	2001	-	-	-	-
		2002	53	21	0	0
		2003	81	25	0	0
		2004	91	21	0	0

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - excedência entre o VL e o VL+MT; excedência ao VL+MT

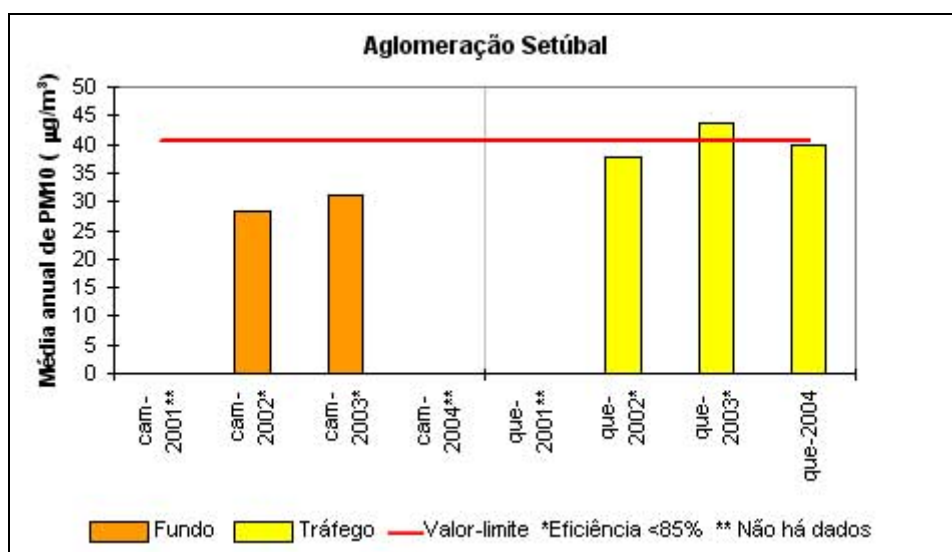


Figura 53: Médias anuais de PM₁₀ obtidas para a aglomeração de Setúbal

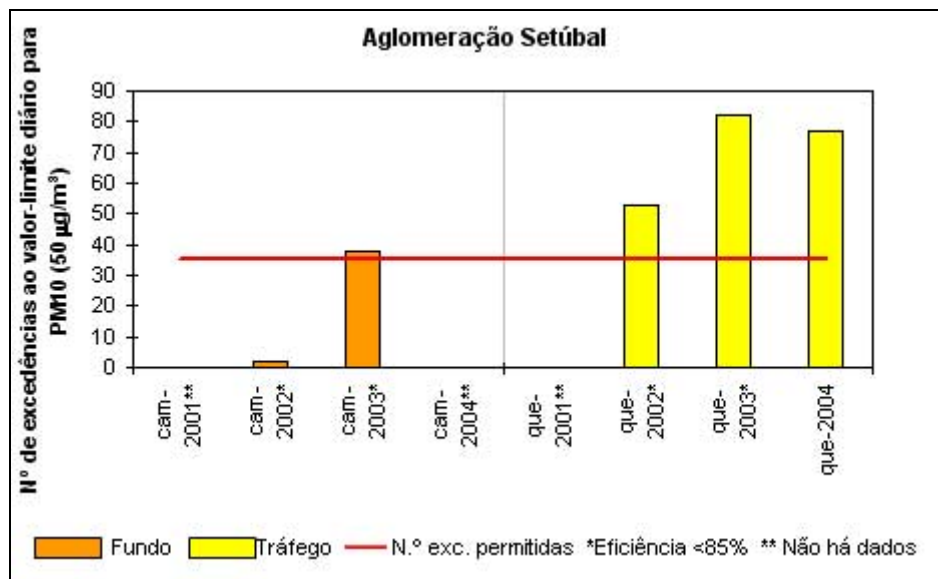


Figura 54: Número de excedências ao VL (diário) de PM₁₀ obtidas para a aglomeração de Setúbal

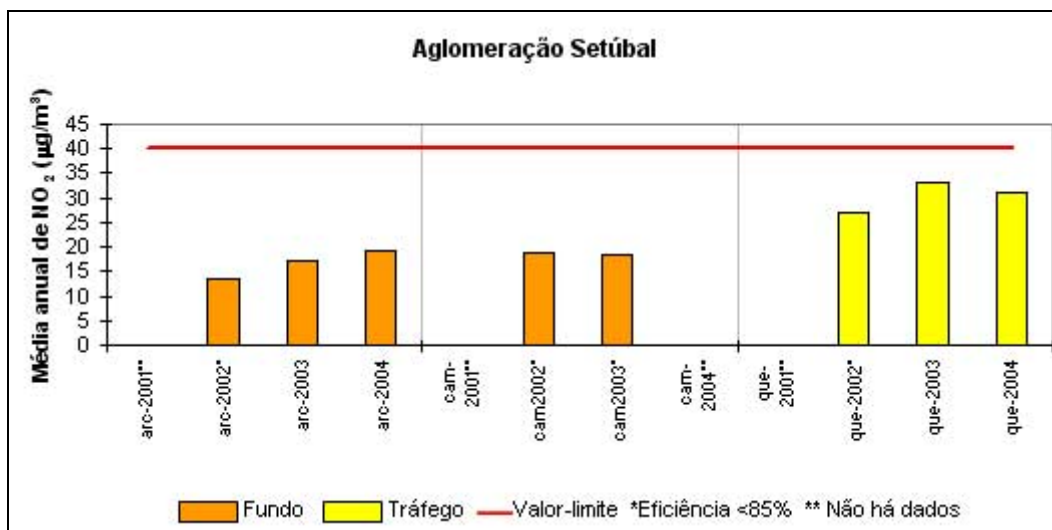


Figura 55: Médias anuais de NO₂ obtidas para a aglomeração de Setúbal

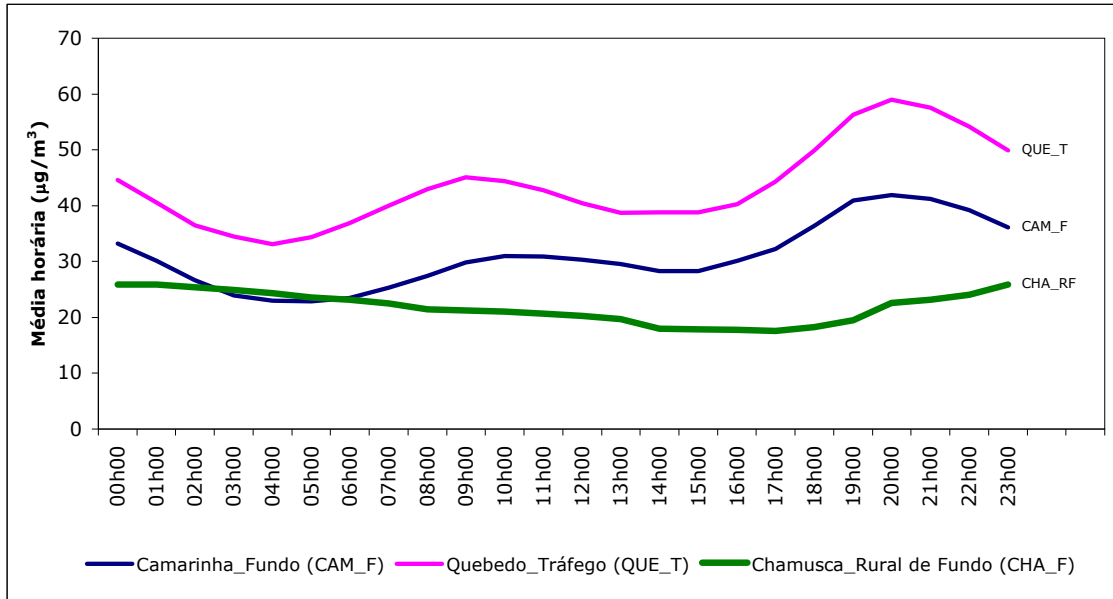


Figura 56: Perfil horário das concentrações de PM₁₀ obtidas para a aglomeração de Setúbal e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003

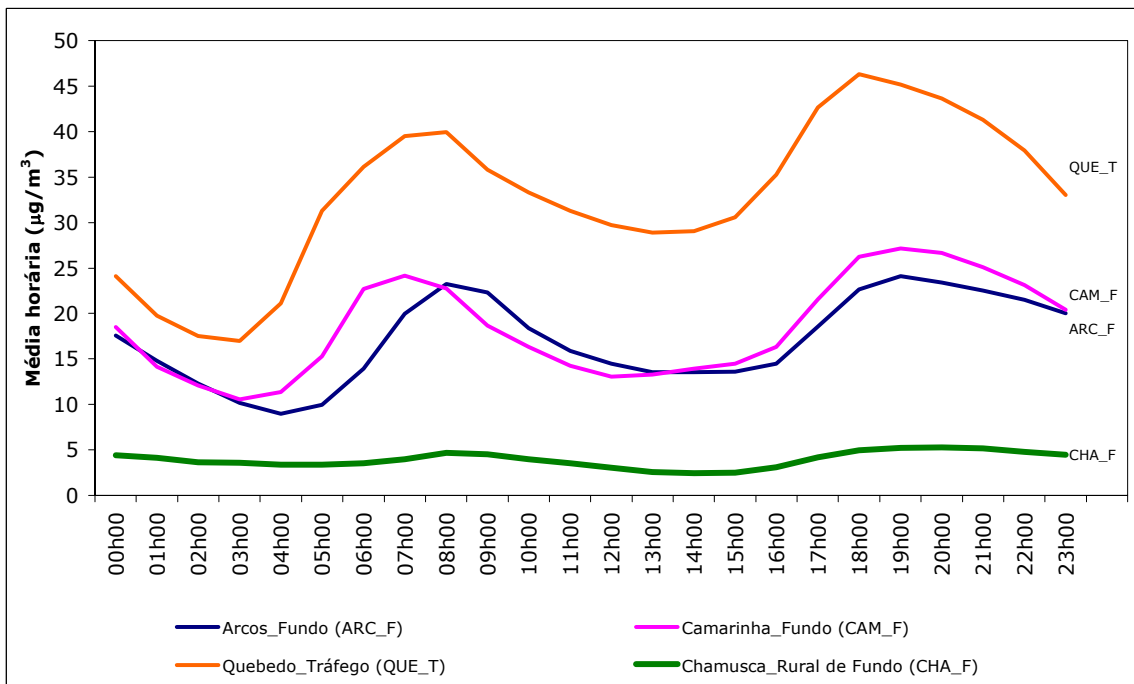


Figura 57: Perfil horário das concentrações de NO₂ obtidas para a aglomeração de Setúbal e na estação rural de fundo da Chamusca, em 2003

Tabela 43: Resumo das situações de excedências ocorridas na aglomeração de Setúbal

Tipo estação	Nome estação	Ano	PM ₁₀		NO ₂		SO ₂
			Anual	Diário	Anual	Horário	Horário
Fundo	Camarinha	2003		{VL; VL+MT}			
		2002		{VL; VL+MT}			
Tráfego	Quebedo	2003	>VL+MT	>VL+MT			
		2004		>VL+MT			

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - {VL; VL+MT} excedência entre o VL e o VL+MT; >VL+MT excedência ao VL+MT

4.1.4.4 Zona de Vale do Tejo e Oeste

Os resultados obtidos para a estação da Chamusca localizada na zona de Vale do Tejo e Oeste apresentam-se para os vários poluentes e anos em análise na Tabela 44 e Tabela 45 para PM₁₀ e NO₂, respectivamente.

As figuras apresentadas dizem respeito à evolução dos resultados relativamente ao cumprimento do VL anual de PM₁₀ (Figura 58), ao número de excedências ao VL diário de PM₁₀ (Figura 59) e ao VL anual de NO₂ (Figura 60).

Os resultados da Chamusca (única estação da zona em questão) estão de seguida indicados, apesar de não se terem registado quaisquer inconformidades. No entanto, optou-se pela sua apresentação uma vez que representam o fundo regional de Lisboa e Vale do Tejo e serão utilizados frequentemente, em particular, para a detecção de eventos naturais.

Tabela 44: Resultados de PM₁₀ obtidos para a zona de Vale do Tejo e Oeste

Partículas em suspensão (PM ₁₀)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	36º Máx. diário (µg/m ³)	Nº dias >VL+MT	Nº dias >VL
Fundo	Chamusca	2001	-	-	-	-	-
		2002	15	16	13	0	0
		2003	89	22	39	2	10
		2004	76	21	35	10	12

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - {VL; VL+MT} excedência entre o VL e o VL+MT; >VL+MT excedência ao VL+MT

Tabela 45: Resultados de NO₂ obtidos para a zona de Vale do Tejo e Oeste

Dióxido de azoto (NO ₂)							
Tipo estação	Nome estação	Ano	Eficiência (%)	Média anual (µg/m ³)	19º Máx. horário (µg/m ³)	Nº horas >VL+MT	Nº horas >VL
Fundo	Chamusca	2001	-	-	-	-	-
		2002	17	2	18	0	0
		2003	95	4	34	0	0
		2004	93	5	25	0	0

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; dados a cinzento e itálico – estações com eficiência <85%; código de cores - {VL; VL+MT} excedência entre o VL e o VL+MT; >VL+MT excedência ao VL+MT

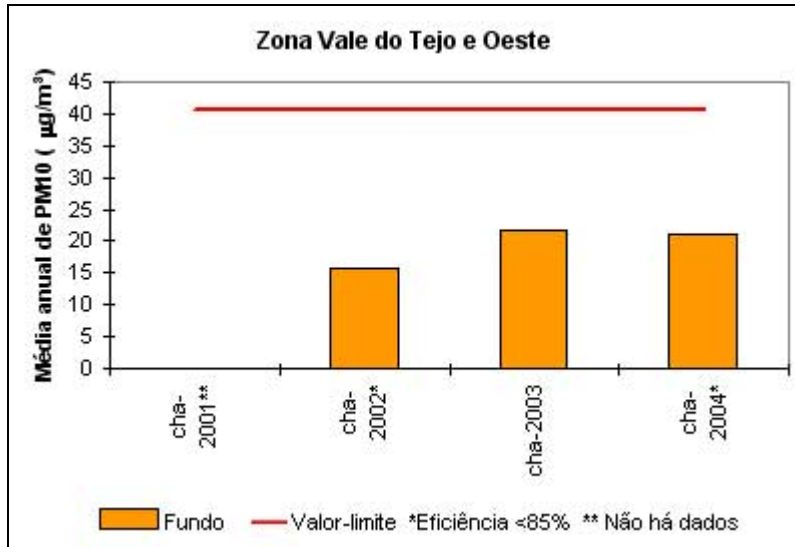


Figura 58: Médias anuais de PM₁₀ obtidas para a zona de Vale do Tejo e Oeste

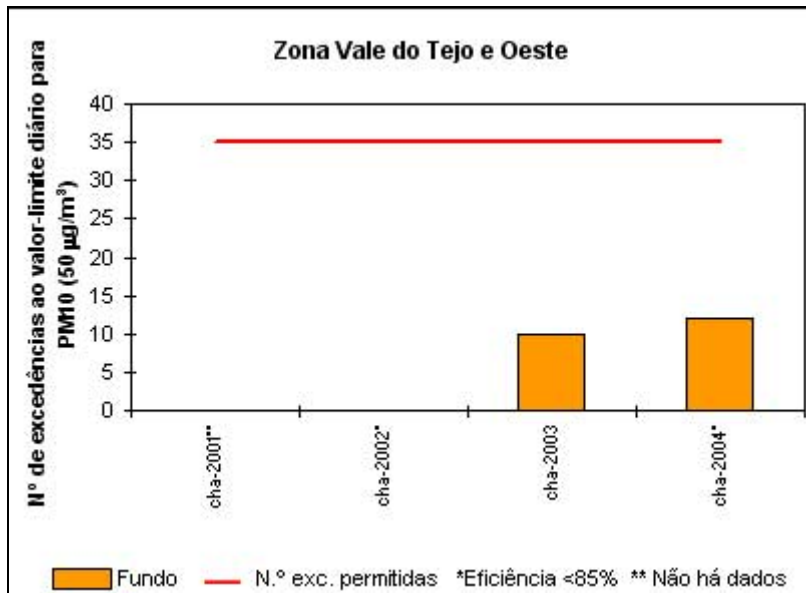


Figura 59: Número de excedências ao VL (diário) de PM₁₀ obtidas para a zona de Vale do Tejo e Oeste

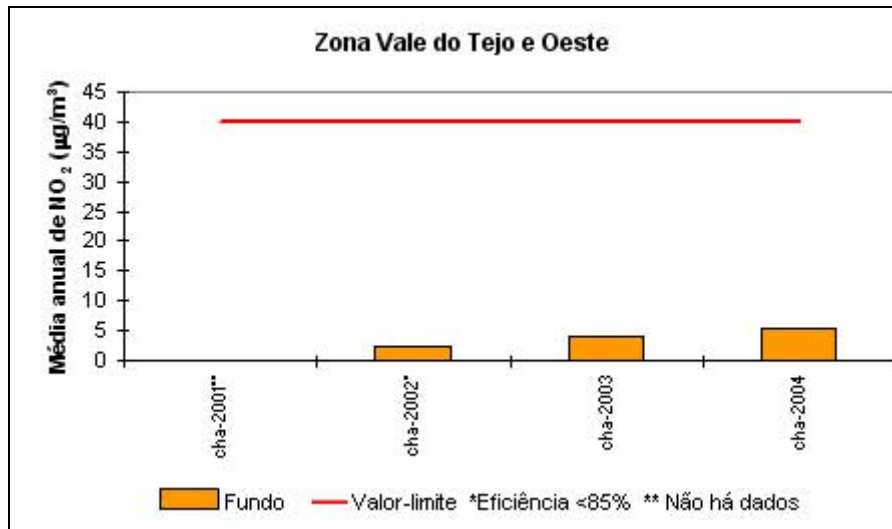


Figura 60: Médias anuais de NO₂ obtidas para a zona de Vale do Tejo e Oeste

4.1.4.5 Avaliação global

A Tabela 46 apresenta resumidamente as situações em termos de excedências ao valor-limite e valor-limite acrescido de margem de tolerância para todas as estações das aglomerações da RLVT que tiveram eficiência superior a 85% para os anos entre 2001 e 2004.

O resumo da evolução dos resultados dos vários poluentes entre 2001 e 2004, apresentado nos mapas da Figura 61 à Figura 63, resulta da agregação de informação feita do seguinte modo:

- cada círculo corresponde a um ano e a cor dos círculos corresponde, nos casos dos poluentes em que existe mais que do um indicador, ao pior resultado obtido para esse ano;
- nos mapas, tal como na tabela resumo, só são consideradas as estações com medições em contínuo, ou seja, com eficiência igual ou superior a 85%.

Da análise global destes resultados pode-se concluir que **existe necessidade de elaboração de Planos e Programas** nos seguintes casos:

- na AML Norte
 - para as PM₁₀ - situação problemática em Loures em 2003 e 2004; Olivais em 2004; Avenida da Liberdade em 2001, 2002, 2003 e 2004; Entrecampos e Cascais-Mercado em 2003 e 2004; Odivelas em 2004;
 - para o NO₂ - Avenida da Liberdade em 2002, 2003 e 2004;
- na AML Sul
 - para as PM₁₀ - situação problemática na Escavadeira em 2003 e 2004;
- em Setúbal
 - para PM₁₀ - situação problemática no Quebedo em 2004.

A necessidade da criação de Planos e Programas para o SO₂ na AML Sul surge na estação do Lavradio em 2003 onde, apesar da eficiência da estação ser inferior a 85%, o VL+MT foi ultrapassado.



A análise dos mapas permitiu concluir que para as PM₁₀ todas as estações, apresentaram para algum dos anos em análise, excedências ao VL diário ou ao VL anual. A única exceção foi a estação de Mem-Martins que, no entanto, só tem um ano de dados com eficiência superior a 85%.

Para o NO₂ a ultrapassagem ao VL ocorreu sistematicamente na estação da Avenida da Liberdade, e nos últimos dois anos na estação de Entrecampos.

No próximo Sub-capítulo relativo à identificação de eventos naturais será apresentado o número de dias em que ocorreram episódios e que se verificaram excedências ao valor-limite diário das partículas, seleccionando-se aqueles em que o fenómeno foi determinante para a ultrapassagem do VL diário (ver Sub-capítulo 4.2.2).

Tabela 46: Resumo das situações de excedências ocorridas na região da LVT (eficiência superior a 85%)

Zona	Tipo estação	Nome estação	Ano	PM ₁₀		NO ₂		SO ₂
				Anual	Diário	Anual	Horário	Horário
AML Norte	Fundo	Alfragide/ Amadora	2001				]VL; VL+MT]	
			2002			]VL; VL+MT]	]VL; VL+MT]	
	Fundo	Loures	2002		]VL; VL+MT]			
			2003		>VL+ MT			
			2004		>VL+ MT			
			2001		]VL; VL+MT]			
	Fundo	Olivais	2003		]VL; VL+MT]			
			2004		>VL+ MT		]VL; VL+MT]	
			2003		]VL; VL+MT]			
			2004		]VL; VL+MT]			
	Fundo	Quinta do Marquês	2003		]VL; VL+MT]			
			2004		]VL; VL+MT]			
	Fundo	Reboleira	2002		]VL; VL+MT]			
			2003		]VL; VL+MT]			
	Tráfego	Avenida da Liberdade	2001	>VL+ MT	>VL+ MT	]VL; VL+MT]		
2002			>VL+ MT	>VL+ MT	>VL+ MT			
2003			>VL+ MT	>VL+ MT	>VL+ MT			
2004			>VL+ MT	>VL+ MT	>VL+ MT			
Cascais - Mercado		2003	>VL+ MT	>VL+ MT				
		2004	]VL; VL+MT]	>VL+ MT				
Entrecampos		2003	>VL+ MT	>VL+ MT	]VL; VL+MT]			
		2004	>VL+ MT	>VL+ MT	]VL; VL+MT]			
Odivelas		2004		>VL+ MT				
Industrial		Escavadeira	2003	]VL; VL+MT]	>VL+ MT			
	2004		]VL; VL+MT]	>VL+ MT				
	Lavrado	2001			]VL; VL+MT]	]VL; VL+MT]		
		2002		]VL; VL+MT]			]VL; VL+MT]	
Fundo	Laranjeiro	2002		]VL; VL+MT]				
		2004		]VL; VL+MT]				
Setúbal	Tráfego	Quebedo	2004		>VL+ MT			

Legenda: VL – Valor limite; VL+MT – Valor limite acrescido de margem de tolerância; código de cores -]VL; VL+MT] excedência entre o VL e o VL+MT; >VL+ MT excedência ao VL+MT

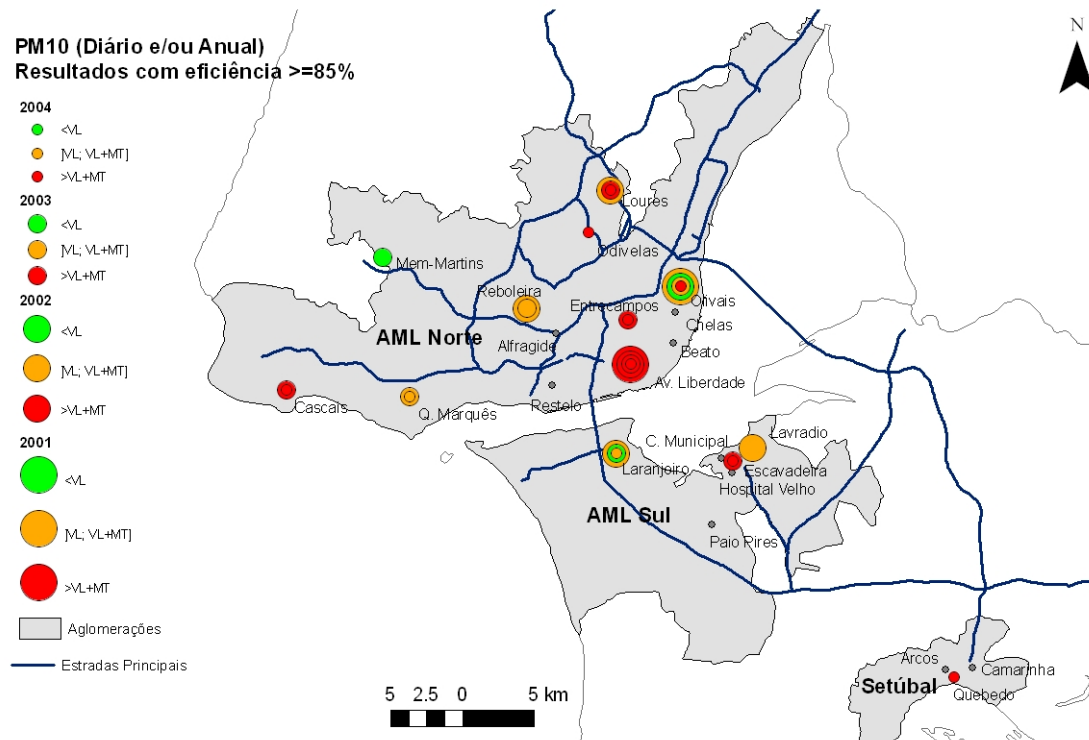


Figura 61: Evolução dos resultados de PM₁₀ entre 2001 e 2004 (eficiência superior a 85%)

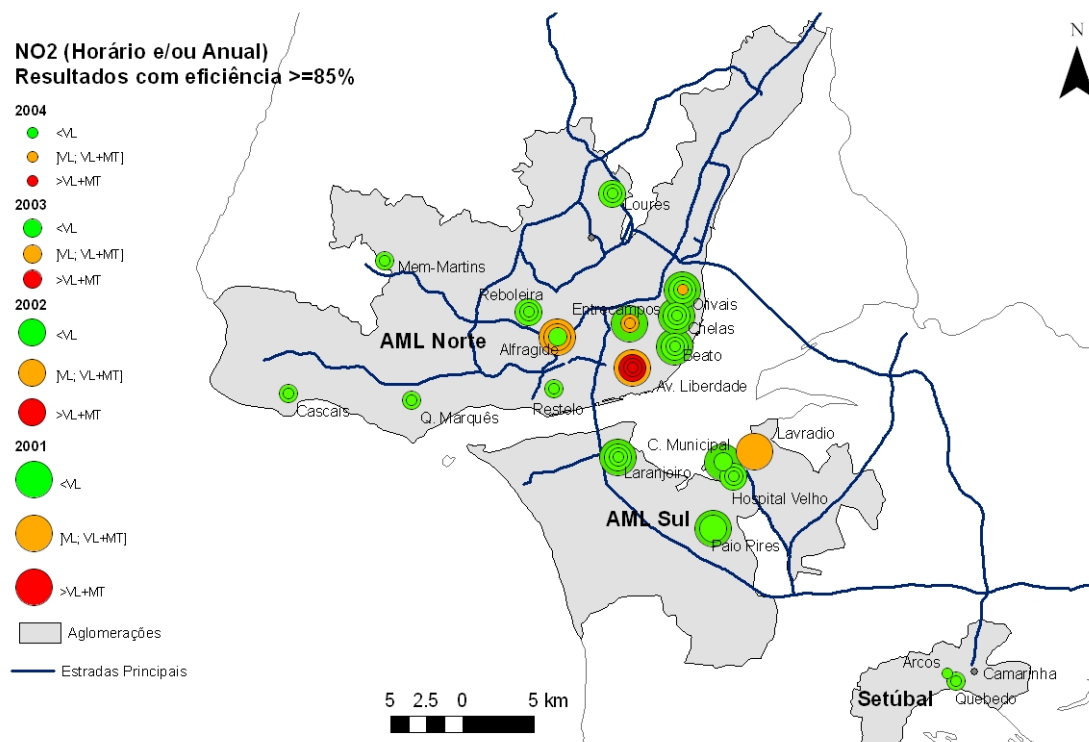


Figura 62: Evolução dos resultados de NO₂ entre 2001 e 2004 (eficiência superior a 85%)

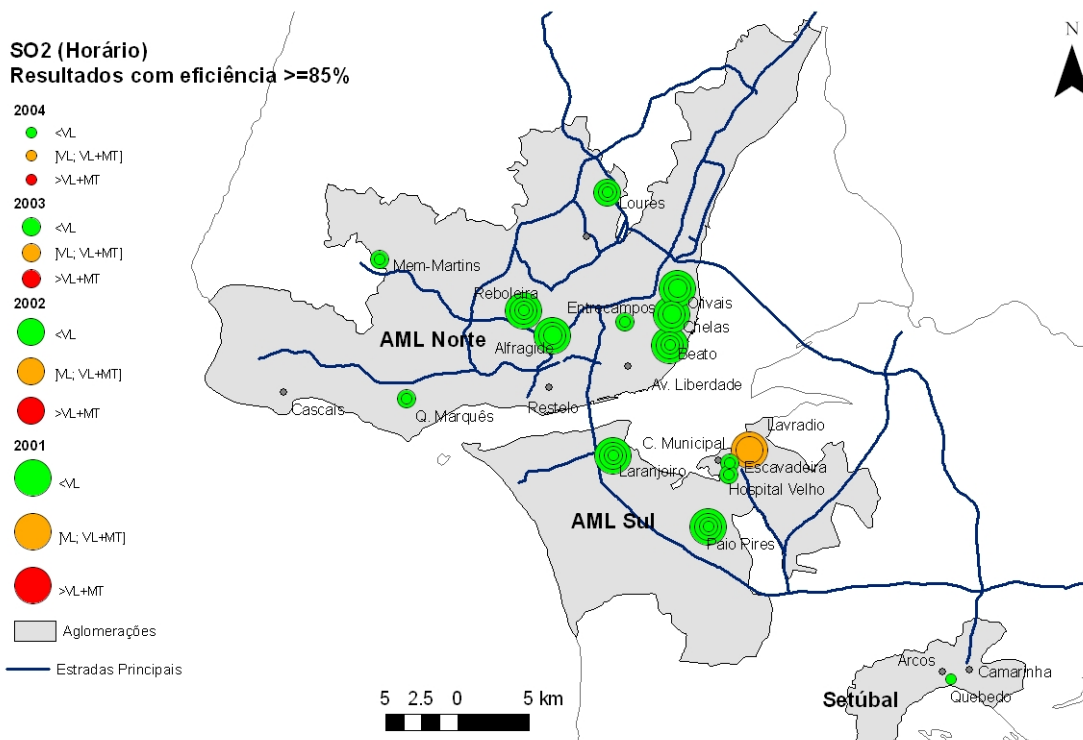


Figura 63: Evolução dos resultados de SO₂ entre 2001 e 2004 (eficiência superior a 85%)

4.2 Identificação e interpretação detalhada de episódios

4.2.1 Tipo de episódios

4.2.1.1 Eventos Naturais

A acção do fenómeno erosivo sobre o solo causada pelo vento em regiões áridas (por exemplo no Deserto do Sahara ou Sahel) poderá conduzir à ressuspensão de partículas. As partículas sujeitas à acção do vento poderão ser transportadas para as regiões mais próximas se forem mais pesadas, sendo que as partículas mais finas (<10 µm) são transportadas durante longas distâncias, podendo viajar mais de 5 000 km de distância (Seinfeld *et al.*, 1998).

Estudos efectuados no Mediterrâneo Oeste comprovam que as massas de ar que têm origem no deserto do Sahara, podem estar carregadas de partículas, contribuindo desta forma para as concentrações de PM₁₀¹⁷ no ar ambiente (Querol *et al.*, 2000). Contudo a contribuição real da presença de partículas nas massas de ar (provenientes dos desertos africanos), sobre o valor de PM₁₀ medido nas estações de monitorização, ainda não é de fácil determinação.

¹⁷ PM₁₀ : Partículas em suspensão susceptíveis de passar através de um filtro selectivo com 50% de eficiência para um diâmetro aerodinâmico de 10 µm (Directiva 1999/30/CE do Conselho de 22 de Abril de 1999)



Assim, as concentrações de partículas registadas no território nacional podem resultar parcialmente do transporte a longas distâncias de partículas provenientes do deserto, em particular, do deserto do Sahara (Reis *et al.*, 2002; Querol *et al.*, 2000).

Tipos de eventos naturais analisados

Designa-se por "evento natural" o resultado da emissão natural (por oposição a antropogénica) de um determinado poluente e que no caso das partículas pode dar-se mediante a ocorrência de (Querol *et al.*, 2000):

- Transporte de partículas a longa distância, provenientes de regiões secas (desertos africanos);
- Ressuspensão regional;
- Fenómenos geotérmicos, sísmicos, vulcânicos e fogos intensos.

No contexto da elaboração do presente trabalho, a análise da ocorrência de eventos naturais sobre a região de Lisboa, apenas abordará os fenómenos de intrusão de massas de ar e a ressuspensão regional, dado que não faz sentido avaliar os outros fenómenos, apesar de os fogos intensos serem frequentes em determinadas épocas em todo o país.

Para análise de eventos naturais seguir-se-á a metodologia da Figura 64.

METODOLOGIA ADOPTADA PARA A DETECÇÃO DE EVENTOS NATURAIS

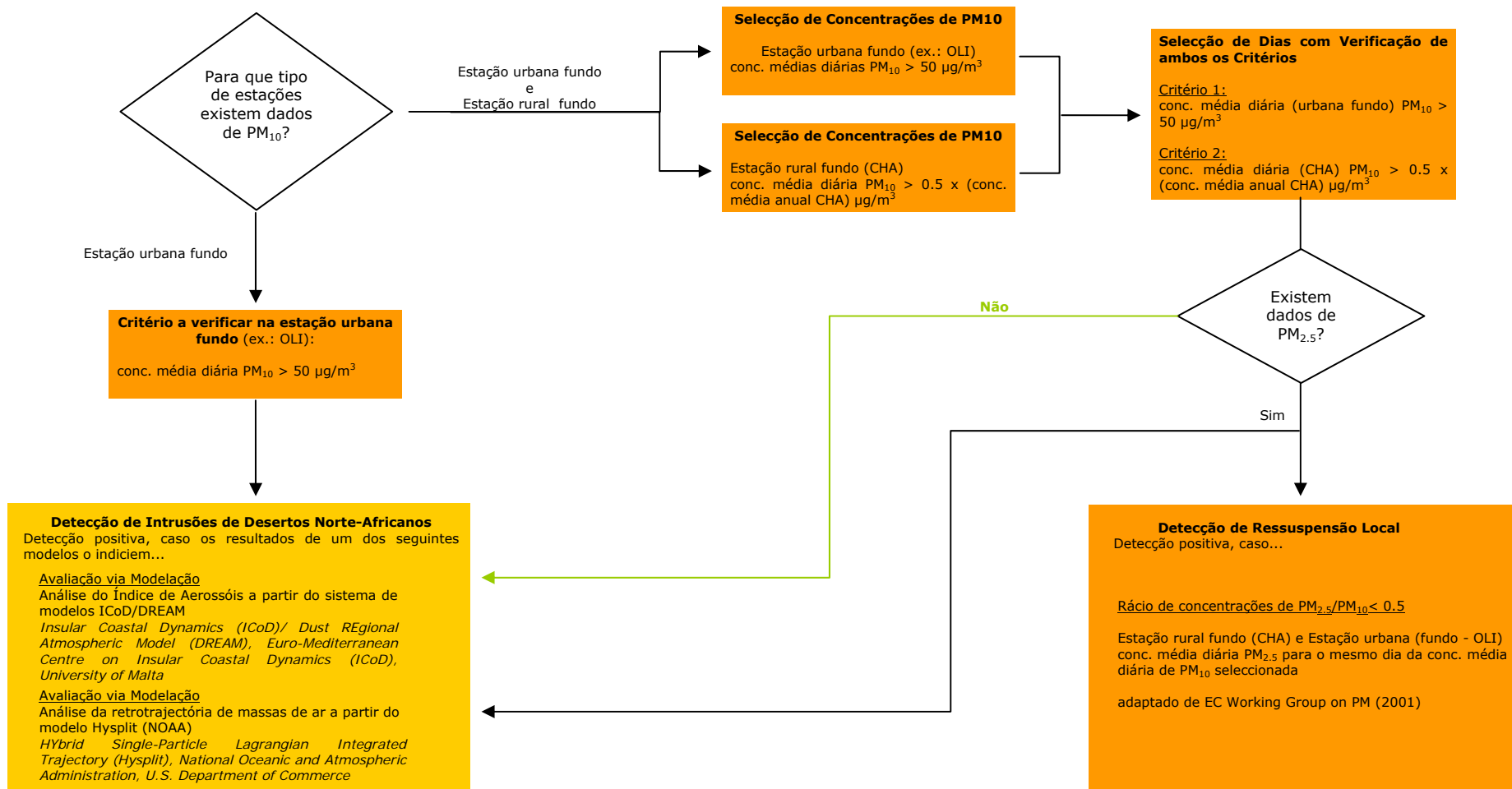


Figura 64: Metodologia adoptada para a detecção de eventos

Situações em que ocorrem eventos naturais

De acordo com um estudo feito no Instituto das Ciências da Terra "Jaume Almera", de Barcelona é possível diferenciar cinco situações distintas de ocorrência de eventos naturais durante um ano, como é possível observar na Tabela 47.

Existem alturas no ano em que a movimentação de partículas é mais intensa e, como tal, é expectável que durante essas épocas as concentrações de PM₁₀ no ar ambiente sejam influenciadas pelas partículas transportadas pelas massas de ar provenientes dos desertos africanos. Durante os meses de Novembro e Janeiro na análise dos anos de 2001 a 2004 abrangidos no contexto deste trabalho, não deverão em princípio verificar-se excedências que se devam a fenómenos intrusivos, visto que a probabilidade da sua ocorrência é baixa.

Tabela 47: Caracterização de eventos naturais (tipo, período de ocorrência, origem e condições meteorológicas)

Tipo de Evento	Período	Origem e Condições meteorológicas
Baixa probabilidade de ocorrência, apenas em regiões do Sul	Novembro - Janeiro	Intrusão de partículas inibidas, estes eventos de partículas ocorrem somente nas áreas do sul (Península Ibérica). Sahel
Eventos secos	Fevereiro - Março	Extensas nuvens de partículas provenientes do Atlântico Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Abril - Junho	Movimentação de partículas do Sahel para o Sahara; Depressões (SW Portugal) e/ou Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)
Eventos secos	Julho - Agosto	Sahara Movimentação intensa e incontrolável de partículas Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)
Chuvas vermelhas & Eventos secos	Setembro - Outubro	Movimentação de partículas do Sahara para o Sahel Depressões (SW Portugal) e/ou Anticiclones (Mediterrâneo e Norte de África)

Fonte: Querol *et al.*, 1999

Os eventos naturais no contexto dos Planos e Programas

De acordo com o artigo 5º do Decreto-Lei n.º 111/2002, sempre que o valor-limite de PM₁₀ estabelecido (Tabela 48) for excedido em consequência de concentrações de PM₁₀ no ar ambiente devido a causas naturais e/ou ressuspensão de partículas de que resultem concentrações significativas superiores aos valores de base normais, tal pode e deve ser corrigido desde que devidamente justificado. Assim, é fundamental verificar se ocorreram ultrapassagens aos valores-limite derivadas desde fenómeno e, após descontados esses níveis, confirmar se ainda há um incumprimento dos valores legislados que justifique a elaboração de Planos e Programas abrangendo essa zona.

Tabela 48: Valor limite estipulado para as partículas em suspensão (PM₁₀) no ar ambiente, no Decreto-Lei n.º 111/2002

Período de Amostragem	Valor-Limite	Margem de Tolerância	Data de Cumprimento	
Valor limite para a protecção da saúde humana (em 24 horas)	24 horas	50 µg/m³ PM₁₀ valor a não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil	50% na data de entrada em vigor da presente directiva, devendo sofrer uma redução a partir de 1 de Janeiro de 2001 e depois, de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2005	1 de Janeiro de 2005

Como base para a avaliação da ocorrência de eventos naturais seleccionou-se a estação urbana de fundo dos Olivais, representativa de uma zona significativa da Área Metropolitana de Lisboa Norte e fez-se uma avaliação detalhada da origem de todas as excedências verificadas ao valor diário das partículas inaláveis entre 2001 e 2004, recorrendo também aos dados da estação rural de fundo da Chamusca, para identificar as situações em que a influência do transporte de partículas foi ou não determinante nos valores obtidos.

4.2.1.2 Situações Sinópticas

A ocorrência de elevadas concentrações de poluentes depende da existência de emissões próximas e/ou do transporte e reacção de determinados poluentes, sendo, porém, fortemente determinada pelas condições meteorológicas que se verifiquem. A legislação relativa à qualidade do ar não pondera este factor, na medida em que estabelece os seus limites apenas como função da protecção da saúde humana e dos ecossistemas/vegetação, ponderando o custo-eficácia de se atingir uma determinada melhoria da qualidade do ar.

As situações sinópticas correspondem a determinadas condições de tempo que podem facilitar ou agravar a dispersão dos poluentes e assim proporcionar situações mais favoráveis ou desfavoráveis em termos de qualidade do ar. Vento fraco, inversão térmica, podem ser factores que conduzem a concentrações muito elevadas dos poluentes.

Neste contexto é importante identificar se na região de Lisboa e Vale do Tejo existem ou não situações meteorológicas que, ao longo de vários dias (episódios), conduzam a um agravamento das concentrações de determinados poluentes, podendo assim justificar que nestas circunstâncias se tenham que tomar medidas adicionais para reduzir as emissões atmosféricas com o objectivo de não aumentar a média anual ou o número de excedências de valores-limite diários de poluentes, se for este o caso.

4.2.2 Análise da contribuição de eventos naturais

4.2.2.1 Análise da contribuição dos eventos naturais na estação dos Olivais e da Chamusca

A análise de eventos naturais no âmbito dos Planos e Programas, vem permitir identificar dias do ano cujos valores de PM_{10} excederam o valor limite legislado (Tabela 48), e em que fenómenos desta natureza contribuíram para tal excedência, nomeadamente:

- Intrusão de massas de ar provenientes de desertos africanos;
- Ressuspensão regional.

A determinação dos denominados eventos naturais na região de Lisboa e Vale do Tejo irá ter por base, como já referido anteriormente, as estações de:

- Olivais (Estação Urbana de Fundo);
- Chamusca (Estação Rural de Fundo).

A estação dos Olivais é representativa para o aglomerado urbano, sendo a única em Lisboa que mede as concentrações de PM_{10} e não tem influência directa do tráfego da cidade (daí a designação Fundo). Esta estação vai permitir caracterizar toda a zona urbana. Dado que não se sabe a contribuição real dos fenómenos intrusivos nas concentrações de PM_{10} medidas nas estações, fez-se a análise para a estação de monitorização dos Olivais, aplicando os resultados *à posteriori* para as estações da AML (pág. 121). A estação da Chamusca é representativa da zona rural, e funciona como confirmação de um evento natural sempre que há excedências do valor das concentrações das partículas inaláveis na zona dos Olivais, dado que um aumento dos níveis na zona rural, no contexto geográfico de Portugal, só deverá ser, provavelmente, motivado por eventos naturais.

Para se detectar a ocorrência de eventos naturais (nas estações acima citadas) estabeleceu-se uma metodologia (Figura 64) que permite identificar a ocorrência de fenómenos intrusivos, de ressuspensão ou ambos, que possam contribuir para as excedências verificadas durante os anos de 2001, 2002, 2003 e 2004, no que diz respeito às concentrações de PM_{10} .

Na aplicação da metodologia começam-se por verificar dois critérios base que foram estabelecidos como ponto de partida para a identificação de um evento natural:

- **Critério 1:** Concentração média diária de PM_{10} nos Olivais $> 50,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- **Critério 2:** Concentração média diária de PM_{10} na Chamusca $> (0,5 * \text{conc. média anual CHA}) \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Após a verificação do critério 1 ou dos critérios 1 e 2, passa-se à detecção do evento natural.

Para a detecção da **intrusão de massas de ar provenientes dos desertos africanos** estabeleceu-se que se iriam aplicar dois métodos:

1. ICoD/DREAM (*Dust Regional Atmospheric Model*)

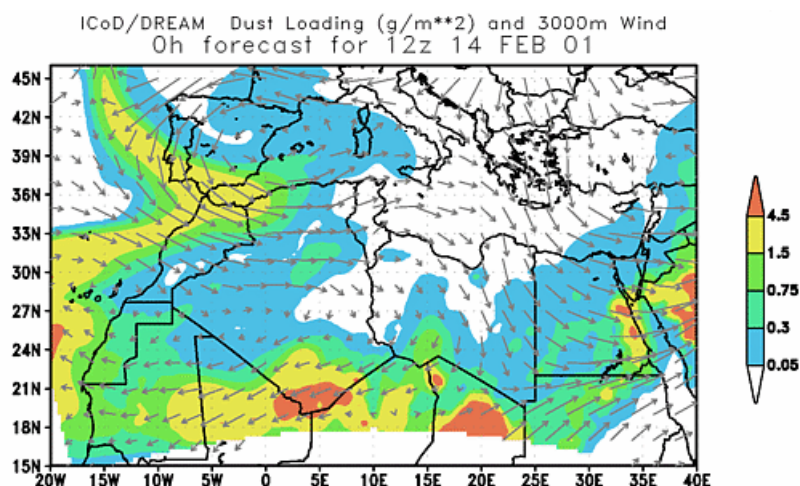
O modelo DREAM foi desenvolvido na Universidade de Malta. Basicamente, o modelo DREAM diz respeito ao ciclo de vida atmosférico das partículas dos desertos que foram sujeitas a fenómenos de erosão.

As componentes que integram este modelo são (ICoD):

- Esquema de produção de poeiras com camada viscosa introduzida;
- Efeitos da distribuição do tamanho das partículas;
- Efeito das condições húmidas do solo, sobre a produção das partículas;
- Deposição de partículas secas e húmidas;
- Fenómenos de advecção (horizontal e vertical) e difusão (lateral e turbulenta).

O resultado deste modelo dá-nos o índice de dispersão dos aerossóis (integrando todas as componentes acima referidas). Com esta informação pode-se analisar dia a dia, para os anos em estudo (2001 a 2004), qual a dispersão do índice de aerossóis sobre o território, após a detecção da excedência do valor de PM_{10} .

Como exemplo, fazendo uma análise detalhada da Figura 65 tendo em consideração a informação quantitativa disponibilizada pela estação de monitorização dos Olivais para o dia 14 de Fevereiro de 2001, e conjugando-a (a informação quantitativa) com a informação qualitativa do resultado do modelo DREAM, é possível afirmar que se está perante um evento natural. Claramente, a dispersão do aerossol, contribuirá para as concentrações de PM_{10} no ar ambiente e, conseqüentemente, terá a sua influência sobre os resultados das medições efectuadas, quer na estação urbana de fundo dos Olivais, quer na estação rural de fundo da Chamusca.



Fonte: DREAM/ICOD

Figura 65: Tipo de resultado obtido através do modelo DREAM/ICoD

A utilização do ICoD/Dream será efectuada, sempre que esteja disponível a informação para o dia com excedências em análise, uma vez que este é um método de fácil utilização e compreensão para a determinação de ocorrência de eventos

naturais. Aliado a estas características, ainda se pode salientar o facto de ser gratuito e estar disponível na internet diariamente no website www.icod.org.mt.

Para a aplicação da metodologia apresentada na Figura 64, ter-se-á sempre como prioridade na detecção de intrusões de massas de ar proveniente dos desertos africanos, a utilização do Icod, e de seguida o Hysplit (que se explicará em seguida).

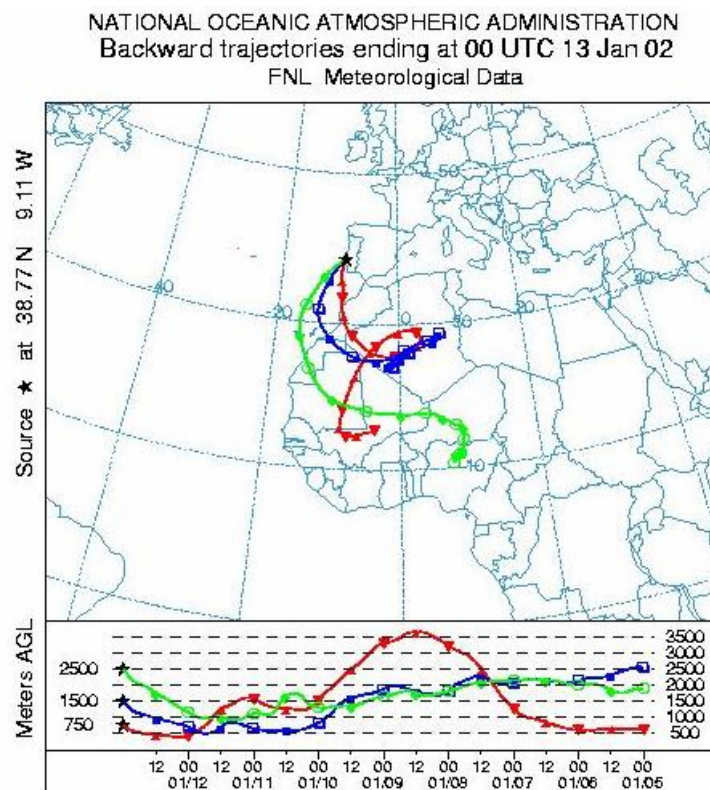
2. Hysplit (*Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory*)

O modelo Hysplit foi desenvolvido pelo NOAA (EUA), sendo considerado “um sistema completo para cálculo de trajetórias, para análise de processos complexos de dispersão e simulações de deposição” (Draxler, 1999). À semelhança do que acontece com o ICoD/DREAM, este modelo também está acessível na internet e é gratuito.

Os resultados do modelo Hysplit podem ser disponibilizados da seguinte forma:

- Retrotrajetórias;
- Dados meteorológicos;
- Concentrações de poluentes.

Para a aplicação da metodologia referida, apenas se utilizarão as retrotrajetórias, e os resultados serão do tipo dos apresentados na Figura 66.



Fonte: Hysplit 4 - NOAA

Figura 66: Tipo de output obtido através do modelo Hysplit

Para se obter a informação da Figura 66 é necessário introduzir no modelo alguns dados, nomeadamente:

- Coordenadas Geográficas (neste caso utilizaram-se as coordenadas da estação dos Olivais [Longitude 38.769 W; Latitude -9.108 N]);



- Altitude das massas de ar (750, 1500 e 2500 m – a diferenciação de altitudes permite avaliar a ocorrência de transporte de partículas dos desertos do Sahara/Sahel para Portugal, se a origem e as trajectórias coincidirem; a hipótese de afirmar a existência de intrusão de massas de ar carregadas de partículas estará assim mais sustentada);
- Período de análise da retrotrajectória (na análise dos eventos naturais proceder-se-á a uma análise de 192 horas, isto é, sete dias antes do dia em análise; assim no caso da Figura 66, para se analisar o dia 13 tem-se a percepção do comportamento das massas de ar desde o dia 5 até ao dia 13).

A detecção do evento natural propriamente dito é função do resultado do modelo. Assim para se poder afirmar que há intrusão de massas de ar que chegam à estação de monitorização dos Olivais há que verificar:

- A origem das massas de ar: desertos africanos;
- A origem da massa de ar mais alta durante os meses mais quentes do ano.

Durante a detecção de eventos naturais, sempre que seja necessário, recorrer-se-á a uma análise conjugada do ICoD/DREAM e do Hysplit. Podem ocorrer situações em que não exista índice de dispersão sobre o território nacional, contudo ao haver uma dispersão significativa sobre Oceano Atlântico e as retrotrajectórias das massas de ar venham dessa direcção, tal pode configurar uma situação de evento natural com partículas inicialmente originadas no Norte de África. Desta forma sempre que se esteja numa situação destas chamar-se-á à atenção para o facto (nas tabelas tais fenómenos estarão designados por S*).

Para se determinar a ocorrência de **ressuspensão local**, é necessário existirem dados de $PM_{2,5}$ e PM_{10} . Este critério (critério 2 da metodologia) será aplicado para a estação da Chamusca, sendo verificado o seguinte:

- Rácio de concentrações de $PM_{2,5} / PM_{10} < 0.5$, para todos os dias do ano em análise.

O porquê da determinação do rácio, reside no facto de a maior parte da emissão antropogénica de partículas se dar na fracção mais fina (2.5μ ou menos), estando a presença de uma grande proporção de partículas de maior dimensão (por exemplo $2.5-10 \mu m$) associada à contribuição de fontes naturais de partículas.

Como tal, a proporção da $PM_{2,5}$ no total de PM_{10} irá decrescer significativamente quando ocorrem eventos de partículas provenientes do Sahara ou do Sahel; daí, caso existam medições de $PM_{2,5}$, efectua-se-à o rácio, como forma de detecção de ressuspensão.

- Análise 2001

O resultado da análise dos dados de PM₁₀, para a estação dos Olivais em 2001 que verificaram o critério 1 da metodologia, encontra-se apresentado na Tabela 49.

Tabela 49: Resumo dos dias do ano de 2001, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais

Ano	Mês	Dia	OLI [PM ₁₀]	Intrusão
2001	2	12	51,46	S*
2001	2	13	60,50	S
2001	2	14	78,98	S
2001	2	22	51,93	S
2001	2	23	61,89	S
2001	6	21	60,79	S
2001	6	22	55,80	S
2001	8	25	73,97	S
2001	9	3	68,09	S
2001	9	4	67,98	S
2001	10	29	81,64	S
2001	10	30	72,75	S
2001	10	31	91,15	S
2001	11	1	79,25	S
2001	12	4	110,26	S
2001	12	5	78,56	S
2001	12	6	61,21	S
2001	12	7	109,06	S
2001	12	8	57,76	S

Legenda: **S** – Identificação de intrusão de massas de ar (Utilização de ICOD ou Hysplit); **S*** – Identificação de intrusão de massas de ar (Análise conjunta de ICOD e Hysplit).

Verifica-se para o ano em causa que, na estação dos Olivais, dos 62 dias (toda a informação respeitante a estes dias encontra-se no Anexo III) que apresentam concentração média diária de PM₁₀ > 50.45 µg/m³, apenas 19 se devem a fenómenos de intrusão de massas de ar que têm origem nos Desertos do Sahara.

Para estes 19 dias, que tiveram origem em fontes naturais, determinou-se também a duração dos episódios. Os episódios mais comuns foram os que tiveram a duração de dois dias consecutivos, tendo ocorrido três vezes. No decorrer desta análise foi possível constatar ainda que ocorreram episódios singulares, mas também de três, quatro e cinco dias consecutivos.

- Análise de 2002

Para o ano de 2002, os dias que cumpriram os critérios da metodologia da Figura 64, e cujo valor de PM₁₀ esteve acima do valor-limite devido à contribuição das massas de ar que provêm dos desertos africanos, são os que estão apresentados na Tabela 50.

Tabela 50: Resumo dos dias do ano de 2002, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais

Ano	Mês	Dia	OLI [PM ₁₀]	CHA [PM ₁₀]	Intrusão
2002	1	13	56,90	s.i.	S
2002	1	19	52,00	s.i.	S
2002	2	13	51,70	s.i.	S
2002	3	26	74,70	s.i.	S
2002	8	14	58,10	s.i.	S

Legenda: **S** – Identificação de intrusão de massas de ar (Utilização de ICOD ou Hysplit); **S*** – Identificação de intrusão de massas de ar (Análise conjunta de ICOD e Hysplit); **N** – Não há detecção de intrusão; s.i. – Sem informação.

Em 2002 dos 28 dias que cumpriram o critério 1 e 2 da metodologia, apenas cinco tiveram origem em fontes naturais. Houve 18 dias cujas excedências se deveram apenas à contribuição da actividade humana; contudo houve cinco dias do ano de 2002 em que não foi determinada a origem das excedências por não se terem obtido resultados dos modelos Hysplit e ICOD.

- Análise de 2003

Para a análise dos dados de 2003 dispunha-se de mais informação sobre a estação regional de fundo da Chamusca, como tal, foi possível identificar a contribuição do fenómeno de ressuspensão local nas excedências do valor de PM₁₀. Na Tabela 51 estão identificados todos os dias cujas excedências foram influenciadas pelos fenómenos de intrusão, ressuspensão ou ambos.

Tabela 51: Resumo dos dias do ano de 2003, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais

Ano	Mês	Dia	OLI [PM ₁₀]	CHA [PM ₁₀]	Intrusão	Ressuspensão
2003	3	11	77,40	21,80	S	N
2003	3	12	58,70	26,00	S	N
2003	3	13	76,90	43,30	S	N
2003	3	19	51,20	41,00	S	N
2003	3	22	56,80	29,10	S	S
2003	3	23	56,20	59,40	S	N
2003	5	29	65,00	38,90	S	S
2003	5	30	55,80	54,50	S	N
2003	6	13	65,60	63,00	S	S
2003	8	1	67,70	89,20	S	s.i.
2003	8	2	79,50	s.i.	S	s.i.
2003	8	6	51,90	s.i.	S	s.i.
2003	8	8	66,20	s.i.	S	s.i.
2003	8	9	58,20	s.i.	S	s.i.
2003	8	10	50,80	s.i.	S	s.i.
2003	8	11	71,60	s.i.	S	s.i.
2003	8	12	81,50	s.i.	S	s.i.
2003	9	13	57,20	20,00	N	S
2003	9	17	52,40	29,60	N	S
2003	9	18	58,50	38,60	N	S
2003	9	26	50,50	41,90	S	S
2003	10	10	61,70	24,00	N	S

Ano	Mês	Dia	OLI [PM ₁₀]	CHA [PM ₁₀]	Intrusão	Ressuspensão
2003	11	3	51,30	18,20	N	S
2003	11	5	65,30	31,10	S	S
2003	11	6	59,10	54,00	S	S
2003	11	20	58,80	47,60	S	S
2003	12	11	78,60	36,70	N	S
2003	12	13	66,00	31,50	N	S
2003	12	14	60,80	31,00	N	S
2003	12	19	57,00	17,70	N	S

Legenda: S – Identificação de intrusão de massas de ar (Utilização de ICOD ou Hysplit); S* – Identificação de intrusão de massas de ar (Análise conjunta de ICOD e Hysplit); N – Não há detecção de intrusão; s.i. – Sem informação.

É possível constatar que dos 45 dias em excedência no ano de 2003, 21 dias tiveram contribuição de fenómenos naturais. Os restantes dias em que se verificaram excedências devem-se essencialmente a fontes antropogénicas.

Avaliou-se também, para o ano de 2003, a duração dos episódios que tiveram origem em fenómenos intrusivos e no fenómeno de ressuspensão. Basicamente, nesta análise, foi possível constatar que para o ano de 2003, houve uma maioria de episódios que ocorreram apenas num dia, tanto no que diz respeito à intrusão de massas de ar que vêm dos Desertos do Sahara e Sahel, como também ao fenómeno de ressuspensão local.

Na Figura 67 pode observar-se a distribuição da ocorrência dos fenómenos de intrusão, ressuspensão e ambos ao longo do ano de 2003. É notória a ocorrência dos fenómenos de intrusão durante os meses mais quentes do ano, tendo a ressuspensão um papel mais forte durante os meses cujas temperaturas são mais baixas. Esta distribuição de fenómenos era expectável, pois vai ao encontro à caracterização que está resumidamente apresentado na Tabela 47.

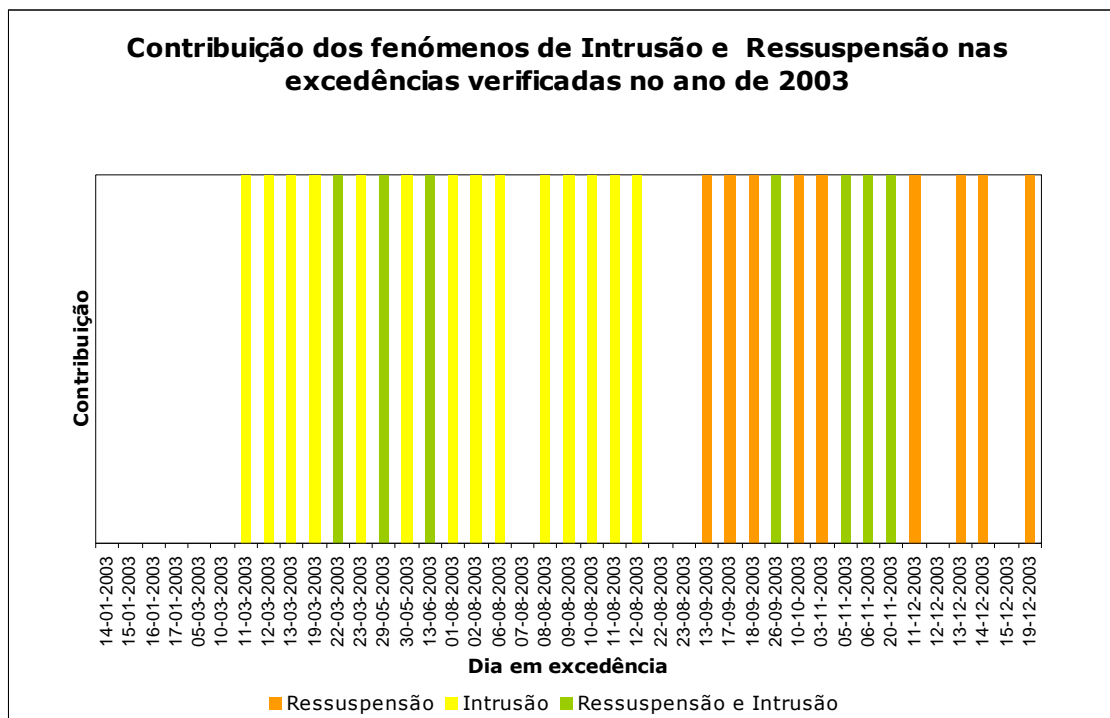


Figura 67: Contribuição dos fenómenos de Intrusão e Ressuspensão nas excedências verificadas no ano de 2003

Em suma, nos 21 dias do ano de 2003 cujas excedências tiveram essencialmente origem em fontes naturais, 23% foi pela acção conjugada dos fenómenos de ressuspensão e intrusão, 47% das excedências sofreram influência das massas de ar que vêm do Norte de África e finalmente 35% das excedências devem-se somente à ressuspensão local. Esta informação pode ser observada na Figura 68.

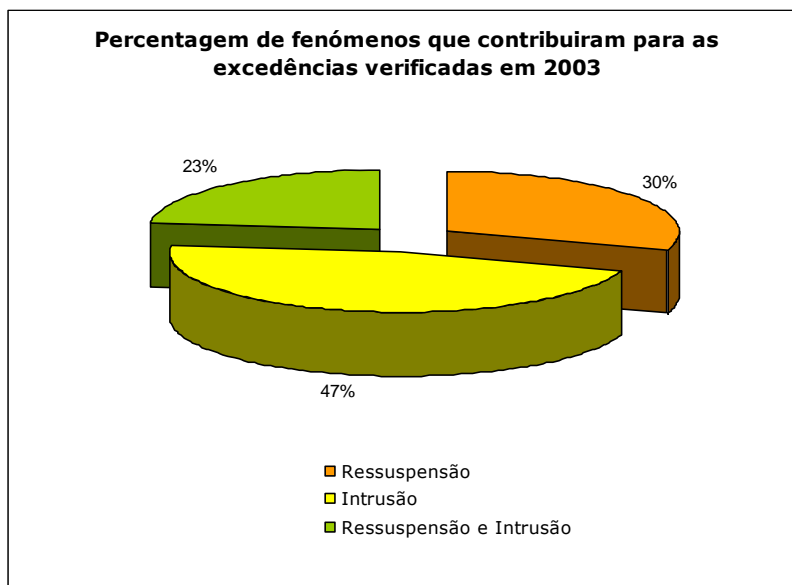


Figura 68: Percentagem de fenómenos que contribuíram para as excedências verificadas em 2003

- Análise de 2004

Na análise dos dados de PM₁₀ para o ano de 2004, identificaram-se todos os dias cujas excedências tiveram origem em fontes naturais (isto é, que cumpriram os critérios da metodologia), estando os mesmos identificados na Tabela 52.

Tabela 52: Resumo dos dias do ano de 2004, cujas excedências tiveram origem em fontes naturais

Ano	Mês	Dia	OLI [PM ₁₀]	CHA [PM ₁₀]	Intrusão	Ressuspensão
2004	2	8	55,64	42,80	S	N
2004	2	9	54,23	30,87	S	s.i.
2004	2	10	51,79	44,19	S	N
2004	2	11	53,94	30,31	S	N
2004	2	13	60,17	43,32	S	N
2004	3	5	106,78	61,86	S	S
2004	3	9	119,13	71,09	S	S
2004	3	16	57,16	47,12	S	S
2004	3	17	77,30	60,52	S	S
2004	7	23	69,64	67,20	S	N
2004	7	24	156,43	125,23	S	N
2004	7	25	76,54	67,95	S	N
2004	7	26	62,85	62,90	S	N
2004	7	27	56,98	59,73	S	N
2004	9	22	71,68	37,88	S	s.i.
2004	9	23	68,69	51,20	S	S
2004	9	24	71,03	50,50	S	S

Ano	Mês	Dia	OLI [PM ₁₀]	CHA [PM ₁₀]	Intrusão	Ressuspensão
2004	9	27	60,26	19,46	N	S
2004	9	28	60,37	35,50	N	S
2004	9	29	57,78	34,41	N	S
2004	10	7	74,30	39,25	S	S
2004	10	8	109,89	56,29	S	S
2004	12	7	56,89	s.i.	S	s.i.
2004	12	9	68,16	24,07	S	s.i.
2004	12	10	57,25	16,03	S	N

Legenda: S – Identificação de intrusão de massas de ar (Utilização de ICOD ou Hysplit); S* – Identificação de intrusão de massas de ar (Análise conjunta de ICOD e Hysplit); N – Não há detecção de intrusão; s.i. – Sem informação.

No ano de 2004, dos 54 dias que apresentaram excedências, 33 tiveram a contribuição de fontes naturais, devendo-se os restantes dias (21) exclusivamente a fontes antropogénicas.

À semelhança do que foi feito na análise do ano de 2003, em 2004 também se efectuou o estudo da duração de episódios dos fenómenos de intrusão e ressuspensão. Relativamente ao fenómeno de intrusão, verifica-se que ocorreram episódios de um a cinco dias, tendo sido mais frequentes os episódios de um dia e menos frequentes os episódios com duração igual ou superior a quatro dias (consecutivos).

No que diz respeito à duração de episódios do fenómeno de ressuspensão, pode-se observar que se verificaram três vezes no ano de 2004 episódios de um dia; já os episódios de 2 dias consecutivos ocorreram 4 vezes.

Relativamente ao padrão da contribuição dos fenómenos de intrusão e ressuspensão nas excedências verificadas no ano de 2004, pode-se constatar que existe uma acção conjugada dos fenómenos de intrusão e ressuspensão ao longo do ano. O fenómeno de intrusão é o que tem mais influência sobre as excedências verificadas, tendo o fenómeno de ressuspensão uma acção menos contributiva. Mais uma vez se verificou, que durante o período de Novembro a Janeiro, a ocorrência de intrusão de massas de ar provenientes do deserto do Sahara e Sahel é diminuta, tendo sido verificada em 2004 apenas três vezes.

Fazendo uma análise resumida do ano em 2004, conclui-se que dos 33 dias em que houve excedências, 56% (dos dias) sofreram influência das massas de ar que têm origem nos desertos africanos. Em 32% dos casos de excedência, estes devem-se essencialmente à acção dos fenómenos de intrusão e ressuspensão, e apenas em 12% dos casos as excedências são exclusivamente devidas ao fenómeno de ressuspensão.

4.2.2.2 **Análise da contribuição dos eventos naturais nas restantes estações da RLVT**

Dado que não é possível determinar a contribuição real dos eventos naturais sobre a concentração medida de partículas (PM₁₀), é importante avaliar no âmbito dos Planos e Programas se todas as excedências observadas nas estações em análise da região de Lisboa e Vale do Tejo, para os dias em que ocorrem eventos naturais



(detectados segundo a metodologia da Figura 64), aconteceriam, caso não existissem fenómenos de intrusão e/ou ressuspensão.

Para se determinar se as excedências noutras estações, para além das que serviram de base à análise (Olivais e Chamusca), se devem efectivamente ou não a eventos naturais, estabeleceu-se a seguinte metodologia:

1. Determinar o valor da concentração média anual da Chamusca para o ano em análise sem considerar os dias de eventos naturais;
2. Em todos os dias que foram identificados como os que sofreram influência de eventos naturais, segundo a metodologia (Figura 64), identificar o valor da concentração de PM_{10} para a Chamusca. A esse valor deve retirar-se o valor médio anual (passo 1); daí provém uma fracção que pode estar associada a contribuição real do evento natural sobre a concentração de PM_{10} medida.
3. Após determinar a fracção para cada dia identificado como um dia de evento natural, retira-se a todas as médias diárias de todas estações que meçam PM_{10} a contribuição dada pelo evento natural, resultando daí um novo valor que pode ou não continuar a exceder o limite estabelecido legalmente.

Após a aplicação desta metodologia identificaram-se todas as excedências que se verificaram no ano em análise, para todas as estações que medem concentrações de PM_{10} e, desse conjunto, retiraram-se os dias cujas excedências se devem a eventos naturais. Seguidamente reavaliou-se se continua ou não a haver incumprimento e necessidade de aplicação de acções no quadro dos Planos e Programas agora definidos.

É de salientar que esta análise restringiu-se aos anos de 2003 e 2004, pois a estação de monitorização da Chamusca, apenas entrou em actividade no final do ano de 2002.

- Análise de 2003

Sabendo-se à partida que o valor da concentração média anual de PM_{10} legislado para cumprimento em 2005 é de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ determinou-se, para o ano de 2003, a contribuição dos eventos naturais na média anual de todas as estações da RLVT. Assim, pela análise da Figura 69, identificam-se à partida cinco estações críticas, isto é, estações que apresentam valores médios anuais acima do valor limite legislado. Contudo, após ser retirada a contribuição do evento natural (EN), apenas se verificam quatro estações em excedência - a estação de monitorização da Escavadeira é retirada do grupo das estações em excedência.

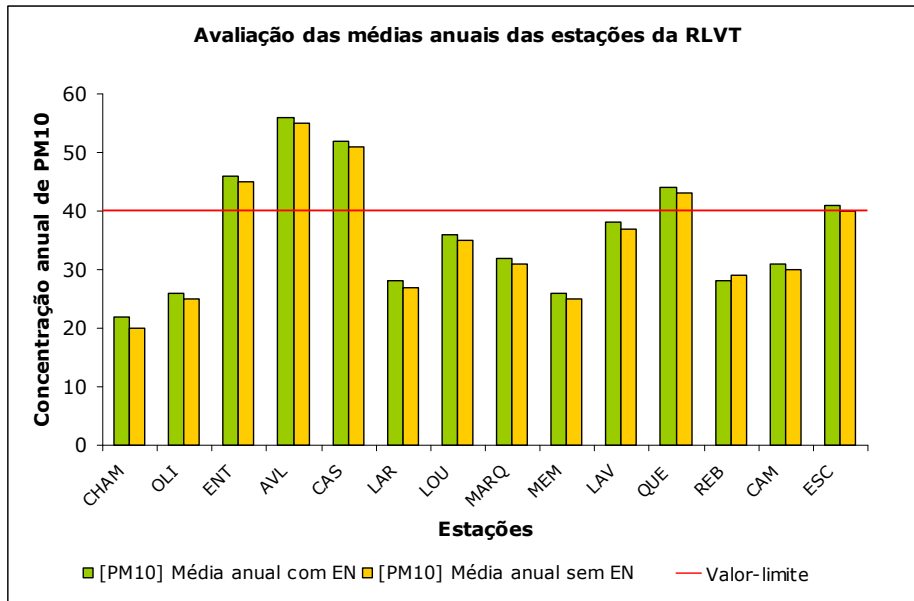


Figura 69: Avaliação das médias anuais das estações da RLVT, no ano de 2003

Para além de se analisar o cumprimento legal do valor-limite para a média anual das estações, procedeu-se também à análise do cumprimento legal do número de excedências ao valor-limite diário (apenas se podem verificar 35 excedências diárias por ano da concentração de PM₁₀, cuja origem esteja relacionada com fontes antropogénicas). Assim, através da análise da Figura 70, pode-se observar que quase todas as estações (exceptuando a Chamusca, Mem-Martins e o Laranjeiro), apresentam mais de 35 dias em excedência. Contudo aplicando a metodologia acima descrita, verifica-se que as estações Olivais, Reboleira e Camarinha começam também a cumprir o valor legal vigente, apresentando menos de 35 dias em excedência no ano de 2003.

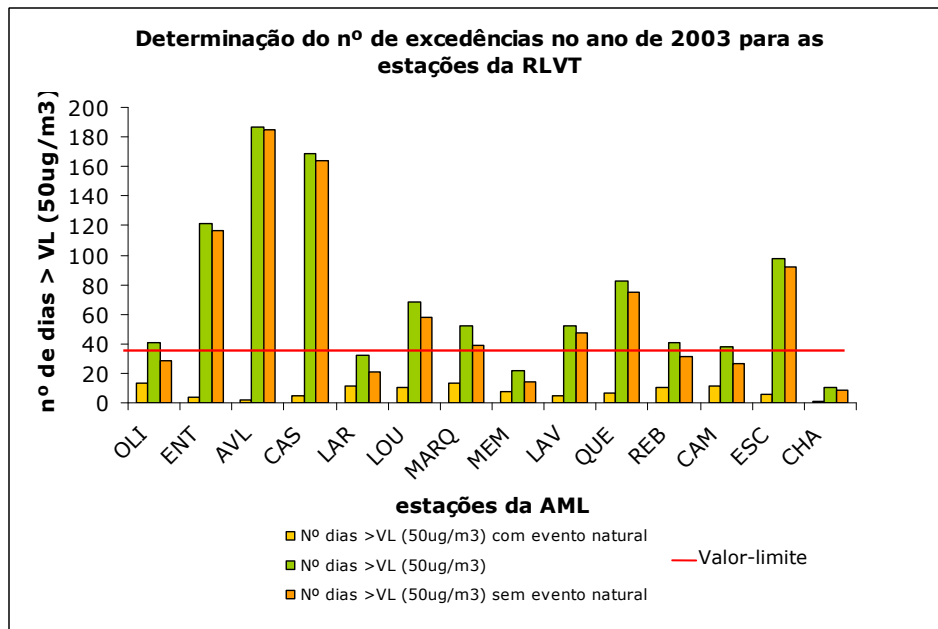


Figura 70: Determinação do número de excedências no ano de 2003 para as estações da RLVT

- Análise de 2004

A contribuição dos eventos naturais (EN) nas médias anuais das estações da AML em 2004, pode ser observado através da Figura 71. Pode-se constatar que a concentração média anual da estação de Cascais deixou de constituir um problema no que diz respeito à excedência do valor limite, após se ter retirado a contribuição dos eventos naturais na concentração média anual. Assim para o ano de 2004 apenas duas estações na AML, estão em situação crítica apresentando concentrações médias anuais do poluente PM_{10} acima do valor limite de $40 \mu g/m^3$.

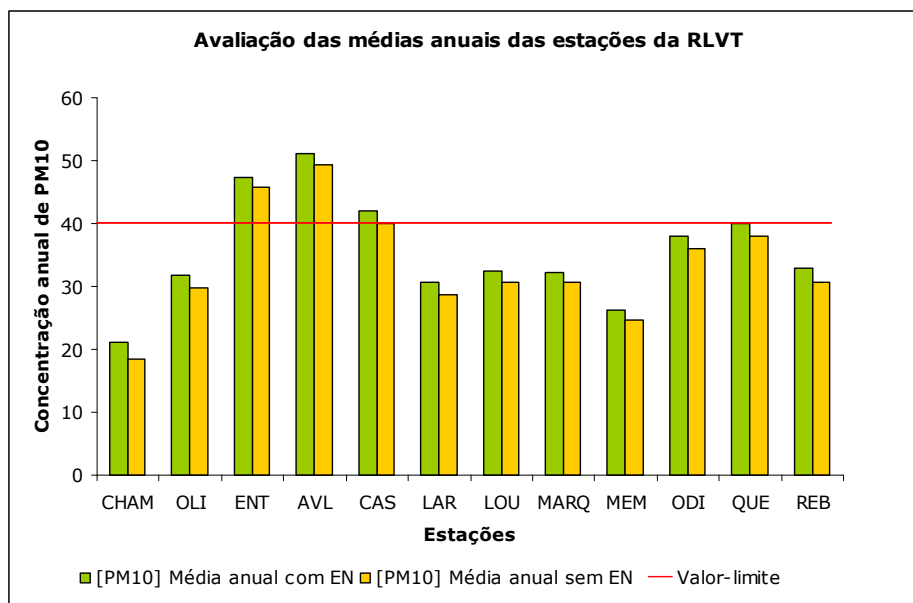


Figura 71: Avaliação das médias anuais das estações da RLVT, no de 2004

Relativamente ao número limite de excedências anuais da concentração de PM_{10} , pode-se afirmar, segundo a Figura 72, que houve muitas excedências devidas a eventos naturais. Tal acontece porque ao fazer-se a análise do número de dias que estiveram em excedência, sem contabilizar os eventos naturais, com excepção das estações Chamusca e Mem-Martins, todas estavam em incumprimento legal. Contudo, após se ter retirado o número de dias em que ocorreu intrusão de massas de ar e/ou ressuspensão, diminui-se o número de estações em incumprimento legal. Desta forma, pode-se concluir que para o ano de 2004 as estações em incumprimento legal, isto é, que apresentam mais de 35 dias com excedência dos valores de PM_{10} , são: Olivais, Entrecampos, Avenida da Liberdade, Cascais, Loures, Quebedo e a Reboleira (de salientar que as estações de Olivais, Loures e Reboleira apresentam 38 dias em excedência, sendo um número de dias bastante próximo do número total de ultrapassagens permitido).

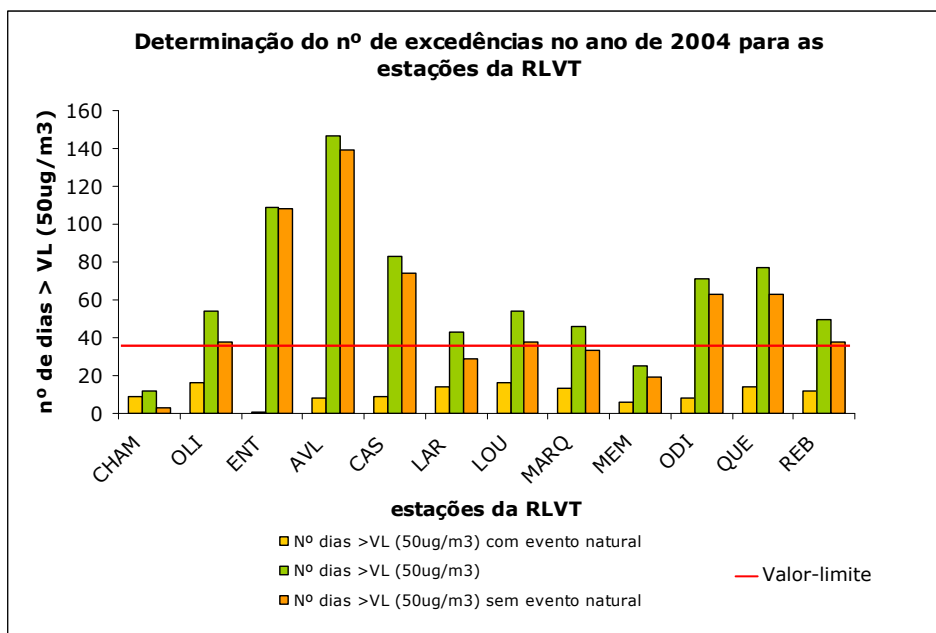


Figura 72: Determinação do número de excedências no ano de 2004 para as estações da RLVT

4.2.3 Episódios função de condições sinópticas

Metodologia

Consideraram-se todas as estações da região de Lisboa e Vale do Tejo que mediram concentrações de PM₁₀ no período 2001-2003. [AML Norte - Avenida da Liberdade, Entrecampos, Cascais, Loures, Mem Martins, Oeiras Quinta do Marquês, Olivais, Reboleira; Setúbal - Camarinha e Quebedo; AML Sul - Lavradio, Escavadeira, Laranjeiro; e Vale do Tejo e Oeste - Chamusca].

Foram calculadas médias diárias de todos os valores existentes para cada estação tendo em conta a seguinte regra relativamente à ausência de dados: só se consideraram os dias onde houvesse pelo menos 14 horas com dados e em que as falhas de dados não se verificassem num intervalo de tempo superior a 6 horas.

Seguidamente, tendo-se construído uma base de dados para esta avaliação, determinou-se um critério para o qual seria considerado um episódio: dois dias ou mais onde se verificam concentrações superiores a 50 µg/m³, em pelo menos três estações das especificadas anteriormente.

Para tentar conhecer o comportamento meteorológico face a todos os episódios existentes, foram usadas duas classificações diferentes de tipos de tempo à superfície. A primeira classificação utilizada (Ferreira *et al.*, 2004; Neto *et al.*, 2004) baseia-se na classificação subjectiva das cartas de análise do centro europeu (ECMWF, 2003), onde se classificam as situações sinópticas em sete grupos distintos (Tabela 53). A segunda classificação utilizada (Mendes *et al.*, 2002; Trigo and DaCamara, 2000) é determinada de forma automática usando diversos pontos da pressão à superfície das análises do ECMWF. O número de tipo de tempos é de dez, sendo oito deles de tipos direccionais representando os oito pontos cardiais possíveis e os outros dois de carácter puramente rotacional (Depressão (B) e

Anticiclone (A)). De registar que para os casos rotacionais a situação corresponde ao caso em que o centro do mesmo se situa sobre o nosso domínio.

Tabela 53: Classificação das situações sinópticas à superfície

Sistemas Frontais
1 Sistemas frontais
Sistemas depressionários
2 Depressão/instabilidade
3 Influência de depressão
Sistemas de altas pressões
4 Calma à superfície
5 Circulação de N/NW
6 Anticiclone e vale invertido desde o Norte de África
7 Circulação de NE/E

Para as estações da Avenida da Liberdade, Entrecampos e Olivais, de forma individual, foram feitos os histogramas da distribuição de episódios e a mesma análise relativamente aos tipos de tempo (Mendes *et al.*, 2002; Trigo and DaCamara, 2000). De realçar que para estes casos foram considerados episódios todos os dias com concentração superior a 50 µg/m³.

Resultados

No período de 2001-2003 foram considerados 73 episódios que satisfizeram as regras definidas anteriormente para a metodologia. Estes episódios têm durações que variam de 2 dias até 21 dias. Pode ver-se na Figura 73 o histograma da distribuição por dias desses episódios.

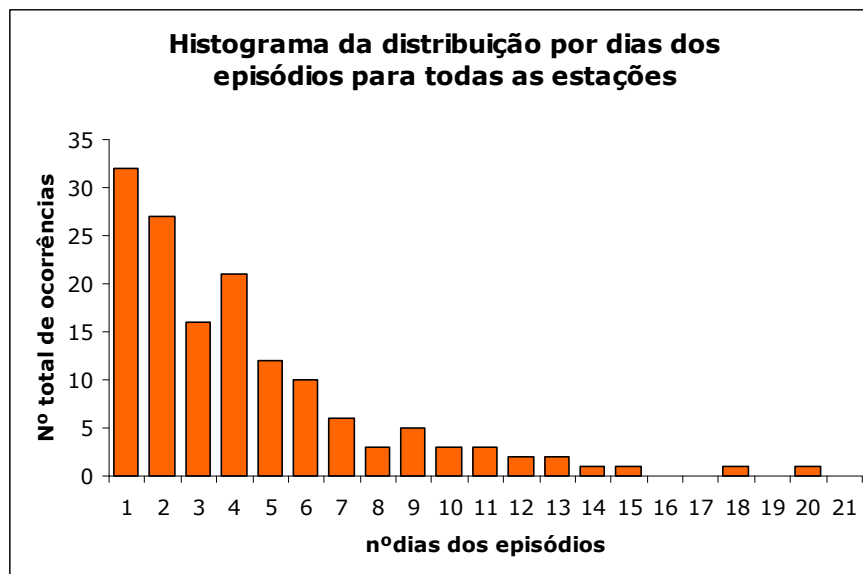


Figura 73: Histograma da distribuição por dias dos episódios para todas as estações

Estão representados na Figura 74 e na Figura 75 os resultados obtidos relativamente aos primeiros e segundos tipos de tempo. Em ambos os gráficos, a recta azul representa a frequência relativa de dias em que ocorreu episódio de excedência das concentrações diárias de partículas para cada tipo de tempo, em relação a todos os tipos de tempo. Já a recta de vermelho representa a percentagem de vezes que, para cada tipo de tempo, tenha ocorrido episódio relativamente a todos os dias de cada tipo de tempo.

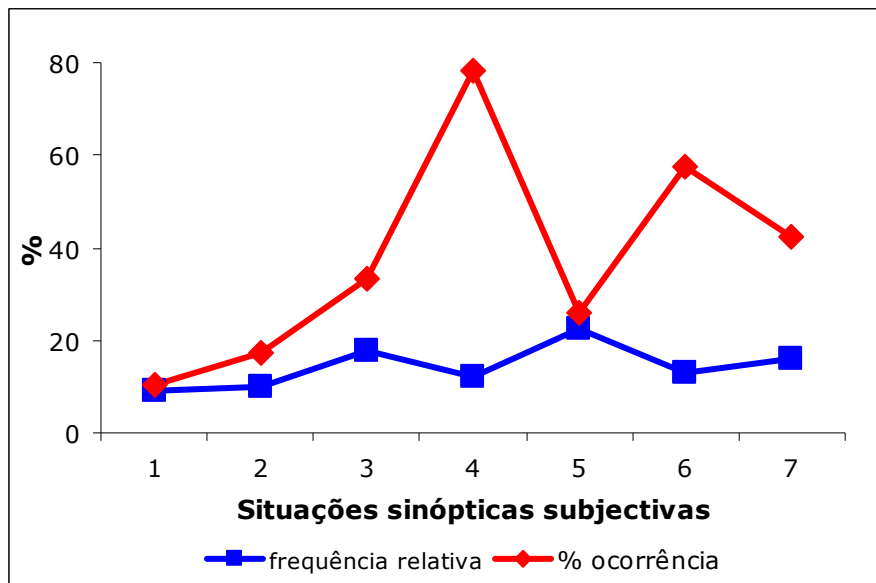


Figura 74: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM_{10} por situação sinóptica subjectiva e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada situação sinóptica no período de 2001-2003

Na Figura 74 observa-se que o maior número de dias de episódios se repartem pelas últimas cinco situações sinópticas, logo não havendo nada a concluir. Já observando a outra recta, verifica-se que, para a situação sinóptica de calma à superfície, em 80% das vezes em que essa situação ocorreu, observaram-se dias com episódios de má qualidade do ar. Em situações de Anticiclone e vale invertido desde o Norte de Africa e de circulação de NE/E, essa percentagem de ocorrência varia entre os 40 e 60%, sendo muito diminuta para as outras quatro classes.

Da análise da Figura 75, observando a recta de frequências relativas verifica-se que existe uma clara evidência de que os episódios estão mais relacionados com situações de circulação de NE e com a presença de Anticiclone sobre Portugal, evidenciando que teremos para este segundo caso uma situação de calma à superfície. Da percentagem das ocorrências fica claramente evidenciado que em situações de corrente NE a percentagem de ocorrência de episódios é alta (45%). Para os restantes pontos cardeais do quadrante Leste essa percentagem de ocorrência é também significativa (30%) embora as situações aconteçam menos vezes. A circulação anticiclónica tem também uma percentagem de ocorrência significativa (30%).

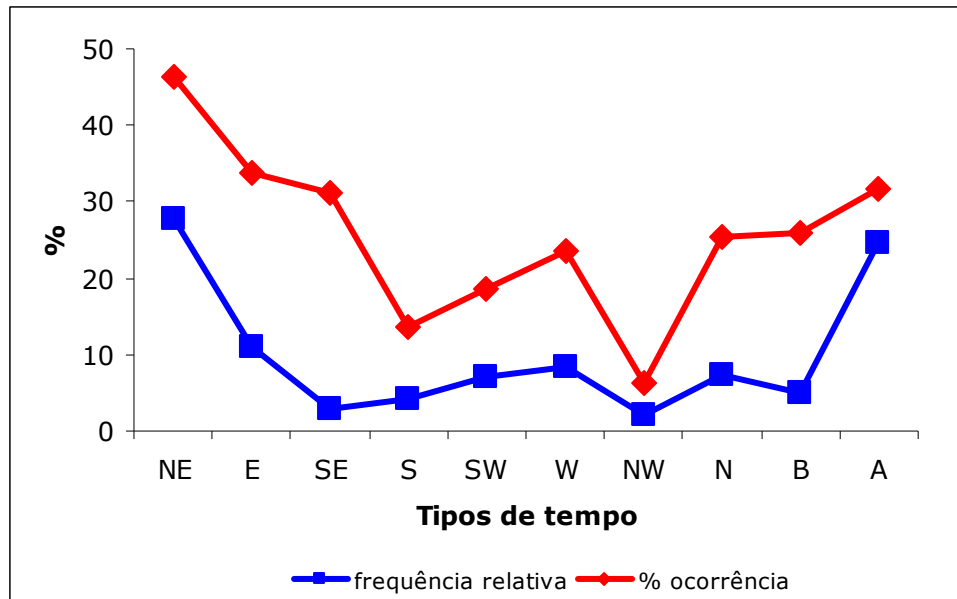


Figura 75: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM₁₀ por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003

— Avenida da Liberdade

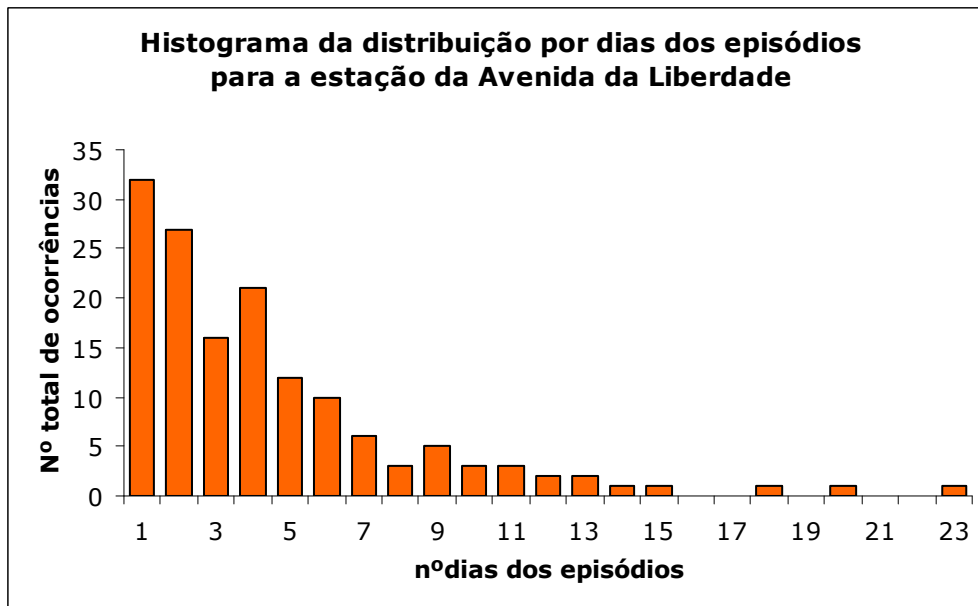


Figura 76: Histograma da distribuição por dias dos episódios para a estação da Avenida da Liberdade

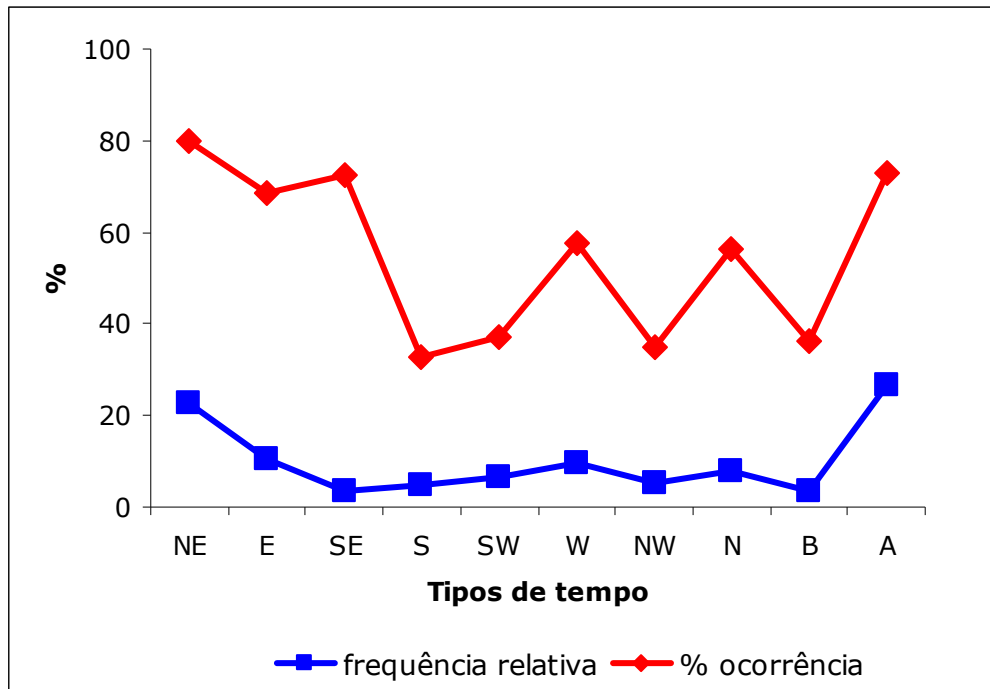


Figura 77: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM_{10} por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003 para a estação da Avenida da Liberdade

— Entrecampos

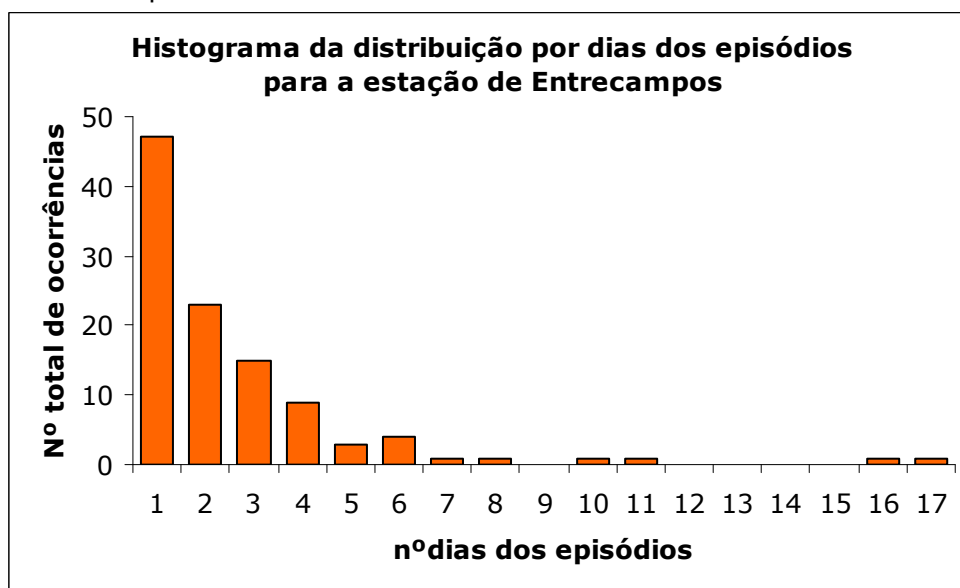


Figura 78: Histograma da distribuição por dias dos episódios para a estação de Entrecampos

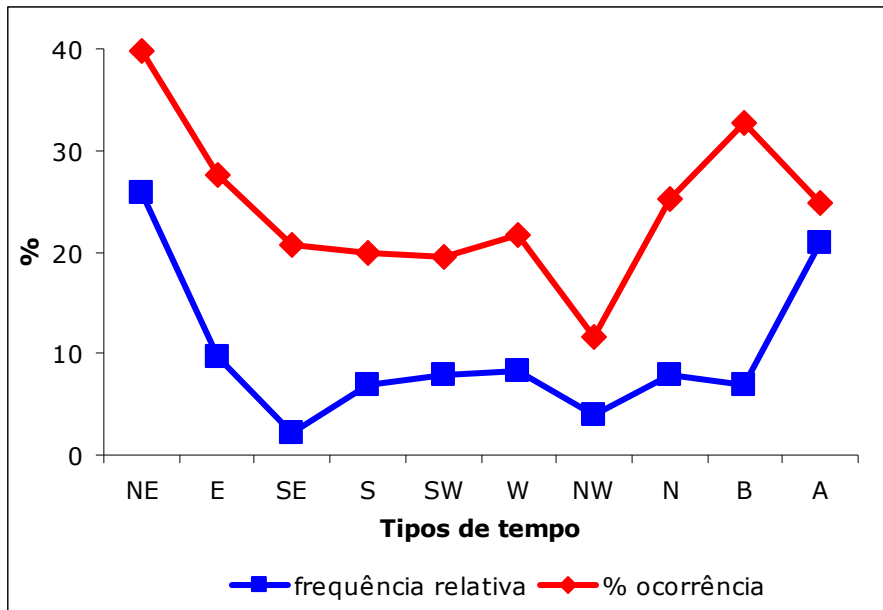


Figura 79: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM10 por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003 para a estação de Entrecampos

— Olivais

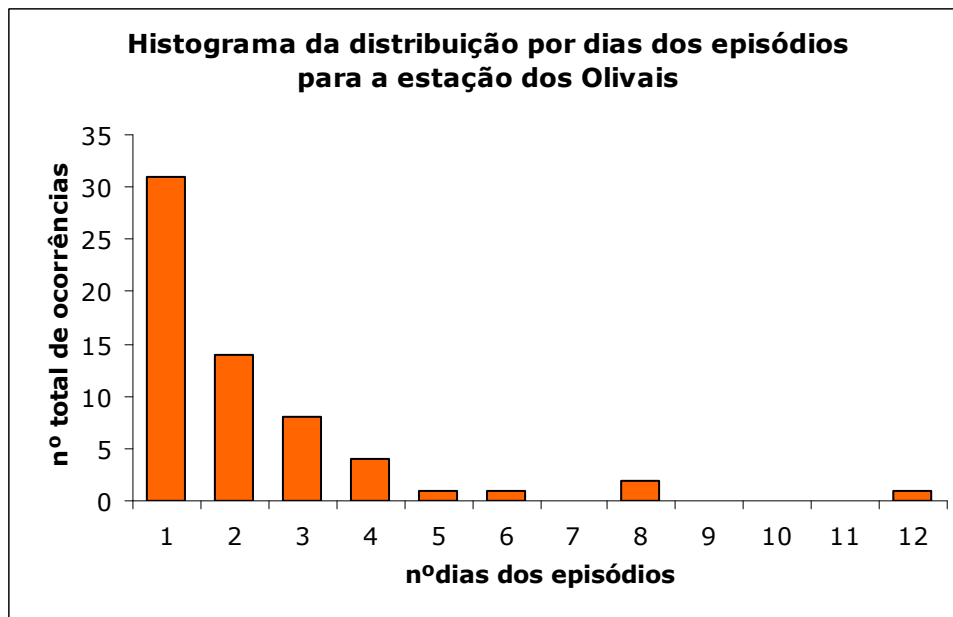


Figura 80: Histograma da distribuição por dias dos episódios para a estação dos Olivais

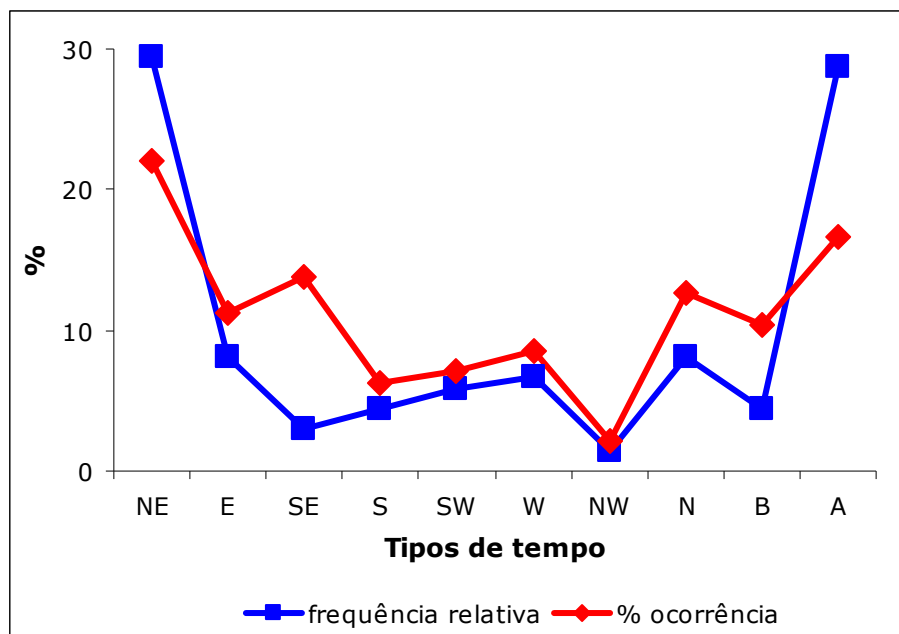


Figura 81: Frequências relativas dos dias de episódios de qualidade de ar associados a PM₁₀ por tipos de tempo e percentagem da ocorrência de dias de episódios em relação a todos os dias para cada tipo de tempo no período de 2001-2003 para a estação dos Olivais

Relativamente à distribuição do número de dias dos episódios pode-se apenas referir que os histogramas têm todos uma distribuição logarítmica. Com os tipos de tempo, a situação já descrita anteriormente mantém-se, isto é, parece existir maior incidência dos episódios com as situações do quadrante leste e situações anticiclónicas.

A breve análise efectuada permite assim demonstrar, principalmente recorrente à segunda classificação, que os episódios de má qualidade do ar associados a elevadas concentrações de partículas estão mais relacionados com situações sinóticas em que a corrente é do quadrante Leste, sobretudo de NE, e situações de Anticiclone, i.e., calma à superfície.

Deverá assim ser nestas situações, principalmente as que se perspectivem de maior duração, que determinadas políticas e medidas sejam aplicadas às fontes de emissão de poluentes atmosféricos de modo a evitar elevadas concentrações acima dos valores legislados, sobretudo se se tratarem de emissões de natureza antropogénica.

4.3 Caracterização de situações críticas de tráfego

O DCEA/FCT/UNL desenvolveu recentemente investigação acerca da distribuição espacial de concentrações de poluentes atmosféricos em Lisboa envolvendo a realização de campanhas em localizações de tráfego, em 2004, para os poluentes CO, NO, NO₂ e PM₁₀. Os resultados obtidos serviram, em parte, ao desenvolvimento de uma tese de mestrado (Martins, 2005) sendo estes transcritos na análise aqui efectuada. Os resultados são particularmente úteis na compreensão das situações onde se demonstra que é o tráfego que origina elevadas concentrações de partículas inaláveis e também de dióxido de azoto, como é o caso particular da zona da Avenida da Liberdade e também, mesmo que em menor escala, da zona de

Entrecampos, em Lisboa. Encontra-se no Anexo IV este mesmo capítulo tratado de forma mais pormenorizada e extensa.

4.3.1 Campanha de medição de partículas em suspensão em Lisboa em locais de tráfego

As partículas constituem um grupo consideravelmente extenso de poluentes do ar ambiente, provenientes de múltiplas fontes, nomeadamente do tráfego automóvel, indústria ou de eventos naturais. Em zonas de tipologia claramente urbana existentes na cidade de Lisboa os transportes rodoviários são a maior fonte de poluição (Ferreira, 2000), sendo que se observam junto das vias de tráfego mais intenso, as maiores concentrações de partículas. A concentração deste poluente resulta de emissões directas do escape dos veículos, do desgaste dos pneus e dos travões, ou da ressuspensão das poeiras das estradas.

A Área Metropolitana de Lisboa (AML), na qual se centra a cidade de Lisboa, é constituída por 18 concelhos, possuindo estruturas rodoviárias de circulação importantes. Para além dos níveis de poluição decorrentes de um intenso fluxo de tráfego automóvel, ocorrem aqui condições geográficas, topográficas e meteorológicas próprias, que influenciam o transporte e dispersão dos poluentes.

Segue-se a apresentação e discussão dos resultados das concentrações de partículas inaláveis (PM₁₀), medidas simultaneamente em alguns dos principais eixos de Lisboa.

No que respeita às amostragens, foram colocados para medição simultânea onze amostradores de partículas baixo volume (*Low Volume Air Sampler - LVS Derenda® LVS 3.1* em ambos os lados das cinco vias de tráfego bem como um amostrador no topo da estação de qualidade do ar da Avenida da Liberdade.

A selecção dos locais procurou representar as principais vias de tráfego existentes em Lisboa, com congestionamentos frequentes e grande fluxo de veículos. Tratam-se de vias com elevado grau de importância na circulação rodoviária, quer por constituírem um acesso aos locais mais centrais da cidade, como a Avenida da Liberdade e Saldanha, quer por constituírem um ponto chave na entrada e saída da cidade (Eixo Norte-Sul, Segunda Circular e Avenida Marechal Gomes da Costa).

A Tabela 54 apresenta alguns dos aspectos metodológicos relativos à campanha de amostragem em causa e a Figura 82 assinala os pontos de amostragem.

Tabela 54: Aspectos metodológicos da campanha de medição de partículas em Lisboa

Aspectos metodológicos	
período de medições	Entre 30 de Janeiro e 4 de Fevereiro de 2004 (Nota: os dias 31-1-2004 e 1-2-2004 corresponderam a um sábado e domingo respectivamente)
pontos de amostragem	Eixo Norte-Sul <ul style="list-style-type: none">– Ordem Hospitaleira S. João de Deus– Centro Ismaili
	2ª Circular <ul style="list-style-type: none">– Santa Casa da Misericórdia– Posto de Limpeza da CML
	Av. Marechal Gomes da Costa <ul style="list-style-type: none">– Air Liquide– Metalurgia Luso - Italiana

Aspectos metodológicos

Saldanha	<ul style="list-style-type: none"> Atelier de Arquitectura Segurança Social
Av. da Liberdade	<ul style="list-style-type: none"> Escritório de Advogados Biblioteca do Ministério das Obras Públicas
Av. da Liberdade	<ul style="list-style-type: none"> Estação de Qualidade do Ar da Av. da Liberdade



Figura 82: Localização dos pontos de amostragem de PM₁₀ em Lisboa

Os resultados gerais de PM₁₀ para os onze pontos de amostragem correspondentes à caracterização das cinco vias de circulação acima referidas estão representados na Figura 83.

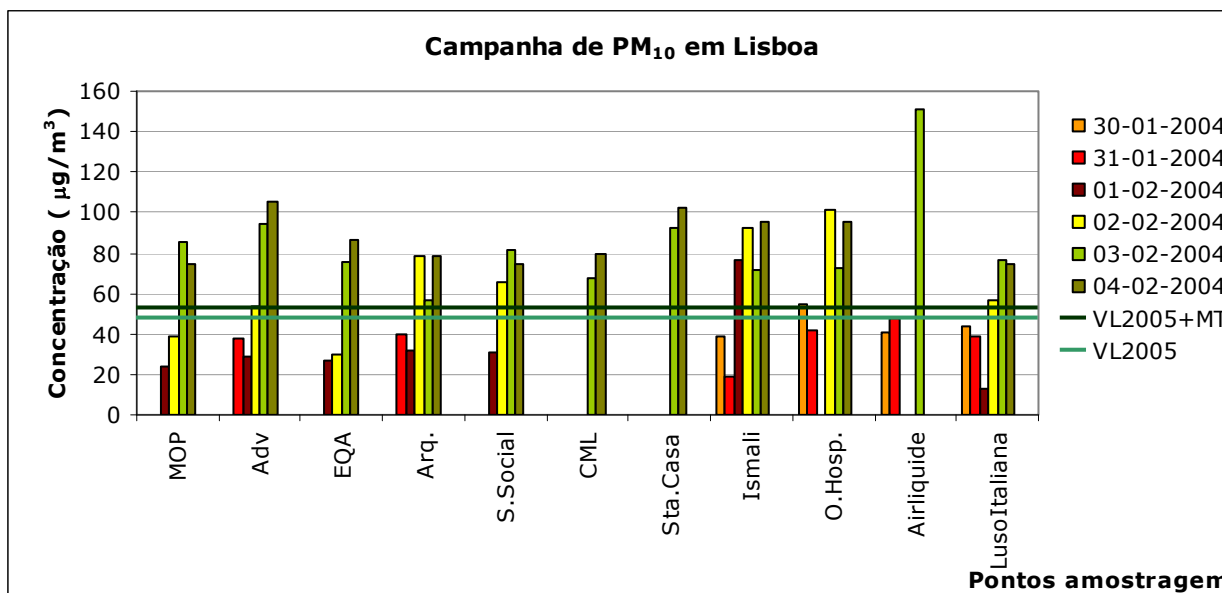


Figura 83: Concentrações médias diárias de PM₁₀ registados



4.3.2 Campanha de medição de CO, NO, NO₂ e PM₁₀ na Avenida da Liberdade

A campanha de monitorização da qualidade de ar foi realizada na Avenida da Liberdade através de uma unidade móvel de medição da qualidade do ar do DCEA/FCT/UNL (o SNIF Air Lab designado de forma abreviada por SNIF), em dois pontos de medição próximos à Estação de Qualidade do Ar (EQA). Os resultados obtidos no SNIF foram comparados com os da EQA da Avenida da Liberdade.

O objectivo da localização dos pontos de amostragem no gradiente de distâncias em relação à berma e próximo da EQA prende-se com a possibilidade de:

- melhor determinar a representatividade local dos resultados da EQA;
- avaliar a distribuição transversal dos poluentes, ao longo do corredor pedonal da zona de implantação da EQA;
- e avaliar o tipo de exposição da população às concentrações dos poluentes provenientes das vias de tráfego adjacentes.

Alguns dos aspectos da metodologia da campanha levada a cabo estão indicados na Tabela 55.

Tabela 55: Aspectos metodológicos da campanha de medição de poluentes na Avenida da Liberdade

Aspectos metodológicos	
1º período de medições	Entre 16 e 19 de Maio de 2004
2º período de medições	Entre 19 e 21 de Maio
Pontos e esquema de amostragem	Localizaram-se transversalmente à Avenida, no sentido de caracterizar o perfil de poluição no local de implantação da EQA. Num primeiro período de campanha o SNIF esteve sob exposição mais directa ao tráfego, a 4 metros do eixo da primeira faixa de rodagem da Avenida da Liberdade, e no segundo período de medição ficou mais afastado da via a cerca de 6 metros de distância. A EQA localiza-se entre os dois pontos de amostragem (a cerca de 5 metros da via).
Níveis de tráfego utilizados	Médias horárias; dados fornecidos pela Câmara Municipal de Lisboa.

Na Figura 84 pode observar-se o aspecto do SNIF Air Lab, a estação de qualidade do ar da Avenida da Liberdade e uma representação esquemática do corredor pedonal Este da referida Avenida.



Fonte: DCEA e CCDR-LVT

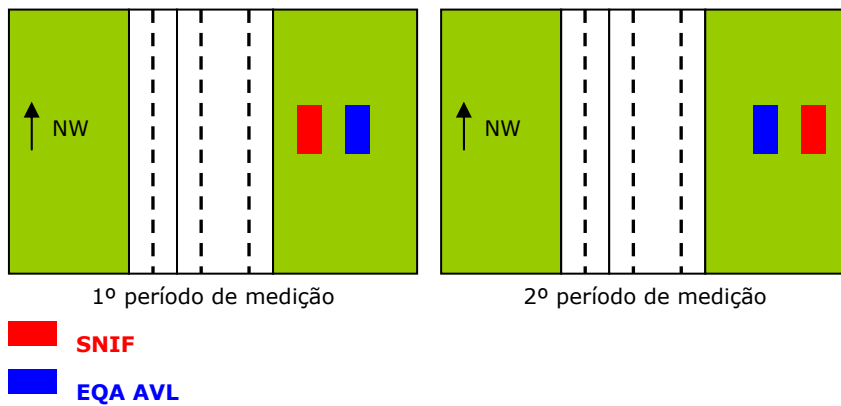


Figura 84: Pontos de amostragem da campanha de medição de poluentes na Avenida da Liberdade

Na Figura 85 podem observar-se os resultados obtidos para os dois períodos de medição na Avenida da Liberdade.

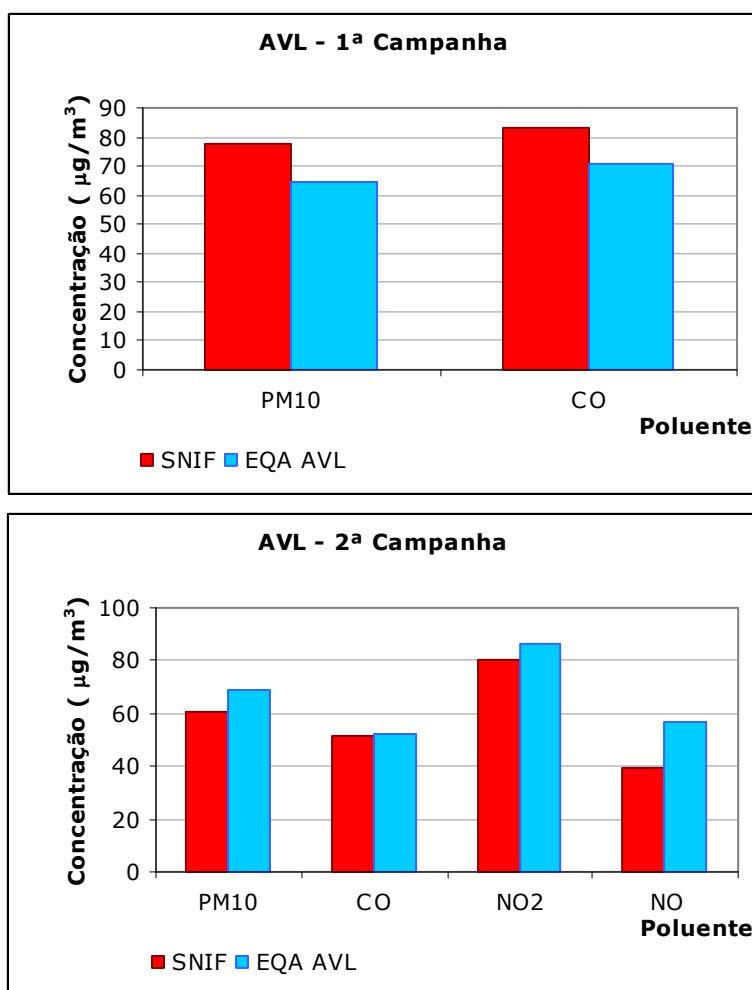


Figura 85: Resultados obtidos para vários poluentes, nas duas campanhas de medição, na Avenida da Liberdade

4.3.3 Campanha de medição de CO, NO, NO₂ e PM₁₀ em Entrecampos

A campanha de monitorização da qualidade de ar realizada em Entrecampos foi também levada a cabo recorrendo ao SNIF, em dois pontos de medição próximos à Estação de Qualidade do Ar. Os resultados obtidos no SNIF foram comparados com os da EQA de Entrecampos.

O objectivo da localização dos dois pontos de amostragem foi:

- a comparação dos dados do SNIF com os da EQA de Entrecampos;
- e a avaliação da exposição da população que circula nos corredores pedonais.

Alguns dos aspectos da metodologia da campanha levada a cabo em Entrecampos estão indicados na Tabela 56.

Tabela 56: Aspectos metodológicos da campanha de medição de poluentes em Entrecampos

Aspectos metodológicos	
1º período de medições	Entre 15 a 21 de Outubro de 2004
2º período de medições	Entre 22 a 28 de Outubro de 2004
Pontos de amostragem	Na 1ª semana: localizaram-se a cerca de 6 metros do eixo da primeira faixa de rodagem; Na 2ª semana: localizados numa passagem pedonal sob forte influência do tráfego da rotunda de Entrecampos, a cerca de 8 metros do eixo da primeira faixa de rodagem e sob exposição próxima do túnel de Entrecampos, junto do muro superior do mesmo, a Sul.
	O SNIF localizou-se em qualquer das duas semanas, sob exposição mais directa ao tráfego.
Níveis de tráfego utilizados	Médias horárias; dados fornecidos pela Câmara Municipal de Lisboa.

Na Figura 86 pode observar-se o aspecto do SNIF Air Lab, a estação de qualidade do ar de Entrecampos e uma representação esquemática da localização dos pontos de amostragem.



Fonte: DCEA e CCDR-LVT



Figura 86: Pontos de amostragem da campanha de poluentes em Entrecampos

Na Figura 87 podem observar-se os resultados obtidos para os dois períodos de medições em Entrecampos.

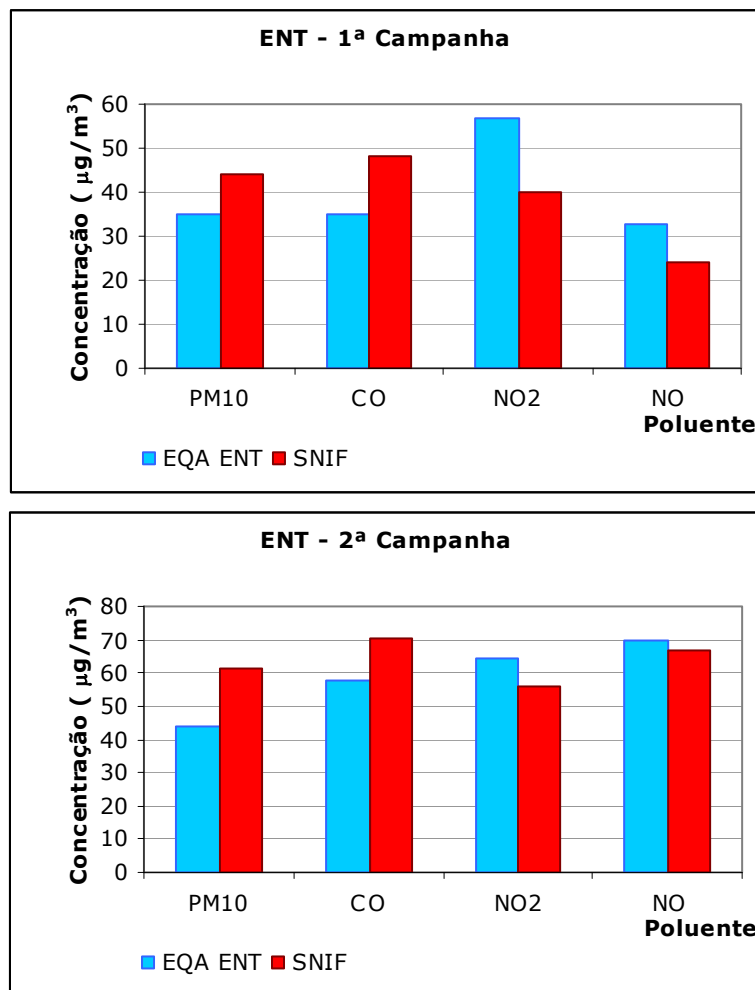


Figura 87: Resultados obtidos para vários poluentes, nas duas campanhas de medição, em Entrecampos

4.3.4 Avaliação global

Neste âmbito, as campanhas de monitorização de partículas inaláveis (PM_{10}) que tiveram lugar em cinco das principais vias de tráfego rodoviário existentes em Lisboa (Segunda Circular, Eixo Norte-Sul, Avenida Marechal Gomes da Costa, Saldanha e Avenida da Liberdade), permitiram produzir as seguintes conclusões:

- a obtenção de informação meteorológica, nomeadamente de orientação e intensidade do vento, proveniente dos próprios locais de medição é essencial para a melhor sustentação das apreciações feitas aos resultados;
- os resultados gerais mostram o generalizado incumprimento legal do VL+MT de PM_{10} para 2004 ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$), concretamente nos dias úteis da semana, sendo de salientar que durante o período da campanha, não se terão verificado quaisquer eventos naturais;
- os maiores valores de concentração foram obtidos na Avenida da Liberdade, um pouco acima, em termos médios, dos restantes locais amostrados, ainda



que se trate de uma avaliação pouco sustentada devido ao diminuto número de valores médios diários em causa;

- a ocorrência de precipitação nos primeiros dias, a diminuição da intensidade do vento, a localização dos pontos de amostragem a alturas e distâncias à via de tráfego diferentes, parecem ter influenciado os teores de partículas inaláveis obtidos.

A referida campanha permitiu obter indicações, em simultâneo, sobre o poluente que regista persistentemente o maior número de excedências ao valor-limite, nomeadamente nas EQA da Avenida da Liberdade e Entrecampos, precisamente os locais onde decorreram as restantes campanhas de monitorização, agora para vários poluentes (CO, NO, NO₂ e PM₁₀).

A caracterização da qualidade do ar em Entrecampos e Avenida da Liberdade, que envolveu os resultados do SNIF e da EQA, permitiu concluir os seguintes aspectos:

- os resultados de NO₂ e CO cumprem sempre as respectivas normas de qualidade do ar, estipuladas no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, o mesmo não sucedendo a alguns dos valores médios diários registados para PM₁₀, medidos sobretudo no SNIF, que excederam o respectivo VL+MT;
- verifica-se normalmente um perfil bimodal das concentrações de PM₁₀, CO e NO₂, por serem poluentes influenciados pelo tráfego automóvel;
- em Entrecampos, o NO₂ é do conjunto de poluentes medidos, aquele que melhor explica o comportamento do tráfego; sobretudo durante a segunda semana de campanha, medido no SNIF. Este ponto parece obter face aos resultados apresentados, uma resposta mais efectiva do que a localização da actual EQA, no que concerne aos objectivos inerentes à escolha da localização de uma estação de tráfego;
- na Avenida da Liberdade a proximidade à sua via principal, representa por regra, maiores valores de concentração medidos, à excepção do CO, cuja tendência não é clara;
- para as PM₁₀ verifica-se há uma correlação significativa entre os valores medidos em ambas as EQA de Entrecampos e Avenida da Liberdade com os da EQA dos Olivais. Essa elevada correlação, associada ao estudo do perfil horário da concentração de PM₁₀, permite concluir que os elevados níveis deste poluente de devem à contribuição da poluição de fundo a que acresce a influência dos níveis de tráfego rodoviário;
- através do diagnóstico efectuado verifica-se que o poluente PM₁₀ foi aquele para o qual ocorreram mais persistentemente excedências ao Valor-limite acrescido da Margem de Tolerância. As referidas excedências registaram-se mais frequentemente nas estações de tráfego de Avenida da Liberdade e também na de Entrecampos. Assim sendo, estas duas estações de tráfego, são representativas das situações mais problemáticas em termos de qualidade do ar.

4.4 Distribuição espacial de concentrações de poluentes

A obtenção de mapas de distribuição das concentrações dos poluentes dentro das zonas/aglomerações é fundamental para se estimarem áreas e população exposta a determinados níveis de poluição. Estes mapas podem obter-se por interpolação de resultados de medições ou por modelação.

As redes de monitorização com estações fixas em contínuo normalmente não têm uma densidade suficiente para se poder conhecer a distribuição das concentrações no território que pretendem avaliar. Por este motivo a CCDR-LVT tem vindo a desenvolver campanhas de medição, com malhas mais densas, que permitam complementar a rede existente, e obter mapas de distribuição das concentrações com recurso a técnicas de interpolação geoestatística.

Deste modo, para se obter a distribuição de concentrações de alguns dos poluentes atmosféricos objecto da 1ª e 2ª Directivas-“filhas” (e, por conseguinte, do Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril), recorreu-se aos dados de base seguintes:

- campanhas de dióxido de azoto (NO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e benzeno (C_6H_6) recorrendo a métodos passivos de medição (tubos de difusão RADIELLO, Figura 88) desenvolvidas pela CCDR-LVT em colaboração com as autarquias das áreas onde se efectuou a medição, realizadas no âmbito da avaliação preliminar destes poluentes.
- campanhas de PM_{10} efectuadas recorrendo a amostradores de baixo volume (LVS), Figura 89, realizadas no âmbito do projecto “Diagnóstico e metodologia para o estudo dos efeitos das partículas finas na saúde humana em Lisboa”, financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian e desenvolvido entre outros pelo DCEA – FCT/UNL, CCDR-LVT e o Centro Regional de Saúde Pública da Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo (CRSP/ARSLVT).

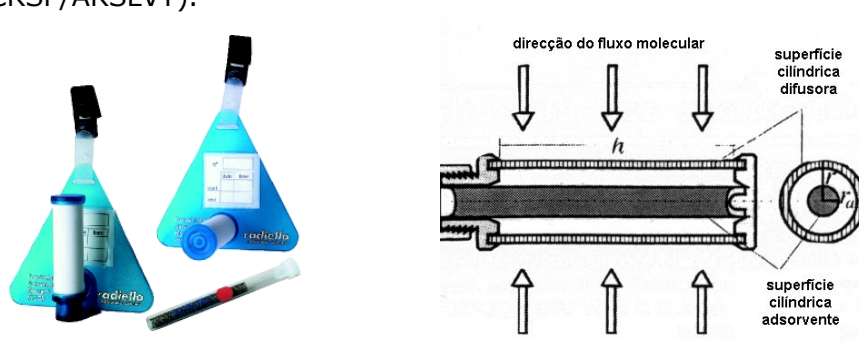


Figura 88: Tubos de difusão da marca Radiello e esquema de funcionamento



Figura 89: Amostradores de PM₁₀ de Baixo Volume (LVS) utilizados (Derenda, 2004)

Estas campanhas de medição foram desenvolvidas em períodos e áreas de abrangência distintos e recorrendo a estratégias de amostragem diferenciadas (Tabela 57).

Relativamente à distribuição espacial as campanhas de NO₂ e de SO₂ foram efectuadas para a maior parte dos concelhos da AML, enquanto as campanhas de C₆H₆ e de PM₁₀ referem-se apenas à cidade de Lisboa.

Os resultados de PM₁₀ referem-se a médias diárias obtidas durante uma semana no Inverno de 2004. Relativamente ao NO₂ e SO₂, existem duas campanhas distintas, uma relativa ao Verão do ano 2001 e outra respeitante ao período de Inverno de 2002 e os resultados reflectem a concentração média de 1 semana de exposição.

Para o C₆H₆ foram também realizadas duas campanhas distintas, no Inverno e Verão de 2002, tendo a campanha de Inverno sido realizada em simultâneo com a campanha de NO₂ e SO₂.

Relativamente à estratégia de amostragem, as campanhas que recorreram à utilização de tubos de difusão adoptaram uma amostragem estratificada, compreendendo diversas tipologias de locais de amostragem (fundo/residencial, fundo/industrial, tráfego e locais intermédios). Por sua vez a amostragem de PM₁₀ compreendeu essencialmente a selecção de pontos de fundo.

Tabela 57: Descrição sucinta das campanhas de medição

Poluente medido	Método de amostragem e medição	Tipo de localização	Área abrangida	Período de exposição avaliado	N.º Campanhas
Dióxido de azoto (NO ₂)	Passivo (tubos de difusão) Determinação por cromatografia iónica	fundo/residencial, fundo/industrial, tráfego e locais intermédios	Aglomerações e parte das restantes zonas	1 semana (7 dias)	2 Verão 2001 e Inverno 2002
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Passivo (tubos de difusão) Determinação por cromatografia iónica	fundo/residencial, fundo/industrial, tráfego e locais intermédios	Aglomerações e parte das restantes zonas	1 semana (7 dias)	2 Verão 2001* e Inverno 2002**
Benzeno (C ₆ H ₆)	Passivo (tubos de difusão) Determinação por Detecção de Ionização com Chama ou Espectrometria de Massa	fundo/residencial, fundo/industrial, tráfego e locais intermédios	Cidade de Lisboa	1 semana (7 dias)	2 Inverno 2002** Verão 2002 ***
Partículas em suspensão (PM ₁₀)	Amostragem activa (Amostradores de Baixo Volume - LVS) Determinação gravimétrica da massa	Fundo	Cidade de Lisboa	5 dias (repartido em 5 períodos de amostragem diários)	1 Inverno 2004****

* - 3 a 10 de Julho de 2001
 ** - 29 de Janeiro a 5 de Fevereiro de 2002
 *** - 19 a 26 Julho 2002
 **** - 7 a 11 de Fevereiro de 2004

Os locais de amostragem seleccionados para as campanhas de tubos de difusão e de medição de PM₁₀ encontram-se indicados nas Figura 90 e Figura 91, respectivamente.

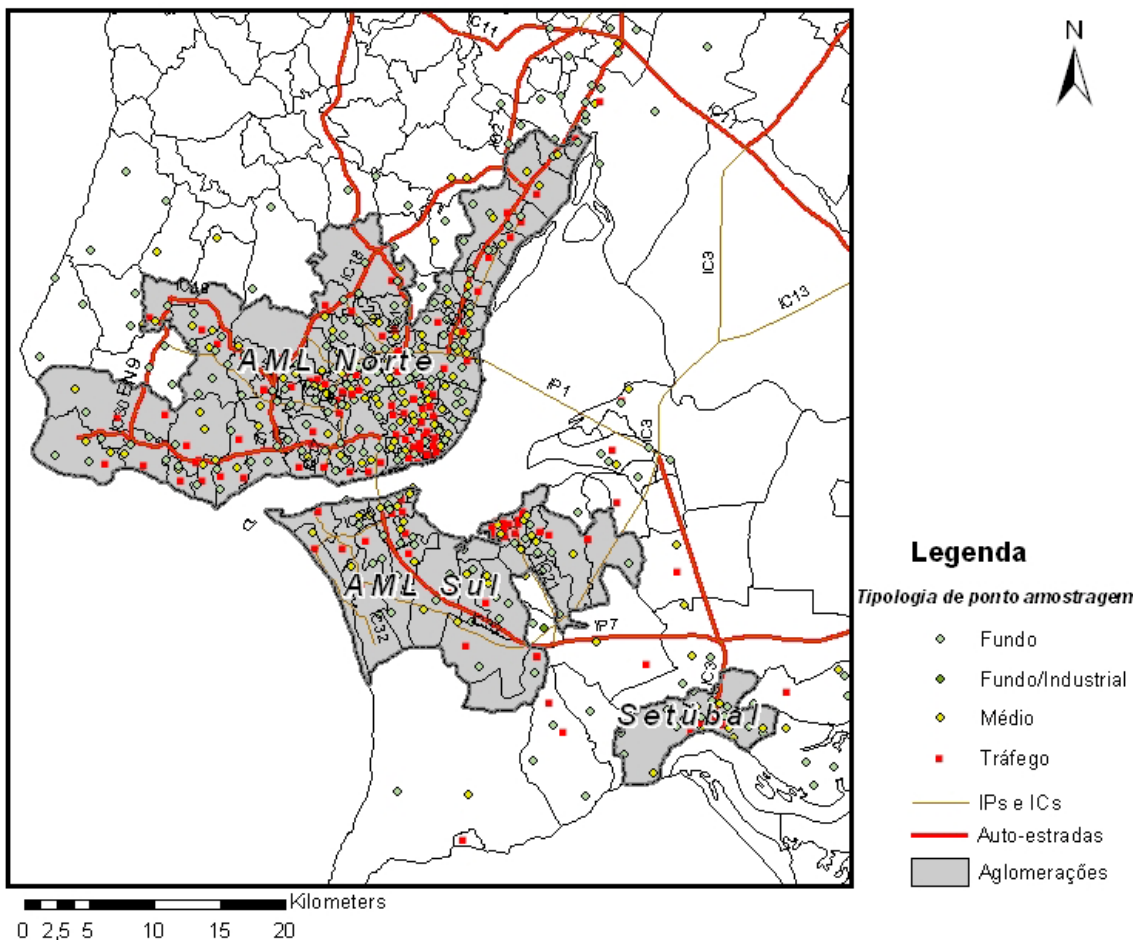


Figura 90: Pontos de amostragem seleccionados nas campanhas de tubos de difusão (benzeno apenas cidade de Lisboa)

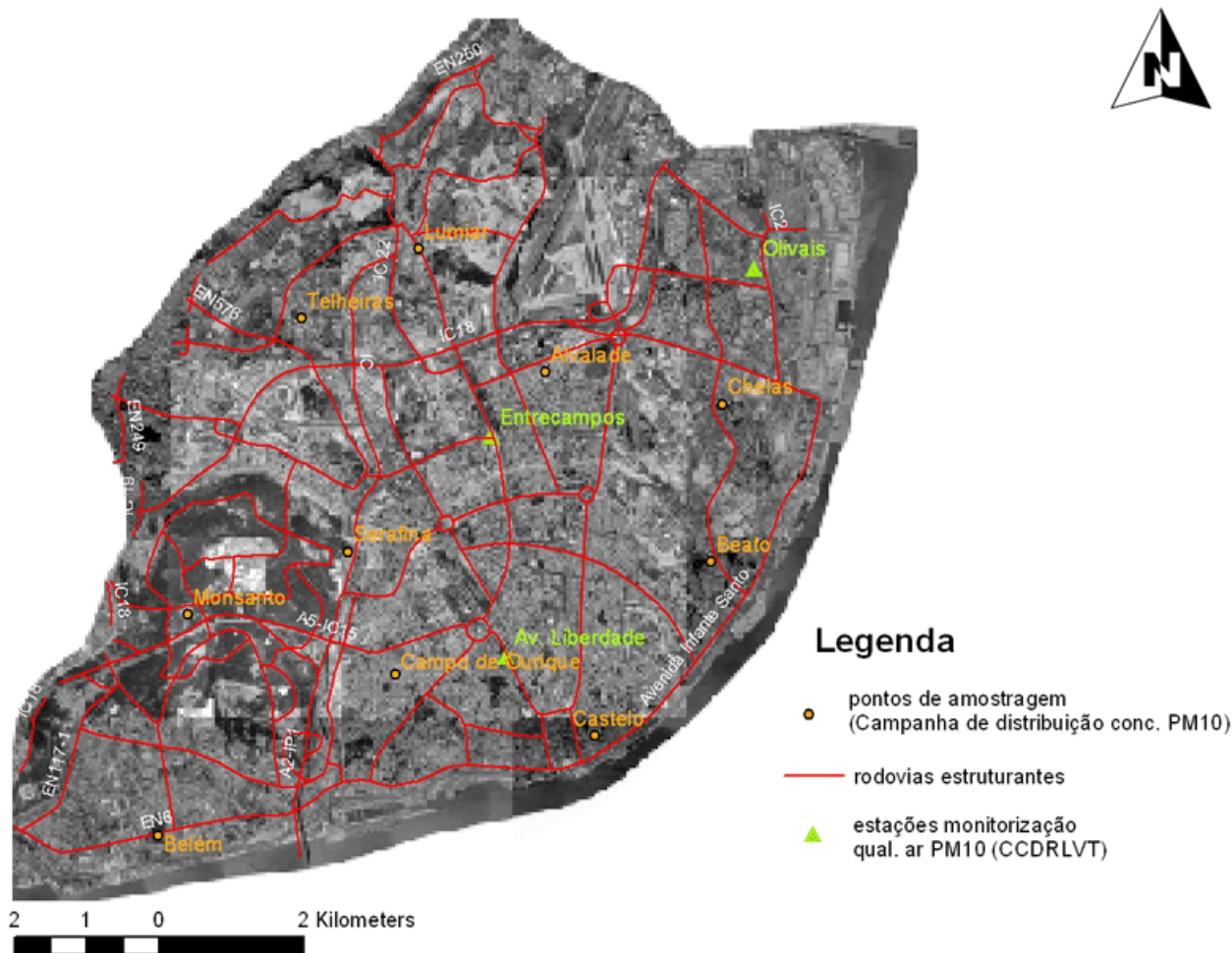


Figura 91: Pontos de amostragem seleccionados para a campanha de medição de PM₁₀

4.4.1 Dióxido de Azoto (NO₂)

Os resultados da campanha realizada no decorrer do Verão de 2001 e do Inverno de 2002 para as concentrações de dióxido de azoto e respectiva distribuição espacial, obtida através da interpolação geoestatística (*kriging*)¹⁸ encontram-se indicados na Figura 92 e Figura 93, respectivamente.

Como esperado, as concentrações médias semanais de NO₂ mais elevadas foram obtidas para o período de Inverno, altura em que se verificam piores condições de dispersão. Verifica-se ainda que, as zonas de maior concentração coincidem com os locais onde o tráfego rodoviário é mais intenso, com destaque particular para a cidade de Lisboa, de Almada e de Cascais, bem como para o centro da cidade de Setúbal. Este resultado é coerente com o inventário de emissões que demonstra que o sector dos transportes rodoviários é a grande emissor de NO_x.

Observando, em particular, os resultados para a Cidade de Lisboa, é possível detectar concentrações mais elevadas no eixo Norte e Central da cidade, bem como na zona Sudoeste.

¹⁸ Para a totalidade das interpolações foi utilizado o *software* ArcGIS, versão 8.3

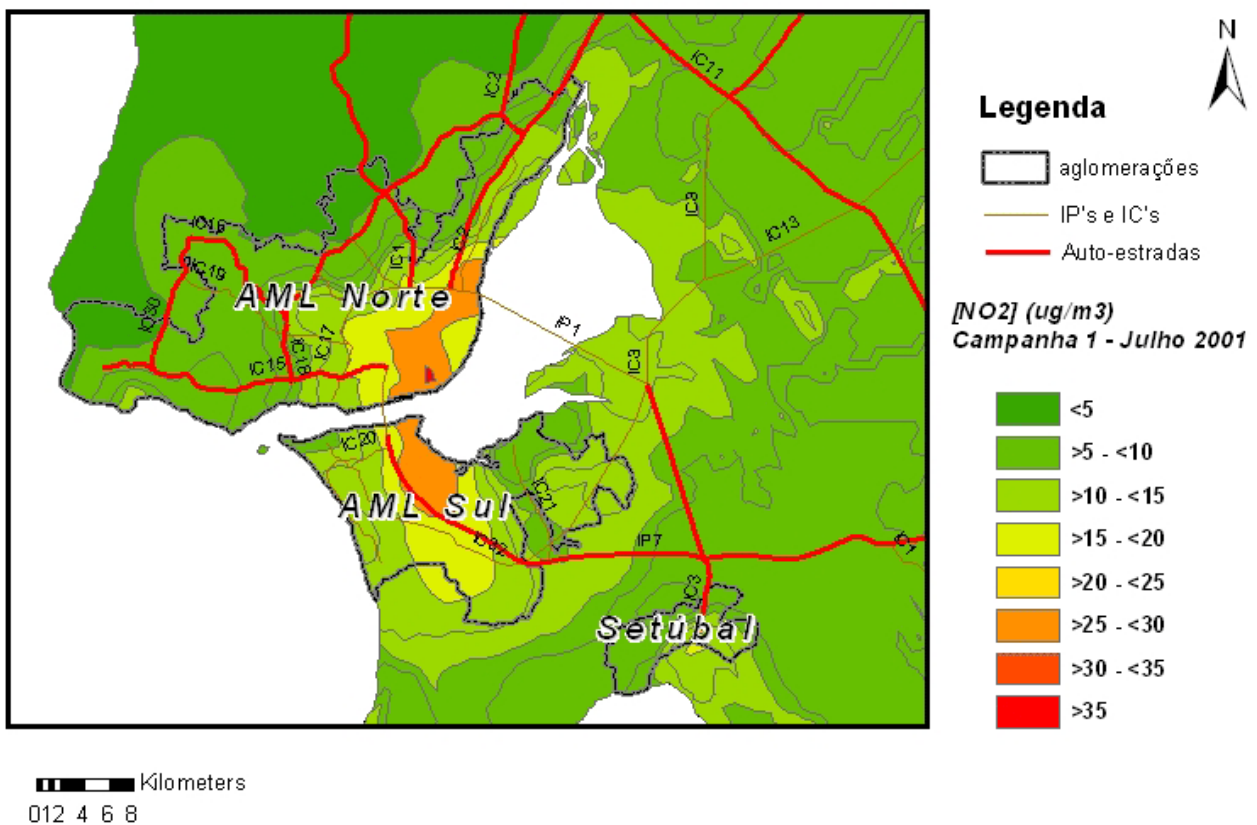
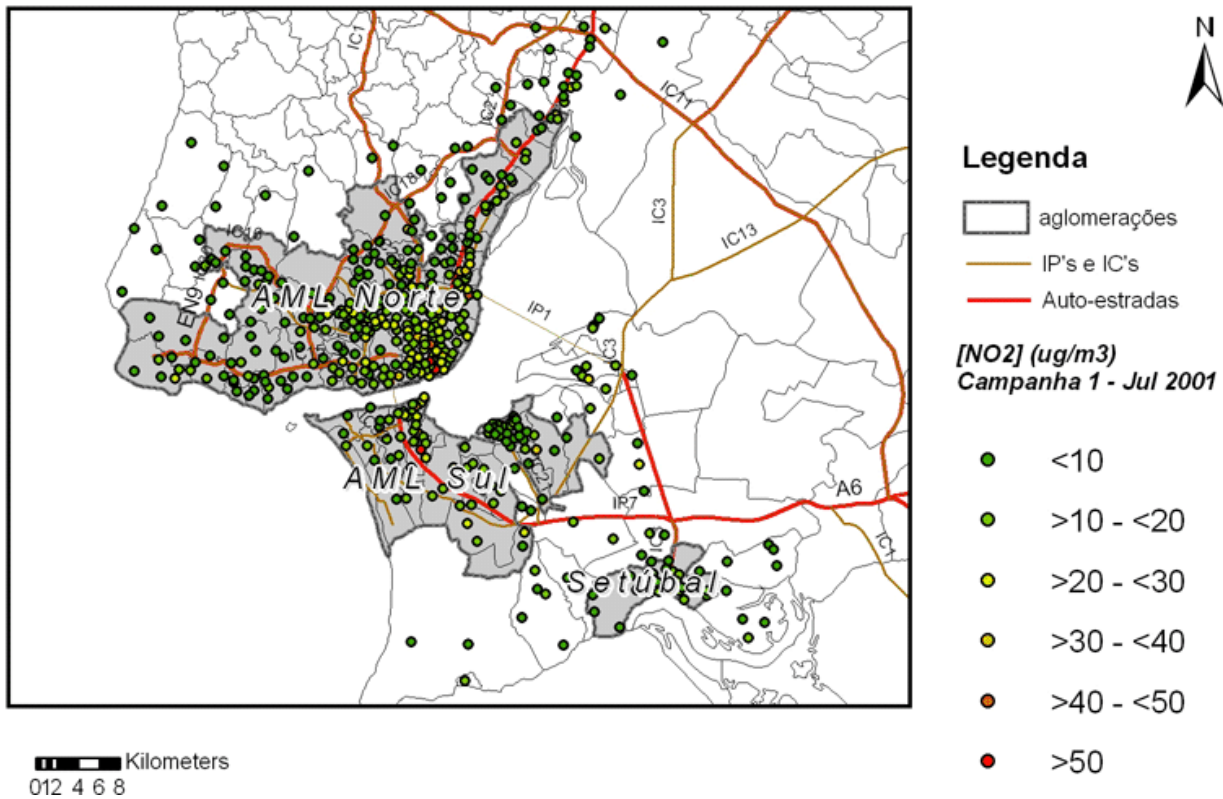
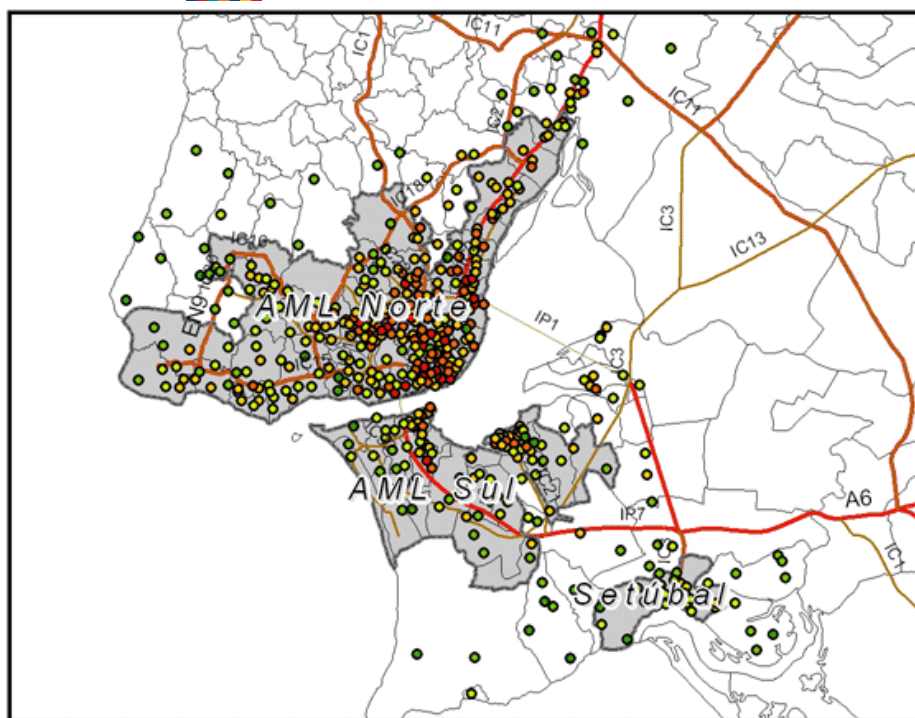


Figura 92: Concentrações médias semanais de dióxido de azoto obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Verão 2001)



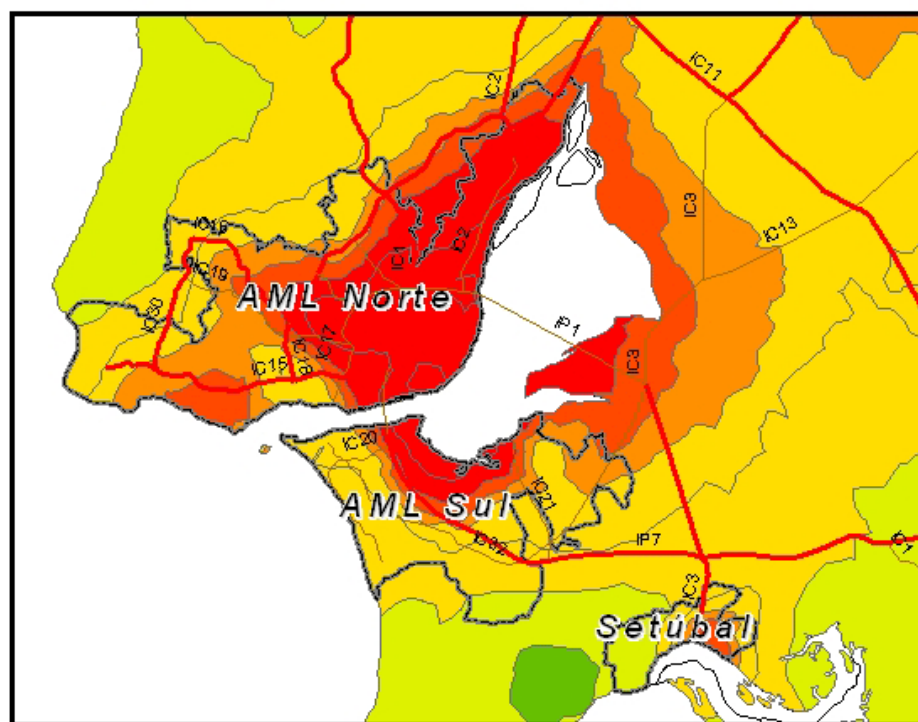
Legenda

- aglomerações
- IP's e IC's
- Auto-estradas

[NO₂] (ug/m³)
Campanha 2 - Jan/Fev 2002

- <10
- >10 - <20
- >20 - <30
- >30 - <40
- >40 - <50
- >50

Kilometers
0 1 2 4 6 8



Legenda

- aglomerações
- IP's e IC's
- Auto-estradas

[NO₂] (ug/m³)
Campanha 2 - Jan/Fev 2002

- <5
- >5 - <10
- >10 - <15
- >15 - <20
- >20 - <25
- >25 - <30
- >30 - <35
- >35

Kilometers
0 1 2 4 6 8

Figura 93: Concentrações médias semanais de dióxido de azoto obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Inverno 2002)



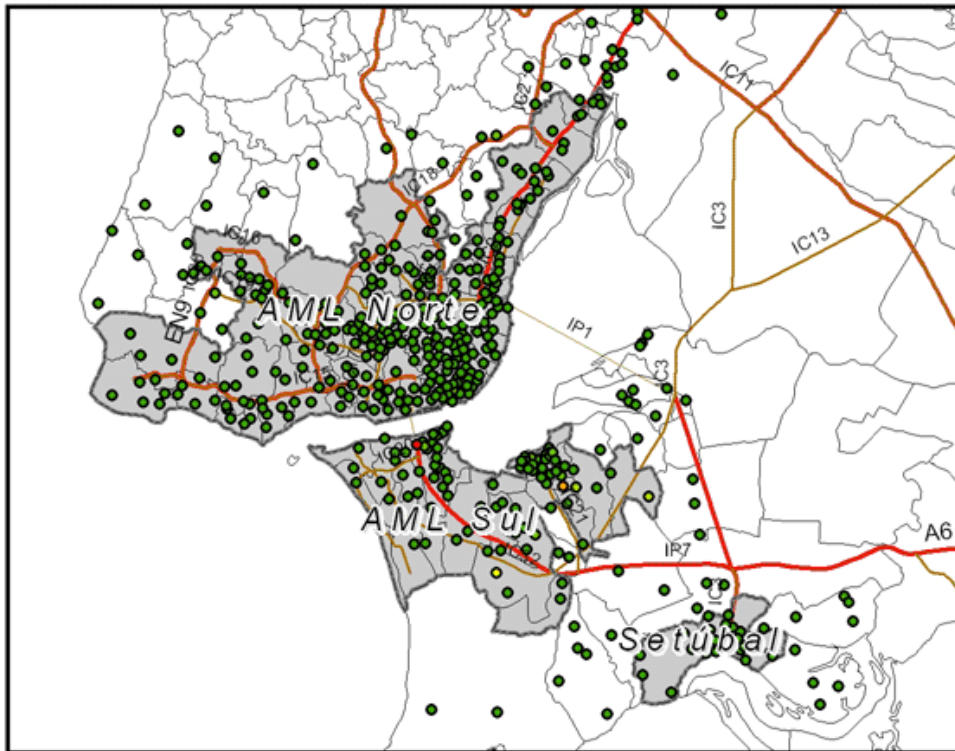
4.4.2 Dióxido de Enxofre (SO₂)

Para as campanhas desenvolvidas durante o Verão de 2001 e Inverno de 2002, os resultados obtidos para as concentrações de dióxido de enxofre e respectiva distribuição espacial, efectuada através da interpolação geoestatística (*kriging*), encontram-se indicados na Figura 94 e Figura 95, respectivamente.

Em termos de comparação sazonal, ao contrário do que foi registado para o NO₂, o SO₂ apresentou concentrações médias mais elevadas durante o período de Verão em localizações próximas de centrais termoeléctricas. Este resultado poderá dever-se ao facto das centrais térmicas terem um funcionamento em cargas mais elevadas durante o Verão, por via do decréscimo da produção de energia eléctrica por via hídrica neste período.

Os máximos de concentração de SO₂ foram obtidos para a zona leste da aglomeração "AML Sul", englobando uma área onde se situa o parque industrial do Barreiro.

O efeito das reduções sucessivas do conteúdo em enxofre dos combustíveis rodoviários e o facto dos combustíveis utilizados pela indústria serem comparativamente muito mais intensivos em termos de enxofre está de acordo com a distribuição observada, já que as zonas de maior intensidade de tráfego não apresentam concentrações comparativamente superiores às restantes.



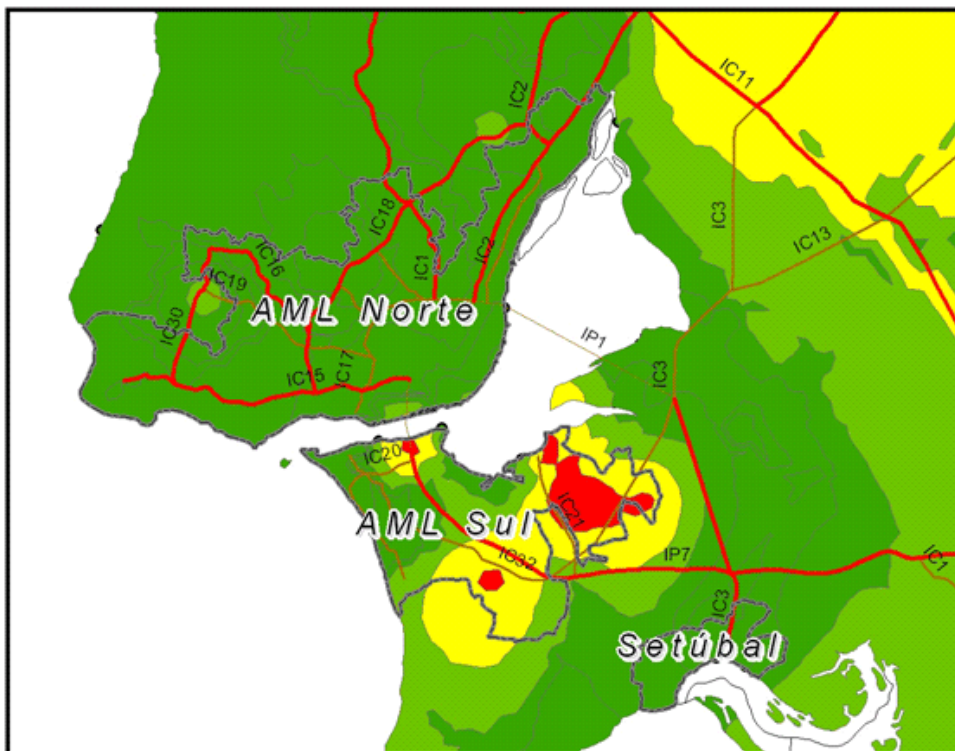
Legenda

- aglomerações
- IP's e IC's
- Auto-estradas

**[SO₂] (ug/m³)
Campanha 1 - Jul 2001**

- <math><10</math>
- >10 - <math><20</math>
- >20 - <math><30</math>
- >30 - <math><40</math>
- >40 - <math><50</math>
- >50 - <math><60</math>
- >60

20 10 0 20 Kilometers



Legenda

- aglomerações
- IP's e IC's
- Auto-estradas

**[SO₂] (ug/m³)
Campanha 1 - Jul 2001**

- <math><4</math>
- >4 - <math><6</math>
- >6 - <math><8</math>
- >8 - <math><10</math>
- >10 - <math><12</math>
- >12 - <math><14</math>
- >14

10 5 0 10 Kilometers

Figura 94: Concentrações médias semanais de dióxido de enxofre obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Verão 2001)

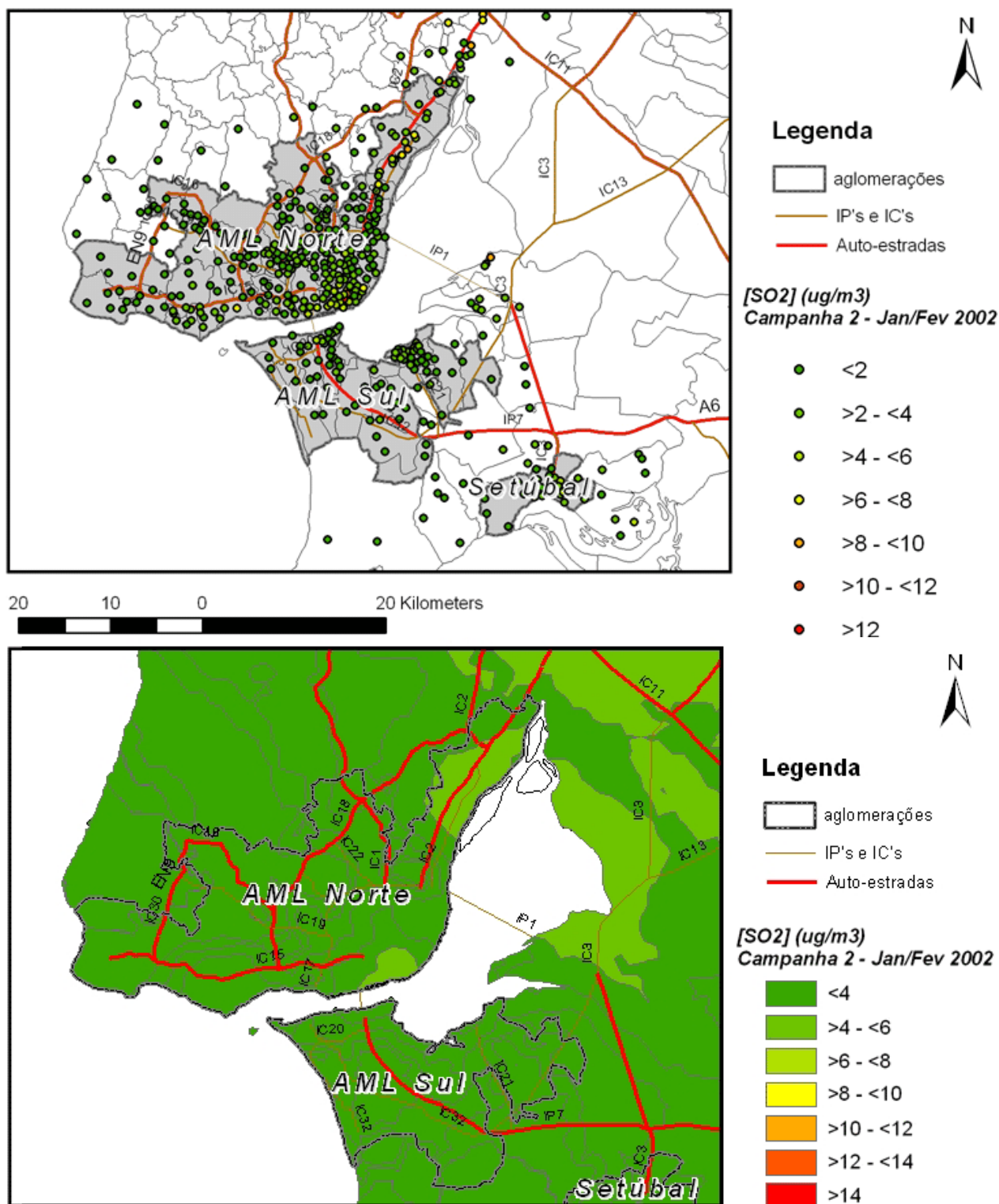


Figura 95: Concentrações médias semanais de dióxido de enxofre obtidas e respectiva distribuição espacial (Campanha de Inverno 2002)

4.4.3 Partículas atmosféricas em suspensão (PM₁₀)

Para as partículas atmosféricas em suspensão, medidas através da sua fracção PM₁₀, o período de medição compreendeu o período que vai de 7 a 10 de Fevereiro de 2004, inclusive. Foi assim possível obter cinco conjuntos de concentrações médias diárias de PM₁₀, bem como uma concentração média que representa a globalidade destes dias (concentração média de cinco dias). A totalidade dos resultados obtidos encontra-se indicada na Tabela 58.

Tabela 58: Concentrações obtidas na campanha de distribuição de concentrações de fundo

Data/Local de amostragem	Concentração média diária PM ₁₀ (µg/m ³)										
	Alvalade	Olivais	Beato	Belém	C.Ourique	Castelo	Chelas	Lumiar	Monsanto	Serafina	Telheiras
07-02-04 <i>sábado</i>	56	94	59	65	81	59	53	88	60	65	84
08-02-04 <i>domingo</i>	59	53	43	48	64	64	44	70	41	56	67
09-02-04 <i>2ª feira</i>	48	54	58	68	117	59	54	88	99	47	71
10-02-04 <i>3ª feira</i>	70	45	51	58	76		83	69	12	54	72
11-02-04 <i>4ª feira</i>	67	60	70	66	75	81	64	81	28	59	78
07-02-04 a 11-02-04*	60	61	56	61	83	66	60	79	48	56	74

*média de todo o período de amostragem

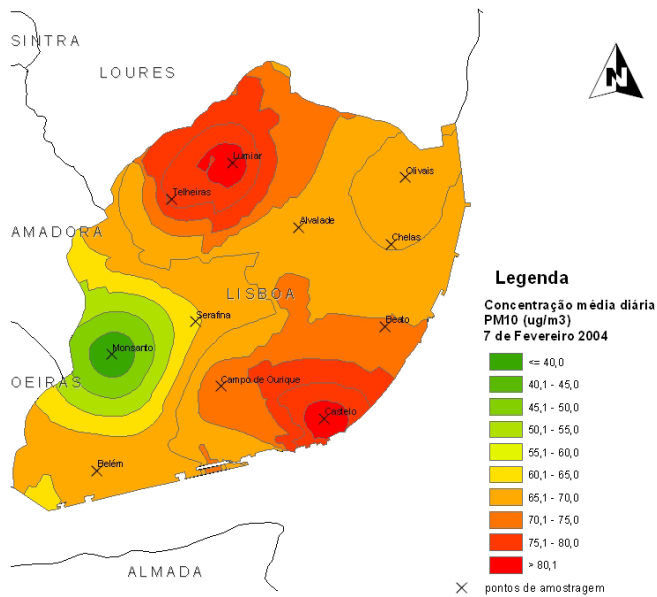
Nota: as concentrações superiores ao Valor-limite diário de 50 µg/m³, estabelecido na legislação (DL 111/2002), estão assinaladas a verde; a fundo sombreado assinalam-se os dias de amostragem de fim-de-semana

No que diz respeito à distribuição destas concentrações para os diferentes períodos diários, bem como para a totalidade do período amostrado, estas apresentam-se na Figura 96.

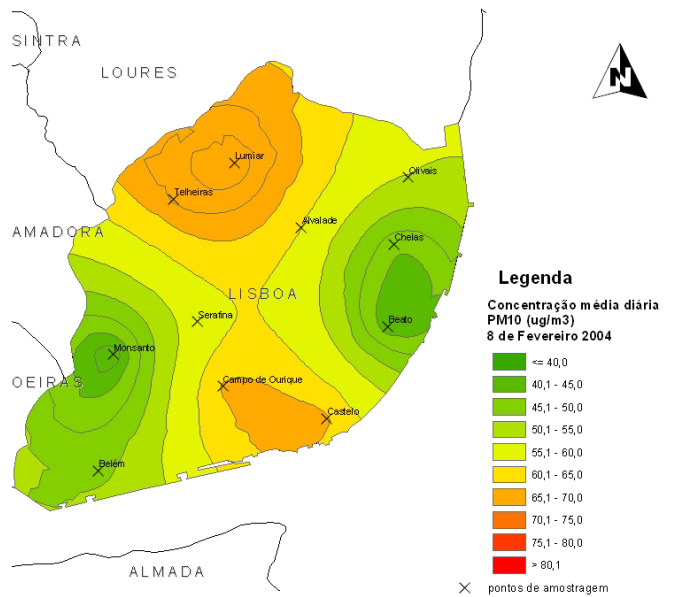
Não obstante a campanha ter sido efectuada utilizando amostragens em localizações predominantemente urbanas de fundo, as concentrações de PM₁₀ medidas foram, comparativamente com a legislação (DL 111/2002), bastante elevadas.

Provavelmente, o efeito mais determinante para os níveis verificados deve-se a intrusões de massas de ar, provenientes do norte de África, com elevados níveis de partículas. Como se pode concluir na avaliação e identificação deste tipo de eventos, (Capítulo 4.2, pág. 108) durante os dias 7, 8 e 9 de Fevereiro a intrusão de massas de ar provenientes do norte de África fez-se sentir influenciando as concentrações de PM₁₀ no ar ambiente.

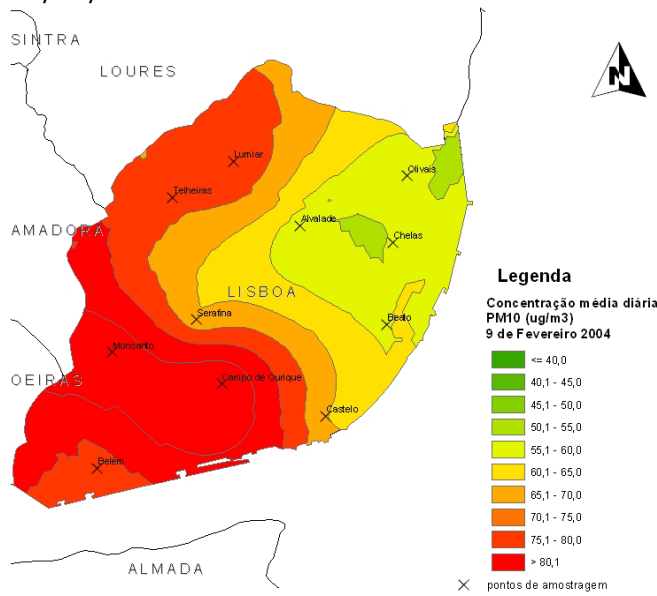
Apesar disso, a distribuição de concentrações urbanas de fundo de PM₁₀ em Lisboa parece indicar um eixo central da cidade, definido a norte pelas freguesias do Lumiar e a sul pelas freguesias do Castelo e de Campo de Ourique, onde as concentrações relativas são mais elevadas. Estes maiores níveis de PM₁₀ parecem estar relacionados com a maior concentração de tráfego rodoviário ao longo deste eixo, sendo concordantes com os resultados obtidos para o benzeno (C₆H₆), que se apresentam de seguida, e para o dióxido de azoto (NO₂) também poluentes indicadores do tráfego rodoviário. Por outro lado a menor altitude desse eixo central poderá igualmente contribuir para as maiores concentrações registadas (Figura 97).



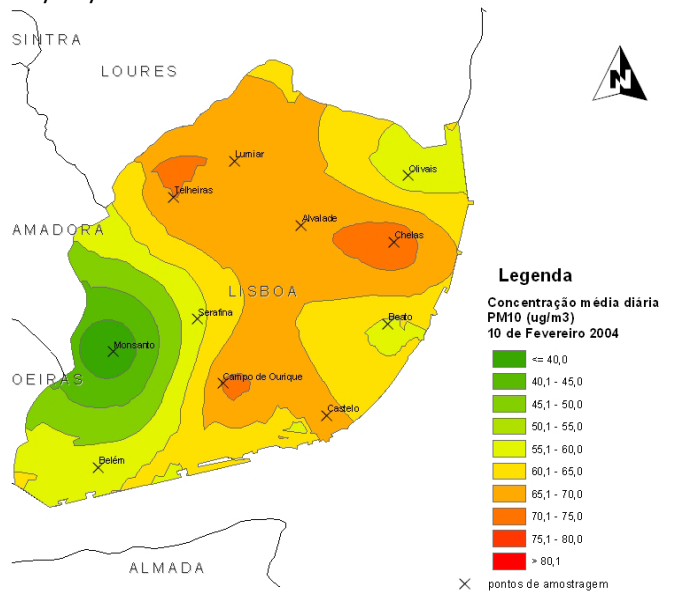
07/02/2004



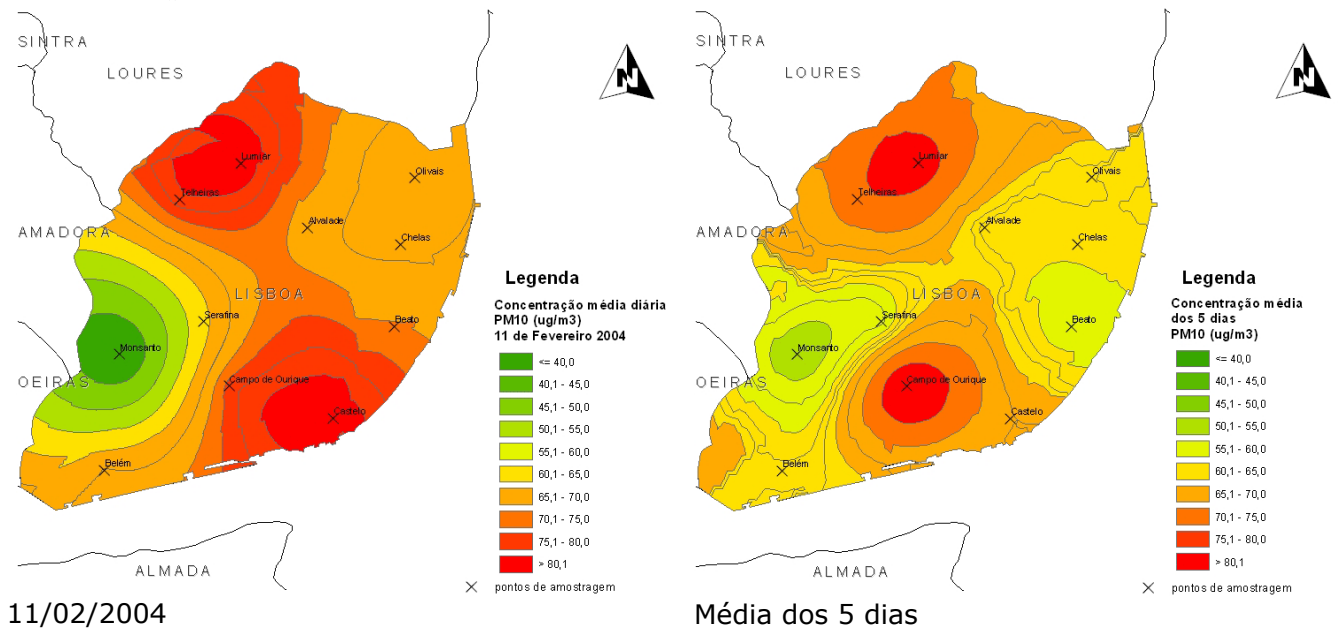
08/02/2004



09/02/2004



10/02/2004



11/02/2004
Figura 96: Distribuição espacial das concentrações médias diárias e concentração média de todo o período de amostragem de PM₁₀ obtidas

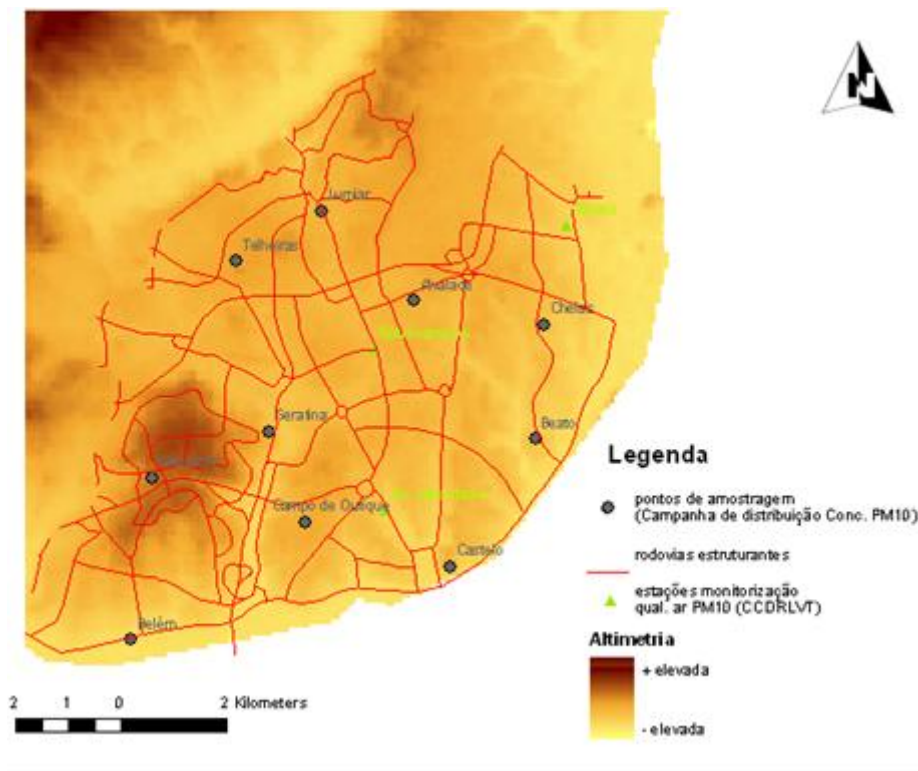


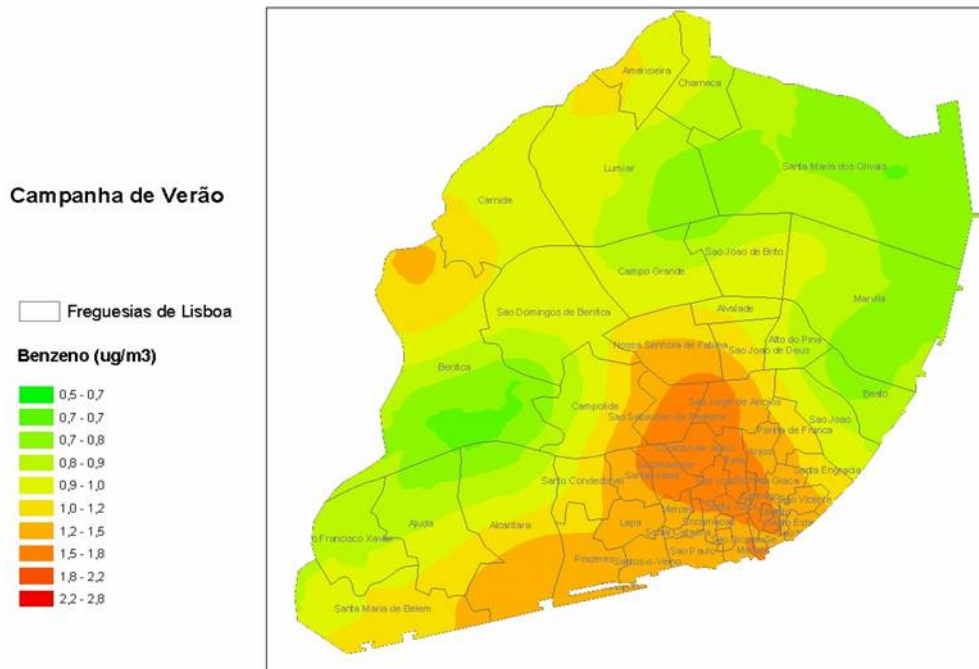
Figura 97: Altimetrias e rodovias estruturantes da cidade de Lisboa

4.4.4 Benzeno (C₆H₆)

A distribuição espacial das concentrações médias de benzeno, relativas às campanhas de Inverno e Verão de 2002, obtidas recorrendo a *kriging*, encontram-se indicados na Figura 98.

Relativamente às concentrações médias semanais de benzeno obtidas verificou-se que as concentrações no Inverno são mais elevadas do que no Verão e que ocorrem no eixo Norte e Central da cidade, bem como na zona Sudoeste. Esta distribuição parece estar de acordo com a distribuição de concentrações observada para as partículas atmosféricas em suspensão, medidas como PM_{10} (Figura 96). A distribuição dos níveis de tráfego na cidade de Lisboa parece assumir um papel preponderante na distribuição observada, sendo um exemplo paradigmático as concentrações mais elevadas na zona Sudoeste da cidade, as quais deverão estar relacionadas com uma das entradas na cidade com maior tráfego médio diário: a Ponte 25 de Abril.

Outro aspecto importante que poderá também contribuir para os níveis registados está relacionado com a maior altitude de algumas áreas. Por exemplo, a área de Monsanto onde foi registada a concentração mais baixa é uma zona mais elevada quando comparada com a sua envolvente (Figura 97), para além de ser uma área com menor intensidade de tráfego.



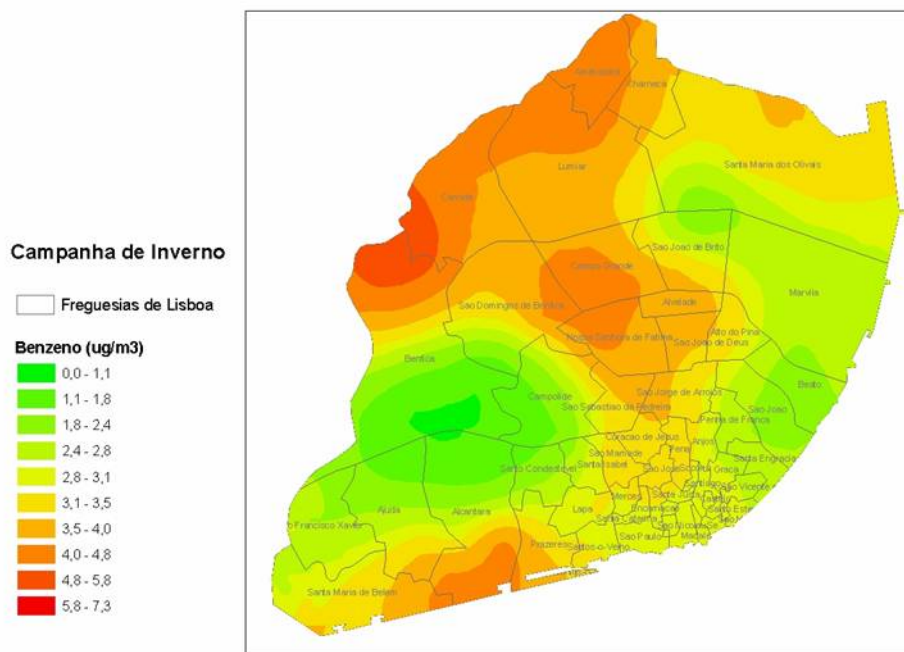


Figura 98: Distribuição espacial das concentrações médias semanais de benzeno obtidas nas campanhas de Inverno e Verão de 2002

4.5 Avaliação pontual de áreas não cobertas pela rede de monitorização

4.5.1 Metodologia

Uma vez identificados os locais onde se verificaram ultrapassagens ao VL+MT, e os poluentes para os quais foram identificadas excedências (PM_{10} e NO_2), complementou-se a análise dos dados provenientes da rede de monitorização através da realização de 25 campanhas de amostragem, recorrendo a monitorização contínua dos níveis de dióxido de azoto e partículas inaláveis. Para estas campanhas foi utilizada uma estação móvel de qualidade do ar, o SNIF Air Lab[®] (Figura 99).



Figura 99: Aspecto da estação móvel de qualidade do ar

Uma vez que os locais que se identificaram como sendo claramente mais problemáticos em termos de elevadas concentrações poluentes correspondem essencialmente a estações sob a influência de elevados níveis de tráfego rodoviário (nomeadamente as estações da Avenida da Liberdade, Entrecampos e Cascais), procurou-se monitorizar outros *hotspots* (locais com elevados níveis de tráfego rodoviário) não cobertos pela rede. Procurou-se também efectuar campanhas em alguns locais de fundo, quer em zonas não servidas por uma estação de monitorização da qualidade do ar, quer em zonas já servidas por uma estação de tráfego. A localização dos diversos locais de campanha está indicada na Figura 100.

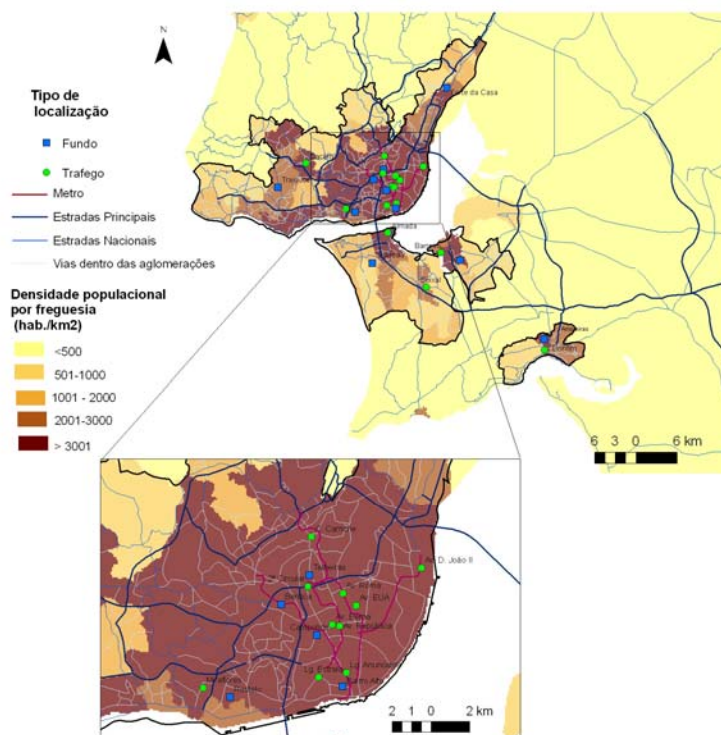


Figura 100: Localização e classificação dos diversos locais de campanha

Cada uma destas campanhas teve a duração de uma semana, estando a sua calendarização indicada na Tabela 59. No Anexo V encontra-se informação pormenorizada acerca de cada local de amostragem.

Os valores de PM_{10} e NO_2 de cada campanha foram posteriormente comparados com as concentrações medidas numa estação urbana de fundo (Olivais), numa estação rural de fundo (Chamusca), e numa estação de tráfego (Avenida da Liberdade, o pior caso em termos de concentrações de PM_{10} e NO_2). Comparou-se também os resultados de cada campanha com a estação mais próxima de cada local, independentemente da sua tipologia.

Na comparação com as estações de referência, deu-se especial importância à estação de qualidade do ar dos Olivais, uma vez que nesta estação ocorreu, durante o ano de 2004, um número de excedências diárias ao valor-limite acrescido da margem de tolerância para PM_{10} acima das 35 permitidas. Por outro lado, o valor-limite anual de NO_2 (sem margem de tolerância) também foi ultrapassado nesta estação.



Deste modo, considerou-se como critério base que, se as concentrações de PM_{10} e/ou NO_2 registadas num determinado local de campanha fossem superiores aos valores registados durante o mesmo período na estação dos Olivais, então haverá uma probabilidade relativamente elevada de o local em questão ser uma zona problemática em termos de qualidade do ar.



Tabela 59: Calendarização das campanhas de monitorização

Aglomerção	Semana	Nov-04				Dez-04				Jan-05				Fev-05				Mar-05				Abr-05				Mai-05			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
AML Norte	Av. Berna	■																											
	Campolide		■																										
	Lg. Anunciada			■																									
	Lg. Estrela				■																								
	Av. Roma					■																							
	Telheiras						■																						
	Benfica							■																					
	Restelo								■																				
	Av. D. João II									■																			
	Miraflores										■																		
	Trajouce											■																	
	Cacém												■																
	Av. República													■															
	Forte da Casa														■														
	Calçada de Carriche															■													
	Bairro Alto																■												
	Av. EUA																	■											
	2ª Circular																											■	
AML Sul	Almada																		■										
	Sobreda																			■									
	Barreiro																				■								
	Moita																					■							
	Seixal																							■					
Setúbal	Bonfim																								■				
	Amoreiras																									■			

4.5.2 Resultados

Algumas das campanhas revelaram-se inconclusivas, na medida em que não foi possível obter dados válidos suficientes durante o período de campanha. Deste modo, apresentam-se apenas os resultados para as campanhas que possuam pelo menos cinco dias de dados válidos para as PM_{10} ou para o NO_2 .

O facto de as campanhas terem a duração de apenas uma semana torna difícil a obtenção de conclusões com uma maior robustez, dada a enorme variabilidade das condições meteorológicas e de dispersão, ao longo de um ano. Daí que os resultados obtidos sejam meramente indicativos.

4.5.2.1 PM_{10}

A análise dos resultados das campanhas de medição de PM_{10} (Tabela 60) permite concluir que situações de concentrações elevadas de partículas não existem apenas em locais sujeitos a níveis de tráfego intenso.

Todos os locais de tráfego onde se realizaram campanhas apresentam valores de PM_{10} bastante elevados e, em alguns casos, estes valores situaram-se mesmo acima dos valores registados na estação da Avenida da Liberdade (em particular as campanhas realizadas na Calçada de Carriche - Lisboa e no Bonfim - Setúbal). Contudo, também se verificou a existência de problemas na maioria dos locais de fundo, com a excepção de Trajouce, o único local de campanha onde as concentrações de PM_{10} foram inferiores aos valores registados na estação dos Olivais. Na campanha realizada na Sobreda detectaram-se valores muito elevados de partículas, que poderão dever-se a um episódio de intrusão, nomeadamente porque também se registaram valores idênticos nas estações de comparação, inclusive na estação da Chamusca.

Tabela 60: Comparação entre os locais de campanha e as estações de referência, para os valores de PM₁₀

Local	Concelho	Aglomeracão	Tipo de local	Avl	Oli	Cha	Estacão mais próxima	Aval. global
Largo da Anunciada	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↑	↑	↑	n.u.	
Largo da Estrela	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	n.d.	n.u.	
Avenida de Roma	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	n.d.	↓ (ent)	
Telheiras	Lisboa	AML Norte	Fundo	↓	↑	↑	↓ (ent)	
Parque das Nações	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	↑ (ent)	
Trajouce	Cascais	AML Norte	Fundo	↓	↓	↑	↓ (cas)	
Avenida da República	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	↓ (ent)	
Forte da Casa	Vila Franca de Xira	AML Norte	Fundo	↓	↑	↑	↑ (lou)	
Calçada de Carriche	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↑	↑	↑	↑ (ent)	
Bairro Alto	Lisboa	AML Norte	Fundo	↓	↑	↑	n.u.	
Avenida EUA	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	↓ (ent)	
Almada	Almada	AML Sul	Tráfego	↓	↑	↑	↑ (lar)	
Sobreda	Almada	AML Sul	Fundo	↓	↑	↓	↑ (lar)	
Seixal	Seixal	AML Sul	Tráfego	↓	↑	↑	↑ (lar)	
Bonfim	Setúbal	Setúbal	Tráfego	↑	↑	↑	↑ (que)	
Amoreiras	Setúbal	Setúbal	Fundo	↓	↑	↑	↓ (cam)	

Legenda: n.u – não utilizada: não se utilizou estacão mais próxima para comparacão, uma vez que esta é precisamente a Av. Liberdade; n.d – não disponível: não se utilizou estacão da Chamusca para comparacão, devido à falta de dados para este período; código de cores: [a verde](#) sem problemas, [a vermelho](#) com problemas

4.5.2.2 NO₂

Em relacão ao NO₂, a situacão é um pouco menos negativa, como se pode verificar pela Tabela 61. Praticamente não foram identificados problemas nas campanhas realizadas em locais de fundo, com a excepcão de Telheiras, o que poderá ser explicado pelo facto de o local, apesar de ser uma zona essencialmente residencial, estar relativamente próximo da Avenida Padre Cruz, sofrendo alguma influênciã do tráfego rodoviário que aí circula diariamente.

No caso das campanhas em locais de tráfego, o número de locais com problemas aumenta, destacando-se a Avenida de Roma e a Avenida da República, com valores muito elevados de NO₂.

Tabela 61: Comparação entre os locais de campanha e as estações de referência, para os valores de NO₂

Local	Concelho	Aglomeracão	Tipo de local	Avl	Oli	Cha	Estação mais próxima	Aval. global
Avenida de Berna	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↓	↑	↓ (ent)	
Campolide	Lisboa	AML Norte	Fundo	↓	↓	↑	↓ (ent)	
Largo da Anunciada	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	n.u.	
Largo da Estrela	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	n.u.	
Avenida de Roma	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	↑ (ent)	
Telheiras	Lisboa	AML Norte	Fundo	↓	↑	↑	↓ (ent)	
Restelo	Lisboa	AML Norte	Fundo	↓	↓	↑	↓ (res)	
Parque das Nações	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	↓ (ent)	
Miraflores	Oeiras	AML Norte	Tráfego	↓	↓	↑	↑ (res)	
Trajouce	Cascais	AML Norte	Fundo	↓	↓	↑	↓ (marq)	
Cacém	Sintra	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	↑ (mem)	
Avenida da República	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↑	↑	↑	↑ (ent)	
Forte da Casa	Vila Franca de Xira	AML Norte	Fundo	↓	↓	↑	↓ (lou)	
Avenida dos EUA	Lisboa	AML Norte	Tráfego	↓	↑	↑	↓ (ent)	
Almada	Almada	AML Sul	Tráfego	↓	↓	↑	↑ (lar)	
Sobreda	Almada	AML Sul	Fundo	↓	↓	↑	↓ (lar)	
Barreiro	Barreiro	AML Sul	Tráfego	↓	↓	↑	↓ (hve)	
Moita	Moita	AML Sul	Fundo	↓	↓	↑	↓ (escii)	
Seixal	Seixal	AML Sul	Tráfego	↓	↓	↑	↑ (pp)	
Bonfim	Setúbal	Setúbal	Tráfego	↓	↑	↑	↑ (que)	
Amoreiras	Setúbal	Setúbal	Fundo	↓	↓	↑	↓ (cam)	

Legenda: n.u – não utilizada: não se utilizou estação mais próxima para comparação, uma vez que esta é precisamente a Av. Liberdade; código de cores: **a verde** sem problemas, **a vermelho** com problemas

No Anexo VI, apresentam-se os gráficos com a variação das concentrações horárias e diárias de PM₁₀ e NO₂, para cada um dos locais de campanha.

4.6 Identificação e quantificação de fontes de aerossóis

A identificação e quantificação de fontes poluentes através da aplicação de modelos no receptor a amostras de aerossol tem sido usada com alguma frequência na Europa, especialmente o conjunto de metodologias que não requerem uma caracterização química prévia de fontes de emissão (exs.: Harrison *et al.*, 1997; Pio *et al.*, 1998; Marcazzan *et al.*, 2001; González, 2002; Almeida, 2004). Os modelos no receptor incluem uma vasta gama de métodos de análise multi-variada que recorre a medições da qualidade do ar ambiente para inferir os tipos de fontes, suas localizações e contributos para as concentrações medidas de poluentes atmosféricos (Watson e Chow, 2004).



Devem também ser tidas em consideração as limitações inerentes à utilização deste tipo de modelos: as fontes são identificadas com base nas correlações existentes entre as variações dos diferentes constituintes. Desta forma, se alguma fonte apresentar uma contribuição constante ao longo do período de amostragem, esta não será detectada independentemente da sua importância relativa (contribuição). Todavia, este caso dificilmente acontecerá quando se considera um período de análise temporal relativamente longo. Outra limitação importante está relacionada com a influência potencial de outros factores que podem induzir variações correlacionadas entre constituintes das partículas que não são originados pela mesma fonte poluente (por exemplo emissões de partículas de duas fontes distintas localizadas na mesma direcção relativamente ao ponto receptor - ponto de amostragem -, as quais são simultaneamente transportadas pela mesma direcção de vento).

Neste trabalho foram utilizados complementarmente dois modelos multivariável, nomeadamente Regressão Linear Múltipla (RLM), a qual foi aplicada aos factores extraídos previamente por uma Análise em Componentes Principais (ACP) efectuada sobre o conjunto de determinações analíticas efectuadas às amostras de aerossol recolhidas. Deste modo, a identificação de fontes foi efectuada recorrendo a uma ACP, à semelhança de outros trabalhos já publicados (por exemplo Thurston e Spengler, 1985; Pio *et al.*, 1996; González, 2002; Almeida, 2004); enquanto a quantificação da contribuição destas foi conseguida através da aplicação da RLM, na qual a concentração total de PM₁₀ (ou de um elemento químico particular) é utilizada como variável dependente e os factores extraídos da ACP são utilizados como traçadores das fontes identificadas e, portanto, são usados como variáveis independentes. Este método foi igualmente já aplicado e testado em múltiplos trabalhos bibliográficos de excelência (exs.: Thurston e Spengler, 1985; González, 2002; Almeida, 2004).

Os modelos multivariável foram aplicados a um conjunto de amostras de aerossol analisadas pelo Laboratório de Referência do Instituto do Ambiente, no decorrer do ano de 2003, sendo este procedimento descrito com algum detalhe no ponto seguinte.

4.6.1 Conjunto de amostras analisado

4.6.1.1 Método de amostragem e medição de PM₁₀

O aerossol recolhido em Alfragide pelo Laboratório de Referência do Instituto do Ambiente foi amostrado e determinada a fracção PM₁₀ utilizando o método de referência. Os filtros utilizados foram filtros de quartzo Schleicher & Schuell®, rectangulares de 20.3 x 25.4 cm² de área superficial. O amostrador utilizado foi um Amostrador de Alto Volume, Andersen® HiVol PM₁₀ Sampler 1200 (Figura 101), o qual cumpre as disposições geométricas dispostas na norma EN 12.341 (caudal de 68 m³/h). O período de amostragem decorreu de Janeiro a Outubro de 2003, em concreto de 15/01/2003 a 01/10/2003, tendo sido recolhidas de forma pontual um total de 31 amostras. A Tabela 62 resume estes detalhes caracterizadores da amostragem.

Tabela 62: Alguns aspectos da campanha de caracterização química de PM₁₀

Duração da campanha	Entre 15/Jan/2003 e 01/Out/2003
Período de integração de cada medição	24 h
Número de amostras recolhido	31
EQUIPAMENTO UTILIZADO	
Método	Gravimétrico (Amostrador de Alto Volume de referência, norma EN 12341)
Material filtrante	Filtros de quartzo Schleicher & Schuell [®] , rectangulares de 20,3 por 25.4 cm
Marca	Andersen [®]
Modelo	HiVol PM ₁₀ Sampler 1200



Figura 101: Amostrador de Alto Volume Andersen[®] com cabeça de amostragem PM₁₀ utilizado na campanha

A localização geográfica da estação de monitorização da qualidade do ar de Alfragide, onde foram recolhidas as amostras, é apresentada na Figura 102.

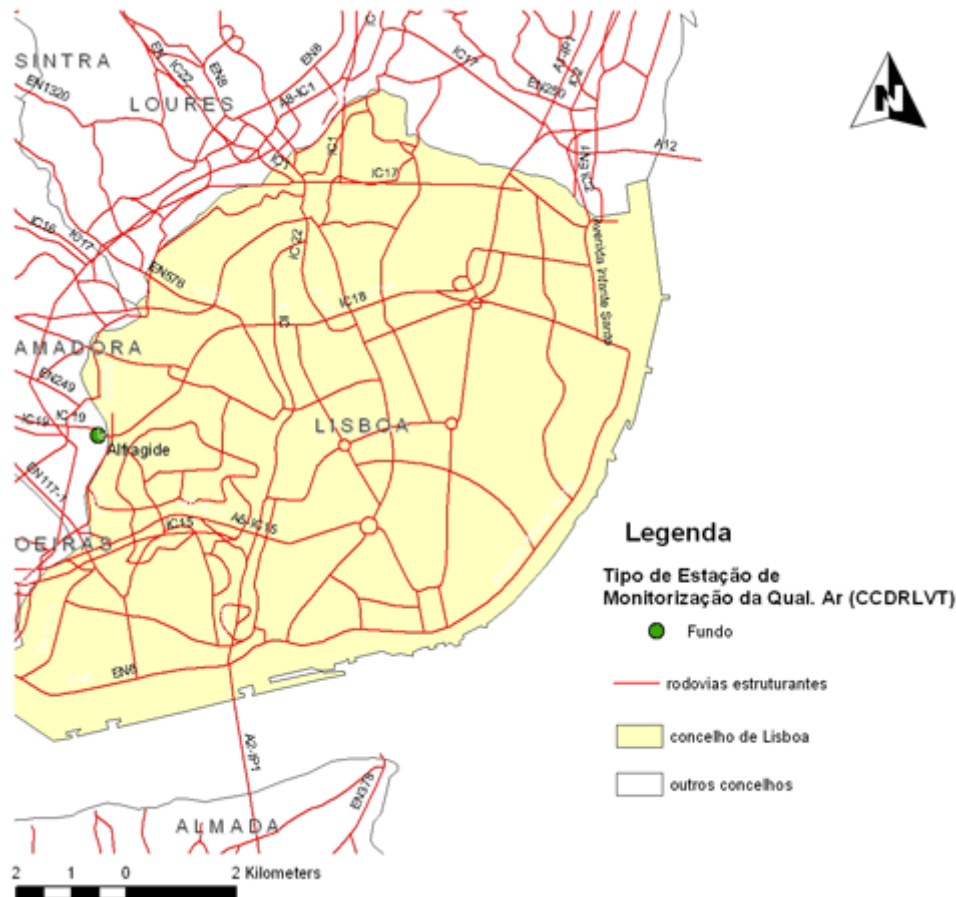


Figura 102: Localização geográfica da estação de monitorização de qualidade do ar de Alfragide

A estação de monitorização da qualidade do ar de Alfragide é classificada como sendo urbana de fundo, segundo a aplicação dos critérios EUROAIRNET (Larsen *et al.*, 1999). Todavia, pode constatar-se da observação da figura anterior, a relativa proximidade de rodovias de tráfego intenso, com especial destaque para: o Itinerário Complementar 19 (IC19), que liga Sintra a Lisboa; e para o Itinerário Complementar 17, também conhecido por CRIL (Circular Regional Interior de Lisboa), via que tal como o nome indica tem por objectivo ser uma via radial à cidade. Desta forma, apesar de não apresentar um perfil de concentrações típico de uma estação de tráfego não deixa de sofrer uma influência importante do tráfego que circula na proximidade da estação (Monjardino *et al.*, 2004).

4.6.1.2 Análises Químicas

Após a obtenção das concentrações mássicas de PM_{10} , uma metade de cada filtro e igual quantidade de filtros brancos foram digeridas com ácido. O método de digestão baseia-se no método desenvolvido por Quérol *et al.* (1996), e consiste sinteticamente em:

1. uma fracção do filtro é introduzido num recipiente de digestão de PTFE (*Teflon*), sendo adicionados 2.5 mL de ácido nítrico (HNO_3) e 4 mL de ácido fluorídrico (HF);
2. o recipiente fechado é aquecido durante a noite a uma temperatura de 90°C;
3. após o arrefecimento do recipiente, este é aberto sendo adicionados 2.5 mL de ácido perclórico ($HClO_4$);



4. a digestão ácida resultante é secada numa placa de aquecimento a 250°C;
5. o resíduo resultante é dissolvido com 2.5 mL de HNO₃ e é transferido para um balão volumétrico, no qual água bidestilada é adicionada, por forma a que se obtenha um volume de 50 mL.

A fracção solúvel existente num quarto (1/4) de cada filtro é extraída com água destilada a 80°C, por forma a que se possam analisar os iões solúveis. O último quarto (1/4) de cada filtro foi encaminhado para a determinação do Carbono, Orgânico e Elemental (ou Negro). Esta determinação foi efectuada num analisador de Carbono Sunset Laboratory®, modelo 3, existente no Laboratório de Referência do IA, pelo Núcleo Operacional da Qualidade do Ar e do Ruído deste instituto.

As soluções ácidas resultantes do processo de digestão dos filtros foram analisadas por diferentes métodos analíticos pelo Núcleo Operacional da Química Inorgânica do IA, nomeadamente:

1. Espectrofotometria de emissão atómica com acoplamento indutivo de plasma (ICP-AES) para elementos como Al, Fe, Mg e Ca;
2. Espectrofotometria de absorção atómica com atomização electrotérmica (ETAW-AAS) para elementos vestigiais como Pb, Cd ou Ni;
3. Espectroscopia de absorção atómica com geração de hidretos (HG-AAS) para As;
4. Espectroscopia de absorção atómica com chama para K e Na (AAS);
5. Espectrofotometria de fluxo segmentado (nitroprussiato) para o azoto amoniacal;
6. Electroforese capilar para alguns dos iões solúveis (por exemplo Cl⁻ e SO₄²⁻);
7. Espectrofotometria de fluxo segmentado (cádmio) para NO₃⁻.

Das amostras de aerossol foram, desta forma, determinados os seguintes elementos:

1. Fe (Ferro);
2. Mg (Magnésio);
3. Ca (Cálcio);
4. As (Arsénio);
5. Cd (Cádmio);
6. Pb (Chumbo);
7. Ni (Níquel);
8. K (Potássio);
9. Al (Alumínio);
10. Na (Sódio);
11. NO₃⁻ (Nitrato);
12. SO₄²⁻ (Sulfato);
13. NH₄⁺ (Amónia);
14. Cl⁻ (Cloretos);
15. Carbonatos;
16. CO (Carbono Orgânico);
17. CE (Carbono elemental ou Carbono negro).

4.6.2 Metodologia para identificação e quantificação de fontes de aerossol

4.6.2.1 Identificação de Fontes de PM_{10}

A identificação de fontes foi efectuada com recurso a uma Análise em Componentes Principais (ACP). Esta análise é uma das técnicas estatísticas mais usuais do que se convencionou chamar análise multivariável. As técnicas de análise multivariável são úteis para descobrir regularidades no comportamento de duas ou mais variáveis e para testar modelos alternativos de associação entre elas, incluindo a determinação de quando e como dois ou mais grupos diferem.

A base da ACP assenta na relação entre as variáveis, de forma a que possam ser descritas convenientemente por outro grupo de variáveis chamados factores (em menor número do que o número de variáveis originais, o que facilita a interpretação dos dados). Cada factor (ou componente principal) corresponde a uma variável não observada, que apenas possui realidade pelo facto de explicar a variância das variáveis observadas, neste caso as concentrações dos diferentes elementos analisados nas amostras de aerossol. Neste contexto, os coeficientes de ponderação (associação específica entre factores e variáveis originais) obtidas são reduções de dados muito mais complexos para uma dimensão manuseável pelo utilizador, potenciando a optimização da interpretação de resultados.

Assim sendo, a ACP baseia-se na variabilidade dos constituintes do aerossol registada no local onde estes foram amostrados (no receptor). Esta técnica procura normalizar as variáveis seguintes:

$$Z_{ij} = \frac{C_{ij} - \overline{C}_i}{\sigma_{C_i}}$$

onde:

$$\overline{C}_i = \frac{\sum_{j=1}^N C_{ij}}{N}$$
$$\sigma_{C_i} = \sqrt{\overline{C_i^2} - \overline{C}_i^2}$$

e em que:

\overline{C}_i é o desvio médio do constituinte C_i nas N amostras

σ_{C_i} é o desvio padrão do constituinte C_i nas N amostras

As concentrações normalizadas Z_{ij} são variáveis adimensionais com uma média igual a zero e um desvio padrão igual a um. A necessidade de normalização das variáveis originais deriva do facto das variáveis normalizadas já não sofrerem das influências resultantes da utilização de diferentes escalas de valores e das várias gamas de concentrações dos constituintes das partículas. Caso se utilizassem as variáveis originais, a ACP basear-se-ia na magnitude dos diferentes constituintes das partículas e não na sua variabilidade (o que faria com que os constituintes

presentes em maiores concentrações exercessem maior influência sobre a ACP do que os que existem em concentrações menores).

Existe ainda outro aspecto que deverá ser considerado quando a normalização é aplicada: os constituintes do aerossol que apresentem para a maioria das amostras concentrações próximas do limite de detecção não deverão ser introduzidos na ACP. Para estes componentes vestigiais, a magnitude da variação das suas concentrações no ar ambiente poderá ser muito próxima da magnitude dos erros analíticos, os quais podem ser amplificados pelo processo de normalização das variáveis (constituintes do aerossol).

A normalização introduz novas variáveis, nomeadamente:

$$f_{pj} = \frac{S_{pj} - \overline{S_p}}{\sigma_{S_{p_i}}}$$

em que:

$$j = 1, \dots, N$$

e

$$z_{ij} = \sum_{k=1}^m \alpha_{ik} \cdot f_{kj}$$

em que:

$$i = 1, \dots, n$$

e onde:

f_{pj} é conhecido como coordenada (*factor score*) e está relacionada com a contribuição normalizada da fonte p na fonte j

α_{ij} é conhecido como coeficiente de ponderação (*factor loading*) e representa a correlação existente entre as concentração normalizada z_{ij} e o factor normalizado f_p (componente principal)

Na ACP começa por se determinar a matriz R das correlações entre as concentrações dos constituintes, calculando-se para esta os valores e vectores próprios. Cada vector próprio corresponderá a um dos factores f_p (componentes principais), sendo o valor próprio a variância atribuída a esse factor. Os algoritmos de determinação dos vectores próprios são construídos de forma a que a maior fracção possível da variância total seja atribuída ao primeiro vector, a maior fracção da variância restante ao segundo vector e assim sucessivamente. A solução encontrada (o grupo de vectores próprios) não é a única que permite explicar o sistema, havendo um número infinito de soluções, as quais correspondem a rotações (combinações lineares) passíveis de serem aplicadas aos componentes principais. Todavia, nem todas as soluções têm um significado físico, sendo desejável aplicar a rotação ortogonal que, para cada componente principal, tenha coeficientes de ponderação elevados para apenas alguns dos constituintes do aerossol (ou variáveis normalizadas), por forma a ser mais fácil associar a cada componente principal uma fonte de partículas determinada. É, por isso, frequente a utilização da rotação *varimax* (Pio *et al.*, 1998; Gonzalez, 2002; Almeida, 2004).

4.6.2.2 Quantificação de Fontes de PM_{10}

A quantificação de fontes foi efectuada através da aplicação de uma regressão linear múltipla (RLM). Este método possibilita a determinação da contribuição de cada fonte através do método dos mínimos quadrados. Para o efeito utilizou-se como variável dependente a concentração mássica total (PM_{10}) e como variáveis independentes as coordenadas absolutas obtidas na ACP anteriormente descrita:

$$PM_j = \sum_{i=1}^n (PM_i)_j = \sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot b_i)_j + b_{0j}$$

onde:

i é a fonte

j é a amostra de aerossol (amostragem de 24 horas)

$(PM_i)_j$ é a concentração mássica de partículas associada à fonte i e à amostra j

α_i é o declive associado com a fonte i (determinado na RLM)

b_i é a coordenada associada com a fonte i (determinada na ACP)

b_{0j} é a intersecção constante na RLM

n é o número de fontes

A aplicação da RLM só pode ser efectuada depois de ultrapassado um problema: a determinação do zero das coordenadas resultantes da ACP, especialmente porque esta fornece coordenadas normalizadas (f_{pi}). Thurston e Spengler desenvolveram, em 1985, um método em que uma amostra fictícia com concentrações nulas para todos os constituintes do aerossol é introduzida na ACP. As coordenadas associadas com cada componente principal para esta amostra representam o verdadeiro zero, sendo subtraídas aos valores das coordenadas de cada amostra. Obtêm-se, deste modo, variáveis modificadas que representam as verdadeiras contribuições das fontes normalizadas unicamente em termos de desvio padrão.

Na RLM, a constante de intercepção representa a contribuição de fontes não identificadas. Desta forma, uma intercepção negativa não tem qualquer significado físico, sendo neste caso a regressão linear múltipla forçada a passar na origem (Almeida, 2004).

O cálculo da contribuição absoluta de cada fonte é dado pelo produto entre α_i e o valor médio de b_i , posteriormente dividido pelo valor médio da variável dependente PM_j .

Todo o tratamento estatístico foi efectuada recorrendo à utilização do *software* SPSS®, versão 11.

4.6.3 Resultados e discussão

4.6.3.1 Composição química do aerossol em Alfragide

Algumas das estatísticas descritivas caracterizadoras do aerossol colhido em Alfragide encontram-se indicadas na Tabela 63.

Tabela 63: Algumas estatísticas descritivas da composição química do aerossol colhido em Alfragide em 2003

Constituinte do aerossol	N.º Amostras válidas (N)	N.º Amostras em falta	Média aritmética ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	Mediana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	Desvio padrão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	Percentis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*	
						P ₅₀	P ₇₅
PM ₁₀	29	1	40	34	22	27	34
Ferro	30	0	0,138	0,091	0,115	0,044	0,091
Magnésio	30	0	0,069	0,067	0,036	0,033	0,067
Cálcio	30	0	0,454	0,382	0,274	0,262	0,382
<i>Arsénio*</i>	<i>30</i>	<i>0</i>	<i>0,062</i>	<i>0,060</i>	<i>0,044</i>	<i>0,028</i>	<i>0,060</i>
<i>Cádmio*</i>	<i>30</i>	<i>0</i>	<i>1,155</i>	<i>0,115</i>	<i>3,592</i>	<i>0,070</i>	<i>0,115</i>
Chumbo	30	0	0,005	0,003	0,007	0,001	0,003
Níquel	30	0	0,058	0,001	0,308	0,001	0,001
<i>Potássio*</i>	<i>30</i>	<i>0</i>	<i>0,063</i>	<i>0,045</i>	<i>0,061</i>	<i>0,030</i>	<i>0,045</i>
Alumínio	30	0	0,059	0,039	0,064	0,019	0,039
Sódio	30	0	0,561	0,333	0,427	0,235	0,333
Nitratos	29	1	1,951	1,635	1,464	0,931	1,635
Sulfatos	29	1	3,807	2,817	2,716	2,058	2,817
Amónia	29	1	0,773	0,528	0,741	0,188	0,528
Cloretos	29	1	2,029	1,124	2,061	0,355	1,124
CO	30	0	8,684	5,955	9,567	4,065	5,955
CE	30	0	4,040	3,465	2,636	2,278	3,465
Carbonatos	30	0	0,947	0,835	0,966	0,000	0,835

* quando o constituinte é assinalado e se encontra descrito em itálico, isso significa que a sua concentração está expressa em ng/m^3 ($1 \text{ ng}/\text{m}^3 = 1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Por forma a permitir uma comparação com concentrações registadas em outros locais em Portugal e em Espanha construiu-se a tabela seguinte, onde se podem observar concentrações medidas na Bobadela (Almeida, 2004), em Lisboa (Reis, 2001), no Carregado (Reis, 2001; Freitas *et al.*, 2003), em Monchique (Reis, 2001; Freitas *et al.*, 2003), no Porto (Pio *et al.*, 1998) e em Barcelona (Quérol *et al.*, 2001).

Tabela 64: Concentrações médias de alguns constituintes do aerossol recolhidos em diferentes locais

Local	Tipo de local	Fracção granulométrica	Al	As	Ca	Ca ²⁺	Cl	Cl ⁻	Fe	K	K ⁺	Mg ²⁺	Na	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ni	NO ₃ ⁻	Pb	SO ₄ ²⁻
Bobadela (Loures) (Almeida, 2004)	urbano / industrial	PM _{2.5}	77	0,31	230	380	160	440	120	120	130	52	370	400	1300	2,6	1300	8,6	3900
		PM ₁₀	260	0,43	1300	810	1200	1800	400	270	180	160	1500	1400	1300	4,1	2300	12	4400
Lisboa (Reis, 2001)	urbano	PM _{2.5}		0,56	203		34		80	130			372			4			86
		PM _{10-2.5}		0,21	1460		786		310	139			1130			2			28
Carregado (Alenquer) (Reis, 2001) (Freitas <i>et al.</i> , 2003)	industrial	PM _{2.5}	74	0,67	132		59		63	118			1110			3,9			40
		PM _{10-2.5}	341	0,3	939		688		311	216			1230			1,7			47
Monchique (Alenquer) (Reis, 2001) (Freitas <i>et al.</i> , 2003)	rural	PM _{2.5}	67	0,14	78		9.9		53	69			210			1,2			4,6
		PM _{10-2.5}	151	0,13	289		252		131	86			389						
Porto (Pio <i>et al.</i> , 2003)	urbano	PM ₁	840	1,9		200		510	190		320	20		210	1880	4,8	1540	250	4540
		PM ₁₀₋₁	600	0,45		480		1710	340		210	158		1290	780	1,2	1480	60	2660
Barcelona (Espanha) (Quérol <i>et al.</i> , 2001)	urbano	PM _{2.5}																	
		PM ₁₀																	

todas as concentrações médias estão expressas em ng/m³

As concentrações medidas na estação de Alfragide são da mesma ordem de grandeza das observadas por Almeida (2004) para amostras recolhidas no norte de Lisboa (na zona industrial da Bobadela) e por Reis (2001) para Lisboa, com excepção da concentração máxima medida de Níquel em Alfragide (1,6 µg/m³), a qual é muito superior à média obtida nesse estudo (que foi de 4,1 ng/m³), sendo este resultado provavelmente devido a um problema associado ao processo de análise.

4.6.3.2 Identificação de Fontes de PM₁₀ em Alfragide

O critério imposto para a quantidade de componentes principais a reter consistiu na obtenção de uma variância explicada pelas componentes superior a 60%, bem como uma variância por componente superior à unidade (>1). A adopção destas premissas corresponde a "um critério objectivo de aceitar apenas o número de componentes que explique, por si só, uma variância superior à correspondente a cada uma das variáveis" (Almeida, 2004).

A ACP identificou quatro factores, os quais conjuntamente explicam 83% da variância observada no conjunto de amostras de aerossol. A matriz das componentes rodada apresenta a correlação existente entre as variáveis e os factores principais extraídos. A rotação ortogonal dos vectores que traduzem os valores (vectores próprios) é efectuada por forma a maximizar a correlação de cada factor com cada espécie medida (Watson e Chow, 2004) e, assim, facilitar a identificação de cada componente principal. Na análise em componentes principais, as variáveis a que correspondem os coeficientes de ponderação mais elevados estão correlacionados entre si. É com base nestas associações que se nomeia o factor (ou componente principal). A matriz dos componentes rodada com a identificação das componentes principais é apresentada na Tabela 65.

Tabela 65: Matriz de componentes da ACP com rotação Varimax normalizada com a designação dos componentes principais

	Componente Principal (CP)			
	CP1 Fontes Móveis / Emissões escape	CP2 Aerossol secundário	CP3 Solo / Ressuspensão estrada	CP4 Aerossol marinho
PM ₁₀	0,85	0,34	0,32	
Ferro	0,56	0,33	0,70	
Magnésio				0,88
Cálcio		0,56	0,26	0,48
Arsénio		0,88		
Chumbo	0,35		0,76	0,28
Níquel	0,91			
Potássio	0,35		0,64	0,45
Alumínio		0,23	0,91	
Sódio	-0,23			0,79
Nitratos	0,84	0,33		
Sulfatos		0,87		
Amónia	0,50	0,73	0,23	
Cloretos		-0,57	-0,53	0,49
CO	0,95		0,25	
CE	0,89		0,23	
Carbonatos	0,46	0,57	0,55	

Método de Extração: Análise em Componentes Principais. Método de Rotação: Varimax com Normalização Kaiser. A Rotação convergiu em 6 iterações. coeficientes de ponderação inferiores ou iguais a 0,20 em valor absoluto não são mostrados a **negrito**, encontram-se os coeficientes de ponderação cujo valor absoluto é igual ou superior a 0,65

O **primeiro factor (ou componente principal)** representa a contribuição de poluentes provenientes do tráfego rodoviário, sendo constituído maioritariamente por elementos directamente emitidos ao nível do escape (CO e CE, nitratos, amónia), bem como com partículas indirectamente associadas com o tráfego rodoviário, por exemplo o níquel (fortemente associado com este factor) que está associado com partículas que derivam dos travões dos veículos (González, 2002; Sternbeck *et al.*, 2002).

O **segundo factor** está relacionado com a formação de aerossol secundário, sendo a identificação resultado das fortes associações desta componente principal com os sulfatos e com a amónia. Estes dois constituintes do aerossol derivam tipicamente dos processos de conversão de gases para partículas de produtos da oxidação do SO₂ e do NH₃ (Almeida, 2004; González, 2002).

A **terceira componente principal** identificada está associada a partículas provenientes do solo (material crustal) e da ressuspensão ao nível do pavimento, nomeadamente proveniente da estrada. Esta associação é suportada pela presença de elementos característicos da composição do solo como Fe, Al ou K. Fazem ainda parte integrante desta componente elementos como o chumbo (Pb), o qual tem sido frequentemente associado com a ressuspensão proveniente da estrada (González, 2002).

Finalmente, o **quarto factor**, devido à presença evidenciada do sódio (Na), dos cloretos (Cl) e do magnésio (Mg) representa a contribuição proveniente do aerossol marinho (Almeida, 2004). A presença do cálcio reforça esta avaliação, na medida em que este é um constituinte importante da água do mar. O Mg²⁺ é praticamente emitido unicamente pelos oceanos.

4.6.3.3 Quantificação de Fontes de PM₁₀ em Alfragide

Foi igualmente aplicada uma RLM ao conjunto de resultados obtido na ACP. O objectivo da aplicação deste tipo de modelo consiste na avaliação quantitativa da contribuição de cada grupo relevante de fontes (isto é de cada uma das componente principais identificadas).

Com este objectivo, a RLM foi aplicada aos dados experimentais usando como variáveis dependentes as concentrações atmosféricas e como variáveis independentes as coordenadas das componentes principais identificadas. De modo a ultrapassar as limitações da regressão linear múltipla através da determinação do verdadeiro zero, introduziu-se na ACP uma amostra fictícia, com concentração nula para todos os constituintes (método proposto por Thurston e Spengler, 1985).

A amostra fictícia deveria corresponder a um período de emissão nula de todas as fontes. A coordenada da amostra fictícia corresponde, para cada fonte, ao inverso do valor da emissão média normalizada pelo desvio padrão. Subtraindo esta grandeza aos restantes valores do factor, obtêm-se variáveis modificadas que representam as verdadeiras contribuições das fontes, normalizadas apenas em termos de desvio padrão.

É assim possível determinar para a fracção PM₁₀ do aerossol a contribuição de cada uma das componentes principais obtidas na ACP (Tabela 66).

Tabela 66: Resultados da Análise de Regressão Linear Múltipla aplicada às coordenadas modificadas determinadas pela ACP para o aerossol em estudo

Constituinte	Comp. Principal 1 Fontes Móveis / Emissões escape	Comp. Principal 2 Aerossol secundário	Comp. Principal 3 Solo / Ressuspensão estrada	Comp. Principal 4 Aerossol marinho	constante	R	R ²
PM ₁₀	19,32	8,51	7,22	3,13	4,04	0,97	0,95

R é o coeficiente de correlação, enquanto R² é o coeficiente de determinação

Neste momento é possível quantificar qual a contribuição absoluta para a fracção granulométrica PM₁₀ do aerossol estudado de cada uma destas componentes principais (Tabela 67).

Tabela 67: Análise de Regressão Linear Múltipla aplicada às coordenadas modificadas determinadas pela ACP efectuada para PM₁₀ ao aerossol em estudo

Contribuição Absoluta (PM ₁₀)				
Comp. Principal 1 Fontes Móveis / Emissões escape	Comp. Principal 2 Aerossol secundário	Comp. Principal 3 Solo / Ressuspensão na estrada	Comp. Principal 4 Aerossol marinho	Outras fontes não identificadas
0.47 (47%)	0.28 (28%)	-0.06 (-6%)	0.19 (19%)	0.12 (12%)

A fracção relativa a outras fontes não identificadas está relacionada com a constante de intercepção obtida na RLM.

Este tipo de análise conduz a um resultado muito importante: para as amostras recolhidas em Alfragide, ¾ (75%) da massa total de PM₁₀ provem, em média, das emissões veiculares (fontes móveis) e da formação do aerossol secundário, na qual o papel do tráfego também é relevante, nomeadamente, devido às emissões de



sulfatos e de nitratos. A importância percentual das componentes principais associadas ao tráfego rodoviário havia já sido identificada por Almeida (2004), mesmo para uma área com uma influência industrial importante (Bobadela, situada a norte de Lisboa).

5. Políticas e Medidas (P&M) para melhoria da qualidade do ar

A análise dos dados de qualidade do ar ambiente nas aglomerações da RLVT indicou um conjunto de áreas em inconformidade com os valores-limite actualmente em vigor (ver Capítulo 4.1.4.5 -Avaliação global, pág. 105). Nestas áreas, a legislação em vigor impõe o desenvolvimento e implementação de um conjunto de políticas e medidas (P&M) que possibilite, num prazo tão curto quanto possível, o cumprimento dos valores-limite e, por inerência, a protecção da saúde humana. O princípio orientador da legislação prevê igualmente que se desenvolvam P&M que visem a manutenção de bons níveis de qualidade do ar onde estes existam actualmente.

A definição e hierarquização de P&M são aspectos que, simultaneamente, constituem um desafio e apresentam elevada complexidade, dada a multiplicidade de instrumentos que podem ser implementados. Fazer unicamente uma listagem dos instrumentos/medidas tem a vantagem de compilar as diferentes opções de intervenção, a que os decisores, nos seus diferentes níveis de actuação, poderão ou não recorrer. Porém, esta metodologia apresenta a fragilidade de não avaliar, ainda que de forma simples, a plausibilidade e aplicabilidade do conjunto de instrumentos listado. Neste contexto, os instrumentos que são frequentemente conhecidos pelos diferentes agentes (administração pública, sector privado, entre outros) acabam por não ser implementados ou por dar sinais contrários aos diferentes sectores de actividade sobre os quais pretendem produzir resultados.

É importante focar, especialmente porque as P&M existentes neste documento se centram no sector dos transportes, que a melhor estratégia a aplicar passa pela aplicação de diversos instrumentos de planeamento e ordenamento do território, alguns deles já aprovados à escala regional tal como o PROT-AML e outros em revisão, à escala local, tais como os Planos Directores Municipais (PDM). Importa lembrar que a maioria dos problemas de qualidade do ar ambiente gerados no sector dos transportes resulta do aumento do número de deslocações efectuadas, especialmente recorrendo ao Transporte Individual (TI), cuja utilização tem vindo a crescer substancialmente nos últimos anos, bem como do aumento do número de quilómetros percorridos por cada veículo (Tabela 68). Se se conseguir promover a proximidade entre locais de residência e de trabalho inverte-se esta tendência, reduzindo-se a necessidade de uma mobilidade em TI com impactes tão relevantes. Esta é, do ponto de vista estratégico, a melhor forma de diminuir as emissões poluentes provenientes deste sector, bem como, genericamente, a melhor forma de contribuir para a melhoria da qualidade de vida. No entanto, para o horizonte temporal destes PPar importa incorporar políticas e medidas que sejam concretizáveis num prazo relativamente curto (até 2010) e que já estejam claramente definidas, donde medidas preventivas desta natureza não puderam ser tidas em linha de conta pois os efeitos da sua concretização far-se-ão sentir num horizonte temporal mais alargado. De notar que na tabela seguinte um dos indicadores não segue esta tendência crescente: o número médio de quilómetros efectuados no interior do concelho de Lisboa. Isto deve-se ao facto desta estimativa resultar de medições feitas no terreno (no âmbito dos trabalhos do Inventário Regional de Emissões, IEA-LVT) e que estão relacionadas com a dimensão física do concelho/cidade de Lisboa, a qual não se prevê vir a ser modificada no horizonte temporal considerado.

Tabela 68: Parâmetros de caracterização do aumento da mobilidade em TI

	Unidade / Ano	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Dados gerais								
Utilização do veículo particular	vkm/ano	9.195	11.302	13.214	14.794	16.001	16.871	17.470
Parque automóvel total	10 ⁶ veículos	2,144	2,935	3,532	4,172	4,817	5,109	5,412
Transporte em ambiente urbano								
Taxa de ocupação de automóveis	pass/veíc	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3
Mobilidade por pessoa	pkm/ano	4.300	5.500	6.500	6.900	7.500	8.000	8.400
Transporte unicamente no interior do concelho de Lisboa*								
Utilização do veículo particular	vkm/dia	7	7	7	7	7	7	7
Utilização do veículo particular	vkm/ano	1.827	1.827	1.827	1.827	1.827	1.827	1.827

Fonte: IA, 2002;* CCDR-LVT, InventAR,2006

5.1 Inventariação de P&M

5.1.1 P&M em curso

As P&M em curso designam o conjunto de medidas que são contempladas ao abrigo de outros instrumentos de política, nas suas diferentes escalas (local a europeia), aplicados aos mais variados sectores. Alguns exemplos decorrem da aplicação de diferentes diplomas legais (por exemplo a diminuição do conteúdo em enxofre presente nos combustíveis rodoviários ou no combustível utilizado pelo sector industrial, consequência da aplicação do Decreto-Lei n.º 281/2000 e do Decreto-Lei n.º 178/2003, respectivamente), enquanto outros surgem integrados em estratégias de intervenção enquadradas em documentos específicos como o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), o Programa para os Tectos Nacionais de Emissão Nacionais (PTEN) ou o Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML). Existe ainda outro conjunto de medidas que deriva de opções estratégicas da responsabilidade de alguns dos agentes de mercado, tal como a renovação parcial da frota de TCR em curso num dos operadores de transportes da AML.

Na versão original deste documento haviam sido consideradas as P&M presentes no na Resolução do Conselho de Ministros n.º 119/2004, de 31 de Julho. A este conjunto são agora acrescentadas algumas P&M constantes no PNAC 2006 (IA e E.Value, 2006; IA *et al.*, 2006). Dada a abrangência do tipo de medidas constantes nestes documentos, todas estas são listadas de seguida sendo apenas avaliadas detalhadamente aquelas que qualitativamente têm um impacto considerado como médio ou alto (ver Tabela 70). Esta avaliação resulta do facto das medidas classificadas como tendo um "impacte qualitativo esperado para os PPar " terem um efeito significativo à escala nacional mas não se traduzirem por reduções relevantes ao nível local e regional. São exemplo as medidas destinadas à redução de consumos de electricidade, onde a diminuição do funcionamento das centrais térmicas, à escala nacional, não implica necessariamente uma redução do funcionamento das centrais térmicas mais próximas das aglomerações em análise.

O PTEN, por seu lado, é um plano que tem em linha de conta diversos diplomas que têm vindo a fazer parte do nosso articulado legal no que concerne aos instrumentos com impacte na qualidade do ar ambiente. Uma compilação destes diplomas é apresentada na Tabela 69.



Tabela 69: Alguns instrumentos de política nacional e comunitária em vigor na área da gestão do recurso ar

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA COMUNITÁRIA	INSTRUMENTOS NACIONAIS DE POLÍTICA	POLUENTES RELEVANTES PARA OS PPar	DATAS
Directivas Comunitárias	Instrumentos Regulamentares		
	Portaria 286/93	Todos	Em vigor
	Decreto-Lei 78/2004	Todos	Em vigor
Directiva COVNM Gasolinas (94/63/CE)	Portaria 646/97 (COVNM Gasolinas)	Benzeno	Em vigor
Directiva PCIP (96/61/CE) – as instalações abrangidas devem obter, como condição essencial para a sua operação, uma licença ambiental integrada. O nível de despenho ambiental exigido baseia-se na utilização das Melhores Técnicas Disponíveis	Decreto-Lei 194/2000 (PCIP)	Todos	2007-inst.existentes em vigor novas
Directiva 98/69/CE – controlo das emissões dos veículos a motor	Decreto-Lei 202/2000 (emissões de veículos a motor)	CO, Benzeno, Partículas, NOx	EURO III – 2000 EURO IV – 2005 EURO V – 2008
Directiva Teor Enxofre nos Combustíveis (1999/32/CE) – limita o teor de S no gasóleo e fuelóleo	Decreto-Lei 281/2000 (teor enxofre no gasóleo e fuelóleo)	SO ₂	2003
Directiva COVNM Solventes (99/13/CE)	Decreto-Lei 242/2001 (COVNM Solventes)	Benzeno	2007-inst.existentes em vigor novas
Directiva Tectos (2001/81/CE)	Decreto-Lei 193/2003 (Tectos de Emissão)	SO ₂ , NOx, Benzeno	Em vigor
Directiva GIC (2001/80/CE) – Controlo das emissões de poluentes atmosféricos das instalações > 50 MW	Decreto-Lei 178/2003 (GIC)	SO ₂ , NOx, Partículas	2008-inst.existentes em vigor novas
Directiva E-FRE (2001/77/CE) – Promoção da produção de electricidade a partir de fontes renováveis de energia		Efeitos indirectos SO ₂ , NOx e Partículas	39% em 2010
Directivas Teor S Comb. Específ. Amb. Combustível (98/70/CE), 2000/71/CE e 2003/17/CE	Decreto-Lei 104/2000 (especificações combustíveis)	SO ₂ , Benzeno, Pb	Em vigor, valores + estritos em 2005 e 2010
Directivas 97/68/CE e 2001/63/CE - medidas a tomar contra a emissão de poluentes gasosos e partículas provenientes de motores de combustão interna a instalar em máquinas móveis não rodoviárias	Decreto-Lei 432/99 e Decreto-Lei 202/2002	CO, Benzeno, Partículas, NOx	Em vigor
Directiva 97/24/CE e 2002/51/CE – redução das emissões de veículos a motor de 2 e 3 rodas	Decreto-Lei 237/2003 de 3 de Outubro		
(...)	(...)		
Outros Instrumentos	Outros Instrumentos de Política		
Acordo de Partilha de Responsabilidades (Protocolo Quioto); Programa Europeu para Alterações Climáticas (PEAC) e no seu âmbito Comércio Europeu de Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE)	Programa Nacional para as Alterações Climáticas	Efeitos indirectos SO ₂ , NOx e Partículas	2008 -2012
	Programa para os Tectos de Emissão Nacional	SO ₂ , NOx, Benzeno	Em vigor (produz efeitos em 2010)
	Plano Nacional de Redução das Emissões das Grandes Instalações de Combustão	SO ₂ , NOx e Partículas	2008
Estratégia comunitária para a redução das emissões de CO ₂ dos automóveis novos de passageiros (Acordos Voluntários entre a UE e as associações da indústria automóvel; Monitorização das emissões de CO ₂ ; Informação ao consumidor relativa ao consumo de combustível)		SO ₂ , NOx, Benzeno	Em vigor
(...)	(...)		

Neste trabalho foram consideradas apenas medidas cuja quantificação é passível de ser efectuada, isto é, apenas se consideram metas quantificadas e não simples objectivos. Um exemplo desta diferença entre metas e objectivos pode ser dado pela "introdução de fontes de energia alternativas ao petróleo em frotas", a qual assim descrita é apenas um objectivo mas poderá passar a ser uma meta caso seja quantificada, por exemplo passando a ser "introdução de fontes de energia alternativas ao petróleo em frotas até 5% do combustível consumido nos TCR em 2010".

As premissas inerentes aos indicadores de actividade (por exemplo número de quilómetros que deixa de ser efectuada pelo TI sendo transferido para o TC) são indicadas para todas as medidas em que é feita uma estimativa do impacto da aplicação das mesmas, isto é para todas as P&M em que se estima a variação nas emissões poluentes. Estes elementos podem ser consultados, no Anexo VII, medida a medida.

De referir que as medidas para as quais é estimada a redução de emissões inerente são indicadas neste capítulo de inventariação com uma referência de medida particular (referência de medida), cujo objectivo é o de fazer a correspondência posterior com a informação relativa à avaliação da mesma. Estas referências podem ser observadas através da visualização da Tabela 72. Por outro lado, estas medidas dado consistirem o núcleo central das P&M presentes neste documento são descritas, com algum detalhe, no Anexo VII. Quer isto dizer que, conjuntamente com as premissas inerentes à estimativa efectuada, será possível também ver uma descrição da medida e dos seus efeitos. Além disso, as restantes medidas já em vigor, não quantificadas, são identificadas de diferente forma, usando-se para o efeito a terminologia M(a), em que (a) designa adicional, seguida do número atribuído à medida. O mesmo acontece no conjunto de P&M adicionadas nesta revisão do documento, o qual é identificado pela presença de numeração romana e pelo facto de serem indicadas em itálico, p.ex. *MIII(a)*.

5.1.1.1 Em implementação

Existe uma parte das P&M constantes principalmente no PNAC e PTEN que estão já em implementação. Outras, não obstante a calendarização para elas determinada noutros documentos, não foram consideradas como em implementação visto estarem ainda por arrancar "no terreno". Um exemplo deste conjunto constante das medidas adicionais aprovadas no âmbito do PNAC é a revisão da tributação sobre veículos particulares, a qual embora esteja a avançar formalmente ainda não foi aplicada no quadro fiscal actual.

Uma selecção deste tipo de P&M encontra-se indicada na Tabela 70.

Para além disso e sendo os Planos e Programas da Região de Lisboa e Vale do Tejo um documento a uma escala mais localizada, à escala regional, interessa ponderar e levar em consideração com maior nível de detalhe aquelas políticas e medidas com maior impacte nesta escala. As consideradas como menos relevantes à escala da AML serão citadas mas não quantificadas, como se verá nas tabelas seguintes. Para além disso existem políticas e medidas cujos dados de base não permitem estimar a redução de emissões a esta escala: um exemplo é a alteração do parque automóvel para o qual há modelos a nível nacional mas que poderão não representar tão adequadamente o parque da região de Lisboa e Vale do Tejo.



Tabela 70: Síntese das medidas em implementação

Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Referência Documental	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Ação / Período de Implementação	Impacte qualitativo esperado para PPar
Oferta e procura de energia	M(a)1	Programa E4, E-FRE	PNAC	MEI; MFAP; DGT; ITP	até 2010 o objectivo é a produção de 39% do total de electricidade por fontes renováveis	baixo (grande parte da electricidade é produzida fora das aglomerações, não sendo claro nas centrais térmicas mais próximas o resultado da aplicação destas medidas)
	M(a)2	P3E, Eficiência Energética nos Edifícios	PNAC	DGGE, MEI	melhoria da eficiência energética dos edifícios em Portugal, através da diminuição de GEE ¹⁹ em cerca de 650 000 ton/ano (previsto a partir de 2002)	
	M(a)3	Programa Água Quente Solar para Portugal	PNAC	MEI, DGGE	instalação de 150.000 m ² de colectores solares instalados por ano, especialmente nos sectores dos serviços e indústria. Até 2010, o objectivo é ter funcionais 1.000.000 de colectores solares	
	M(a)4	Directiva PCIP	PNAC	MAOTDR, IA, CCDR, IGA, MEI, MADRP, MS, AEmp	requer a necessidade de licença ambiental para um conjunto de indústrias, a qual é emitida com base na utilização das MTDS ²⁰ (em aplicação para novas instalações, para 2007 é requerida para instalações com licenciamento pré-Setembro de 2000)	não avaliado (apesar de importante, junto a algumas Fontes Pontuais, a bibliografia disponível não permite fazer uma quantificação do efeito)
	M(a)5	Melhoria da eficiência energética do sector electroprodutor	PNAC (medida adicional)	MEI, DGGE, DGI	até 2010, o objectivo é o de redução de perdas no transporte e distribuição de energia na rede a uma taxa de 8,6%	baixo (implica pequena alteração da actividade das centrais térmicas)
Transportes	M(a)6	Programa Auto-Oil: acordo voluntário com associações de fabricantes de automóveis (ACEA, JAMA, KAMA)	PNAC PTEN	DGV	estratégia de redução das emissões de CO ₂ geradas pelos VLP, a qual assenta no aumento de eficiência dos veículos e, portanto, na redução de consumo específico. Em 2010 o objectivo é que todos os VLP emitam, em média, 120 g/km CO ₂	baixo e inerente ao parque automóvel** (redução de PM e NO _x associada à alteração de frota, no caso de PM também associada ao decréscimo na formação de sulfatos devido à diminuição de consumo de combustível*)

¹⁹ GEE – acrónimo para Gases com Efeito de Estufa, ou seja os gases que contribuem para o efeito de estufa. No contexto do PNAC os GEE designam os seis gases abrangidos pelo Protocolo de Quioto.

²⁰ MTDS – acrónimo para Melhores Técnicas Disponíveis, isto é, “a fase de desenvolvimento mais avançada e eficaz das actividades e dos respectivos modos de exploração, que demonstre a aptidão prática de técnicas específicas para constituir, em princípio, a base dos valores limite de emissão com vista a evitar e, quando tal não seja possível, a reduzir de um modo geral as emissões e o impacte no ambiente no seu todo”.



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Referência Documental	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte qualitativo esperado para PPAR
Transportes	M1	Ampliação da frota a Gás Natural na Carris	PNAC 2006	DGTT, Carris	aquisição e entrada em operação de 50 autocarros a Gás Natural	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M(a)7	Incentivo ao abate de veículos em fim de vida	PNAC	DGV, MFAP, MAOTDR	incentivo (redução fiscal sobre o valor a pagar de Imposto Automóvel), o qual é dado na aquisição de um veículo novo e abate de um veículo com mais de 10 anos. O valor do incentivo é de 1.000 €	baixo (já que a adesão ao incentivo tem tido pouca adesão e a tendência dos últimos tempos aponta para valores ainda mais reduzidos)
	M(a)8	Redução de sinistralidade nas AE	PNAC	DGV	redução de 6 km/h na velocidade média praticada em Auto-Estrada	baixo (já que o grosso do efeito positivo, à escala local, seria sentido em auto-estrada e não nos circuitos urbanos)
	M(a)9	Aplicação da Directiva para a Promoção de Biocombustíveis	PNAC	DGTT, MEI, MAOTDR	metas da Directiva 2003/30/CE, de 8 de Maio de 2003 - Substituição de 2% da gasolina e gasóleo rodoviário por biocombustíveis ou outros combustíveis renováveis consumido pelo sector para 2005, aumentando para 5,75% em 2010	baixo (a substituição típica de gasóleo por <i>biodiesel</i> é de 5% para TI e até 30% em frotas cativas, o que não acarreta melhorias significativas – Ntziachristos <i>et al.</i> , 2005)
	M2	Construção do Metro Sul do Tejo (MTS)	PNAC	MOPTC, MTS, CMs envolvidas	construção e entrada em fase de operação do MTS (troços Cacilhas – Corroios, Corroios – Pragal e Cacilhas – Universidade) (em implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M(a)10	Redução do consumo de combustível no TI	PNAC (medida adicional)	MEI, MFAP	tributação dos carburantes (implementação entre 2004 e 2010)	não será avaliado (medida não teve resultado esperado)***
	M(a)11	Aumento da eficiência energética do parque automóvel	PNAC (medida adicional)	MEI, MFAP, MAOTDR	revisão do regime actual de tributação sobre os veículos particulares (implementação entre 2005 e 2010)	não será avaliado (medida não teve resultado esperado)***
	M3	Expansão do Metropolitano de Lisboa (extensão das linhas verde, amarela, azul e vermelha)	PNAC e ML	ML, MOPTC	prolongamento da linha azul (Baixa/Chiado – Santa Apolónia) previsto para final de 2005; prolongamento da linha amarela (Cp. Grande – Odivelas) já em funcionamento; prolongamento da linha vermelha (Alameda – S. Sebastião) previsto para final de 2007; objectivo é a captação de mais passageiros para o TC por via da melhoria infra-estrutural da rede	a avaliar (ver capítulo seguinte)



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Referência Documental	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte qualitativo esperado para PPar
Transportes	M4	Renovação parcial da frota de veículos da Carris	-	Carris, DGTT	aquisição faseada de 408 autocarros cumprindo a norma EURO III, com o correspondente abate de 479 veículos pré-EURO (com mais de 20 anos) (em implementação até 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M5	Aplicação do Novo Regulamento de Cargas e Descargas para a cidade de Lisboa	Regulamento de Cargas e Descargas CML	CML, PSP, PM	Actualmente encontra-se em fase de teste (implementação prevista para o ano 2005)	a avaliar (ver capítulo seguinte)

* a metodologia de cálculo das estimativas de emissões provenientes dos Veículos Ligeiros de Passageiros (VLP) para o NO_x (estimado como NO₂) e para PM não é efectuada em função do consumo de combustível (ao contrário do que acontece por exemplo para o CO₂), desta forma a diminuição expectável destes poluentes resulta da alteração de frota inerente à adopção, ao nível europeu, de normas para a homologação de veículos mais restritivas (por exemplo normas EURO4 e EURO5) e a acordos voluntários com a indústria automóvel (exs.: ACEA, JAMA, KAMA).

** a composição do parque automóvel estimada já inclui a introdução de veículos mais eficientes (cenário de base do PTEN), sendo que o efeito é indirecto porque nesta medida o essencial é o aumento da eficiência energética e, portanto, a redução do consumo tendo em vista a redução de dióxido de carbono (CO₂).

*** no PNAC assumiu-se um reajustamento progressivo de 10% no preço de venda público dos carburantes até 2010, avaliando-se o efeito no mercado com base na elasticidade procura/preço dos combustíveis baseado no comportamento no passado dos consumidores, no curto e médio prazo. No curto prazo (1-3 anos), a recente evolução do preço dos carburantes (nomeadamente devido ao aumento do preço do crude no mercado internacional) originou que só entre Janeiro e final de Agosto de 2004 os preços da gasolina sem chumbo 95 e do gasóleo tivessem aumentado em 12,1% e 17,2%, respectivamente. O consumo de combustível para esse período aumentou em 4,2% e 3,6%, respectivamente (DGGE, 2004; Autoridade da Concorrência, 2004). Será necessário estudar a curva de elasticidade procura/preço dos combustíveis, por forma a que se possa avaliar o potencial de redução de emissões de uma medida que parece ser bastante importante.



5.1.1.2 **Previstas**

As P&M previstas incluem não só medidas ainda não implementadas ao abrigo dos planos citados anteriormente mas também medidas que, no processo de desenvolvimento deste trabalho, foram sendo conhecidas. Um exemplo destas medidas são acções que serão desenvolvidas pela Autoridade Metropolitana de Transportes de Lisboa, como por exemplo a reestruturação do sistema tarifário e de bilhética, o qual incluirá um título de transporte comum aos diferentes operadores.

Estas medidas encontram-se indicadas na Tabela 71.



Tabela 71: Síntese das medidas previstas

Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Referência Documental	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte qualitativo esperado para PPar
Transportes	M(a)12	Expansão do Metropolitano de Lisboa (extensão adicional das linhas verde, azul e vermelha e extensão da linha amarela)	PNAC	ML, MOPTC	prolongamento das linhas: amarela (Rato - Alcântara) previsto para 2012; verde (Telheiras – Pontinha) previsto para 2012; vermelha (S. Sebastião – Campo de Ourique) previsto para 2012, (Oriente – Aeroporto) previsto para 2008, (Oriente – Sacavém) previsto para 2020	não avaliado (entrada em operação já após 2010, ano horizonte para as estimativas)
	várias*	Transferência modal do TI para o TC nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto	PNAC	AMTL, CMs, OTs	acções no âmbito da implementação dos Planos de Mobilidade a desenvolver pelas AMT, por exemplo aumento das tarifas de estacionamento nos centros urbanos ou introdução de portagens às entradas da coroa urbana (implementação a partir de 2006)	a avaliar* (estas acções configuram um conjunto de medidas que serão avaliadas individualmente)
	M(a)13	Reestruturação do sistema tarifário e de bilhética integrando os diferentes operadores de transporte	-	AMTL, OTs	reestruturação do sistema tarifário e de bilhética (títulos de transporte e passes sociais) com a introdução de um título de transporte único para os diferentes operadores (implementação a partir de 2006-2007)	não avaliado (insuficiente informação recolhida para a avaliação da medida)
	M(a)14	Planos de Mobilidade a nível concelhio	-	CMs	desenvolvimento e aplicação de Planos de Mobilidade para concelhos que fazem parte das aglomerações (exs.: de planos desta natureza já acabados ou em vias de finalização: Almada e Lisboa)	não avaliado (insuficiente informação em termos de pkm ou vkm necessários para as estimativas)

* serão avaliadas separadamente, por forma a que se possam avaliar os efeitos e custos da implementação de cada uma das medidas individualmente



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Referência Documental	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Ação(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo para PPar esperado
Transportes	M(a)15	Reestruturação da oferta de TC	-	Carris, CML	reestruturação da oferta de TCR, nomeadamente por parte da Carris que tem em curso um plano para adequar a oferta de carreiras, por forma a complementar a oferta do Metropolitano de Lisboa (data de início da implementação da reestruturação ainda indefinida)	não avaliado (insuficiente informação em termos de pkm ou vkm necessários para as estimativas e ano de implementação pós-2010)
	M(a)16	Expansão do SATUO	-	CMO	Expansão do SATUO (Sistema Automático de Transportes Urbanos de Oeiras), monocarril que liga a estação ferroviária de Paço de Arcos e o centro comercial Oeiras Parque. Chegará a um importante centro de escritórios e serviços, o Taguspark, bem como à estação ferroviária de Oeiras (data de conclusão desta fase de obra não determinada)	não avaliado (insuficiente informação em termos de pkm ou vkm necessários para produzir estimativas)
	MI	Ampliação da frota de veículos a gás natural nos táxis	PNAC 2006	MOPTC , DGTTF, ANTRAL, APVGN	Substituição de 200 táxis com motor diesel com tracção a gasóleo por veículos com motorização com tracção a Gás Natural (GN)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	MII	Redução dos dias de serviço dos táxis	PNAC 2006	MOPTC , DGTTF, ANTRAL	Redução do número máximo de dias semanais de operação dos táxis em Lisboa, reduzindo para 6 dias o período máximo de exploração semanal.	a avaliar (ver capítulo seguinte)



MIV	Autoridade Metropolitana de Transportes de Lisboa	PNAC 2006	MOPTC	Transferência modal de 5% dos pkm da Área Metropolitana de Lisboa (AML) do transporte individual para o transporte colectivo, em virtude da concretização dos objectivos subjacentes à operacionalização da Autoridade Metropolitana de Transportes de Lisboa.	a avaliar (ver capítulo seguinte)
-----	---------------------------------------------------	-----------	-------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------

5.1.2 P&M propostas no âmbito dos PPar

Nas P&M propostas no âmbito dos PPar existiu uma preocupação central: a metodologia para a avaliação do potencial de redução das medidas associadas ao tráfego rodoviário (a qual constitui a maioria dos instrumentos em implementação ou previstos) apenas avalia as emissões ao nível do escape dos veículos, ou seja a fracção originada pelos processos que ocorrem nos motores de combustão interna, não avaliando a contribuição da ressuspensão das partículas atmosféricas em suspensão. As emissões provenientes do tráfego rodoviário derivam também da abrasão dos pneus e do desgaste de travões (EC, 1997). A ressuspensão de partículas, particularmente da fracção PM_{10} , é o resultado do movimento dos veículos sobre esses materiais depositados na via, o que faz com que estes voltem a estar em suspensão. Diversos estudos que têm vindo a ser publicados na Europa sugerem que a importância deste efeito pode ser bastante significativa, especialmente para países com climas secos como é o caso de Portugal. Alguns países onde os inventários de emissão estimam a ressuspensão indicam que, no mínimo, a magnitude das emissões provenientes da ressuspensão de PM_{10} são da mesma ordem de grandeza das emissões geradas ao nível do tubo de escape. Na Alemanha, Pregar e Friedrich estimaram em 2002 as emissões totais de PM_{10} provenientes da ressuspensão como sendo cerca de 25% superiores às emissões ao nível do escape, utilizando o modelo US EPA AP-42 modificado; enquanto Duering e Lohmeyer derivaram factores de emissão de medições que fizeram em diversos locais em 2003 e concluíram que as emissões totais de PM_{10} eram seis vezes superiores às emissões de escape (CAFE WG, 2004). A influência destas emissões decresce substancialmente caso se meçam fracções granulométricas mais pequenas como $PM_{2.5}$.

Esta questão sugere que seja dado um ênfase especial às medidas relacionadas com a gestão da mobilidade e, em particular, com a redução de velocidade e dos volumes de tráfego rodoviário, pois a ressuspensão é originada pelo movimento dos veículos. Este princípio irá orientar a hierarquização de P&M, dado que as medidas que conduzam a diminuições quer no tráfego médio diário quer nas velocidades de circulação terão sido subavaliadas, pois a metodologia utilizada para o inventário de emissões não permite a quantificação da ressuspensão.

No que diz respeito às P&M a propor ao abrigo deste trabalho há que destacar uma importante diferença relativamente ao cariz de aplicação das medidas propostas. Enquanto algumas medidas prevêem acções que introduzam mudanças progressivas e permanentes ao longo do tempo, nomeadamente as medidas de natureza infra-estrutural, existe outro conjunto de medidas cujo objectivo é a protecção da saúde humana associada a exposições a concentrações elevadas de curto prazo. Estão neste último grupo de medidas, o conjunto de P&M a aplicar em circunstâncias determinadas. Estas circunstâncias resultam de períodos de tempo (tipicamente dias) em que as condições meteorológicas previstas indiciam condições de dispersão deficientes, as quais potenciam episódios de poluição em áreas particulares. Já foram referidos anteriormente os níveis elevados de partículas (PM_{10}) em locais como a Avenida da Liberdade ou Cascais; o objectivo destas P&M é precisamente o de diminuir a exposição da população nestes dias em que as concentrações tendem a subir significativamente, repondo-se logo que a situação normalize as condições de circulação ou de operação de alguns dos sectores de actividade económica. Actualmente, o DCEA – FCT/UNL e o IM efectuam, numa base sistemática (diariamente), uma previsão operacional da qualidade do ar ambiente, utilizando como base dados meteorológicos fornecidos pelo IM. Este ou outros exercícios de previsão da qualidade do ar actualmente em



curso no nosso país poderão ser uma ferramenta útil na decisão da aplicação deste tipo de P&M.

5.1.2.1 P&M a implementar numa base permanente

As P&M englobadas neste conjunto traduzem aquelas cuja implementação deverá ser efectuada numa base progressiva e consistente, sendo assim permanente a sua aplicação. A Tabela 72 pretende resumir o cariz e as entidades envolvidas nestas medidas.



Tabela 72: Síntese das medidas propostas (aplicação permanente)

Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo esperado para PPar
Transportes	M6a	Instalação de sistemas FP + SRGE ²¹ (AML Norte)	OTs, DGTT, MFAP	instalação de 400 sistemas FP + SRGE em autocarros EURO I (implementação de 2006 a 2009, instalação em 25% da frota de veículos EURO I anualmente)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M6b	Instalação de sistemas FP + SRGE (AML Sul)	OTs, DGTT, MFAP	instalação de 74 sistemas FP + SRGE em autocarros EURO I articulados e que servem carreiras estruturantes no seio das aglomerações (implementação em 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M6c	Instalação de sistemas FP + SRGE (Setúbal)	OTs, DGTT, MFAP	instalação de 13 sistemas FP + SRGE em autocarros EURO I articulados e que servem carreiras estruturantes no seio das aglomerações (implementação em 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M7	Instalação de sistemas FP + SRGE otimizados para um modelo específico articulado (AML Norte)	OTs, DGTT	instalação de 100 sistemas FP + SRGE em autocarros EURO I articulados e que servem carreiras estruturantes no seio das aglomerações (implementação em 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M8	Introdução de placas alternadas permanentemente (cidade de Lisboa)	CMs, PSP, PM, MAI	implementação de um sistema de circulação baseado nas placas de matrícula, permitindo a entrada alternadamente a pares ou ímpares (modelo: centro de Roma) (implementação a partir de 2008)	a avaliar (ver capítulo seguinte)

²¹ FP + SRGE – é a abreviatura para Filtros de Partículas conjugados com Sistemas de Recirculação de Gases de Escape. O uso complementar destes sistemas de controlo de poluição de “fim-de-linha” permite reduzir, entre outros poluentes atmosféricos, PM₁₀ e NO_x.



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo esperado para PPAR
	M9	Aumento da eficácia de fiscalização do estacionamento na cidade de Lisboa	EMEL, PSP, PM, CML, MAI	alterações na política de estacionamento, com um reforço significativo da fiscalização do estacionamento ilegal através do aumento da alocação de meios humanos para este fim (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M10	Estabelecimento de uma Zona de Emissões Reduzidas (cidade de Lisboa)	CML, DGV, MAI, PSP, PM, AMTL	proibição da circulação na cidade de Lisboa a pesados (mercadorias e passageiros) que não cumpram determinados limites de emissão (ponderando a idade e tecnologia – normas EURO – do veículo), seja cumprindo, pelo menos, as normas EURO II ou EURO I + CRP ²² . Fiscalização assegurada por reforço de agentes ou com recurso a vigilância por câmaras de vídeo (implementação a partir de 2008)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M11a	Reconversão para GPL de parte da frota de TCR (AML Norte)	OTs, CMs, DGTT	reconversão de 60 viaturas EURO I / ano para motor a GPL. Total 301 veículos até 2009	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M11b	Reconversão para GPL de parte da frota de TCR (AML Sul)	OTs, CMs, DGTT	reconversão de 44 viaturas EURO I para motor a GPL, até 2006	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M11c	Reconversão para GPL de parte da frota de TCR (Setúbal)	OTs, CMs, DGTT	reconversão de 8 viaturas EURO I para motor a GPL, até 2006	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M12	Zona de Circulação Taxada a implementar em áreas de elevadas concentrações de poluentes	CMs, DGV, MAI, PSP, PM, AMTL	<i>road pricing</i> ²³ em áreas de dimensão reduzida e com elevadas concentrações poluentes (por exemplo Baixa Pombalina), a aplicar a não residentes ao TI durante os dias úteis e horário de expediente (por exemplo 7-20 h) (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M13a	Plano de <i>Retrofit</i> ²⁴ das frotas de TCR dos diferentes operadores (AML Norte)	OTs, AMTL, DGTT, MFAP	introdução de um Sistema de Incentivos à Instalação de sistemas FP + SRGE em TCR, paralelo à introdução da obrigatoriedade da instalação destes equipamentos até 2010 (implementação em 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)

²² CRP – Certificado de Redução de Poluição – documento a emitir pelas autoridades competentes comprovando que um veículo particular possui tecnologia de controlo de poluição (por exemplo FDP no caso de um veículo a gasóleo ou veículo que utilize um combustível alternativo, por exemplo GN ou GPL)

²³ *road pricing* – designação para a introdução de uma taxa de circulação numa determinada via ou área

²⁴ *Retrofit* – designação para a introdução de um sistema de controlo de poluição de “fim-de-linha”, isto é que serve para minimizar as emissões poluentes não implicando alterações ao nível da motorização do veículo



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo esperado para PPAR
	M13b	Plano de <i>Retrofit</i> ²⁵ das frotas de TCR dos diferentes operadores (AML Sul)	OTs, AMTL, DGTT, MFAP	introdução de um Sistema de Incentivos à Instalação de sistemas FP + SRGE em TCR, paralelo à introdução da obrigatoriedade da instalação destes equipamentos até 2010 (implementação em 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M13c	Plano de <i>Retrofit</i> ²⁶ das frotas de TCR dos diferentes operadores (Setúbal)	OTs, AMTL, DGTT, MFAP	introdução de um Sistema de Incentivos à Instalação de sistemas FP + SRGE em TCR, paralelo à introdução da obrigatoriedade da instalação destes equipamentos até 2010 (implementação em 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M14a	Plano de Renovação das frotas de TCR dos diferentes operadores (AML Norte)	OTs, AMTL, DGTT, MFAP	aquisição de novos autocarros, ao longo do período 2005-2010, cumprindo a última norma EURO existente (EURO III em 2005 e 2006, EURO IV em 2007 e 2008, EURO V em 2009 e 2010), com o correspondente abate anual de 20% dos veículos pré-EURO (total veículos: 1850 / 300 por ano)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M14b	Plano de Renovação das frotas de TCR dos diferentes operadores (AML Sul)	OTs, AMTL, DGTT, MFAP	aquisição de novos autocarros, ao longo do período 2005-2007, cumprindo a última norma EURO existente (EURO III em 2005 e 2006, EURO IV em 2007), com o correspondente abate anual de 20% dos veículos pré-EURO (total veículos: 274 / 55 por ano)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M14c	Plano de Renovação das frotas de TCR dos diferentes operadores (Setúbal)	OTs, AMTL, DGTT, MFAP	aquisição de novos autocarros, EURO III em 2005, com o correspondente abate dos veículos pré-EURO (total veículos:49)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M15a	Melhoria do desempenho ambiental de outras frotas cativas ²⁷ de recolha de RSU (AML Norte)	CMs	instalação de FP + RGE em 31 viaturas de recolha de Resíduos Sólidos Urbanos EURO I (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)

²⁵ *Retrofit* – designação para a introdução de um sistema de controlo de poluição de “fim-de-linha”, isto é que serve para minimizar as emissões poluentes não implicando alterações ao nível da motorização do veículo

²⁶ *Retrofit* – designação para a introdução de um sistema de controlo de poluição de “fim-de-linha”, isto é que serve para minimizar as emissões poluentes não implicando alterações ao nível da motorização do veículo

²⁷ frotas cativas – designação para frotas que têm uma área de actuação limitada no território, por exemplo as frotas de TCR ou de RSU operam normalmente sempre em carreiras dentro de uma determinada área espacial, ou seja estão cativas numa determinada área



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo esperado para PPar
	M15b	Melhoria do desempenho ambiental de outras frotas cativas de recolha de RSU (AML Sul)	CMs	instalação de FP + SRGE em 8 viaturas de recolha de Resíduos Sólidos Urbanos EURO I (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M15c	Melhoria do desempenho ambiental de outras frotas cativas de recolha de RSU (Setúbal)	CMs	instalação de FP + SRGE em 2 viaturas de recolha de Resíduos Sólidos Urbanos EURO I (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M16	Implementação de Vias de Alta Ocupação ²⁸ em infra-estruturas rodoviárias estruturantes (AML Norte)	CMs, DGV, PSP, GNR, MAI	introdução em alguns dos principais acessos de faixas de alta ocupação no acesso a Lisboa por TI (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M17a	Melhoria do desempenho ambiental das frotas de táxis (AML Norte)	ANTRAL, CMs, DGTT	substituição do parque de táxis pré-EURO por outros cumprindo a Norma EURO III (917 no total, 20% ao ano) (de 2006 a 2010)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M17b	Melhoria do desempenho ambiental das frotas de táxis (AML Sul)	ANTRAL, CMs, DGTT	substituição do parque de táxis pré-EURO por outros cumprindo a Norma EURO III (34 no total, todos no primeiro ano - 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)

²⁸ vias de alta ocupação – faixas da rodovia que só podem ser utilizadas por veículos com um determinado número de ocupantes (por exemplo mais de 2 ocupantes)



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo esperado para PPar
	M17c	Melhoria do desempenho ambiental das frotas de táxis (Setúbal)	ANTRAL, CMs, DGTT	substituição do parque de táxis pré-EURO por outros cumprindo a Norma EURO III (13 no total, todos no primeiro ano - 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M18a	Instalação de FP em frotas de táxis (AML Norte)	AMTL, DGTT, ANTRAL, MFAP	instalação de um COD ²⁹ em 1.539 táxis EURO I (770 por ano – 2006 e 2007)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M18b	Instalação de FP em frotas de táxis (AML Sul)	AMTL, DGTT, ANTRAL, MFAP	instalação de um COD em 57 táxis EURO I (57 num ano - 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M18c	Instalação de FP em frotas de táxis (Setúbal)	AMTL, DGTT, ANTRAL, MFAP	instalação de um COD em 21 táxis EURO I (21 num ano - 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M19	Introdução de portagens diferenciadas no acesso à cidade de Lisboa, consoante a taxa de ocupação do TI	CMs, IEP, BRISA, PSP, MAI	introdução de portagens diferenciadas pressupondo o princípio da manutenção de receitas, utilizando uma tarifa mais onerosa a veículos apenas com o condutor (promoção do <i>car-pooling</i> ³⁰) (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M20a	Aumento do número de corredores bus em vias estruturantes (AML Norte)	CMs, IEP, MAI	aumento do número de corredores dedicados para o TCR, especialmente em vias com grande fluxo de tráfego (por exemplo vias de entrada na cidade), o que permite aumentar a velocidade de circulação comercial e captar passageiros para o TCR (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)

²⁹ COD – Catalisador de Oxidação Diesel – equipamento de “fim de linha” que permite reduzir cerca de 90% das emissões de partículas. Não reduz óxidos de azoto (NOx).

³⁰ *car-pooling* – designa um sistema no qual existe uma utilização partilhada regular de veículos automóveis, visto que tipicamente os aderentes a um sistema deste tipo têm matrizes origem/destino e horários similares. A vantagem é a que deriva do facto de se otimizar a ocupação dos veículos, especialmente em deslocações pendulares, possibilitando a diminuição do número de veículos que acedem por exemplo a centros urbanos (os quais normalmente concentram serviços), reduzindo o congestionamento originado pelo TI e as diferentes externalidades geradas por estes (tais como por exemplo a emissão de poluentes atmosféricos).



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo esperado para PPAR
	M20b	Aumento do número de corredores bus em vias estruturantes (AML Sul)	CMs, IEP, MAI	aumento do número de corredores dedicados para o TCR, especialmente em vias com grande fluxo de tráfego (por exemplo vias de entrada na cidade), o que permite aumentar a velocidade de circulação comercial e captar passageiros para o TCR (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M20c	Aumento do número de corredores bus em vias estruturantes (Setúbal)	CMs, IEP, MAI	aumento do número de corredores dedicados para o TCR, especialmente em vias com grande fluxo de tráfego (por exemplo vias de entrada na cidade), o que permite aumentar a velocidade de circulação comercial e captar passageiros para o TCR (implementação a partir de 2006)	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M21	Introdução de inspeções em estrada com equipamento de medição <i>in loco</i>	DGV	introdução nas inspeções efectuadas em estrada de equipamento de monitorização no local ou aumento da fiscalização sobre viaturas com emissões elevadas, conduzindo-as a centros de inspecção	não avaliado (insuficiente informação de base, nenhum exemplo para aferir da eventual eficácia desta medida)
	M22a	Melhorias globais da rede de TC (AML Norte)	OTs, AMTL, CMs	outras medidas de melhoria da mobilidade nas deslocações internas na aglomeração (tais como a promoção da intermodalidade, o aumento das frequências de carreiras ou a criação de parques de estacionamento periféricos junto a <i>interfaces</i>)	não avaliado (insuficiente informação de base, nenhum exemplo para aferir da eventual eficácia desta medida)
	M22b	Melhorias globais da rede de TC (AML Sul)	OTs, AMTL, CMs	outras medidas de melhoria da mobilidade nas deslocações internas na aglomeração (tais como a promoção da intermodalidade, o aumento das frequências de carreiras ou a criação de parques de estacionamento periféricos junto a <i>interfaces</i>)	não avaliado (insuficiente informação de base, nenhum exemplo para aferir da eventual eficácia desta medida)
	M22c	Melhorias globais da rede de TC (Setúbal)	OTs, AMTL, CMS	outras medidas de melhoria da mobilidade nas deslocações internas na aglomeração (tais como a promoção da intermodalidade, o aumento das frequências de carreiras ou a criação de parques de estacionamento periféricos junto a <i>interfaces</i>)	não avaliado (insuficiente informação de base, nenhum exemplo para aferir da eventual eficácia desta medida)
	M23a	Desincentivo fiscal à aquisição de veículos com emissões significativas (AML Norte)	DGV, MFAP	agravamento significativo da fiscalidade que incide sobre a importação de veículos com mais de 6 anos (ligeiros: pré-EURO II)	não avaliado (insuficiente informação de base)



Sector	Ref. ^a Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo esperado para PPar
	M23b	Desincentivo fiscal à aquisição de veículos com emissões significativas (AML Sul)	DGV, MFAP	agravamento significativo da fiscalidade que incide sobre a importação de veículos com mais de 6 anos (ligeiros: pré-EURO II)	não avaliado (insuficiente informação de base)
	M23c	Desincentivo fiscal à aquisição de veículos com emissões significativas (Setúbal)	DGV, MFAP	agravamento significativo da fiscalidade que incide sobre a importação de veículos com mais de 6 anos (ligeiros: pré-EURO II)	não avaliado (insuficiente informação de base)
Transportes	MIIIa	Implementação do GN em parte da frota de TCR (AML Norte)	OTs, CMs, DGTT, APVGN	substituição de 60 viaturas EURO I / ano por veículos a GN. Total 301 veículos até 2009	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	MIIIb	Implementação do GN em parte da frota de TCR (AML Sul)	OTs, CMs, DGTT, APVGN	substituição de 44 viaturas EURO I ano por veículos a GN, até 2006	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	MIIIc	Implementação do GN em parte da frota de TCR (Setúbal)	OTs, CMs, DGTT, APVGN	substituição de 8 viaturas EURO I ano por veículos a GN, até 2006	a avaliar (ver capítulo seguinte)
	M24a	Melhoria do desempenho ambiental das Principais Fontes Pontuais inventariadas* no conjunto de indústrias existentes na aglomeração e áreas contíguas (AML Norte)	DGGE, Inds, Alnd, IA, CCDD-LVT, DGE, DRE-LVT	implementação Melhores Técnicas Disponíveis (MTDS) inventariadas como unidades industriais importantes pelo inventário regional e não abrangidas pela Directiva PCIP	não avaliado (insuficiente informação de base, dado que a avaliação teria de ser feita unidade a unidade)



M24b	Melhoria do desempenho ambiental das Principais Fontes Pontuais inventariadas* no conjunto de indústrias existentes na aglomeração e áreas contíguas (AML Sul)	DGGE, Inds, AInd, IA, CCDR-LVT, DGE, DRE-LVT	implementação Melhores Técnicas Disponíveis (MTDS) inventariadas como unidades industriais importantes pelo inventário regional e não abrangidas pela Directiva PCIP	não avaliado (insuficiente informação de base, dado que a avaliação teria de ser feita unidade a unidade)
M24c	Melhoria do desempenho ambiental das Principais Fontes Pontuais inventariadas* no conjunto de indústrias existentes na aglomeração e áreas contíguas (Setúbal)	DGGE, Inds, AInd, IA, CCDR-LVT, DGE, DRE-LVT	implementação Melhores Técnicas Disponíveis (MTDS) inventariadas como unidades industriais importantes pelo inventário regional e não abrangidas pela Directiva PCIP	não avaliado (insuficiente informação de base, dado que a avaliação teria de ser feita unidade a unidade)
M25a	Aumento da fiscalização das Principais Fontes Pontuais identificadas no conjunto de indústrias existentes na aglomeração e áreas contíguas (AML Norte)	IGA, CCDR-LVT, IA, DRE-LVT	aumento da frequência das acções de fiscalização e da realização de auditorias às principais Fontes Pontuais existentes na aglomeração e áreas contíguas	não avaliado (insuficiente informação de base, dado que a avaliação teria de ser feita unidade a unidade)
M25b	Aumento da fiscalização das Principais Fontes Pontuais identificadas no conjunto de indústrias existentes na aglomeração e áreas contíguas (AML Sul)	IGA, CCDR-LVT, IA, DRE-LVT	aumento da frequência das acções de fiscalização e da realização de auditorias às principais Fontes Pontuais existentes na aglomeração e áreas contíguas	não avaliado (insuficiente informação de base, dado que a avaliação teria de ser feita unidade a unidade)



Todos os sectores	M25c	Aumento da fiscalização das Principais Fontes Pontuais identificadas no conjunto de indústrias existentes na aglomeração e áreas contíguas (Setúbal)	IGA, CCDR-LVT, IA, DRE-LVT	aumento da frequência das acções de fiscalização e da realização de auditorias às principais Fontes Pontuais existentes na aglomeração e áreas contíguas	não avaliado (insuficiente informação de base, dado que a avaliação teria de ser feita unidade a unidade)
	M26a	Promoção de políticas de planeamento e de ordenamento do território às escalas regional e local (AML Norte)	CMs, CCDR-LVT, DGOTDU	integração dos princípios orientadores definidos no PROT-AML e nos diferentes PDM no sentido de melhorar a qualidade de vida, reduzindo as necessidades de deslocação pendulares (casa-trabalho)	não avaliado (insuficiente informação de base para avaliação)
	M26b	Promoção de políticas de planeamento e de ordenamento do território às escalas regional e local (AML Sul)	CMs, CCDR-LVT, DGOTDU	integração dos princípios orientadores definidos no PROT-AML e nos diferentes PDM no sentido de melhorar a qualidade de vida, reduzindo as necessidades de deslocação pendulares (casa-trabalho)	não avaliado (insuficiente informação de base para avaliação)
	M26c	Promoção de políticas de planeamento e de ordenamento do território às escalas regional e local (Setúbal)	CMs, CCDR-LVT, DGOTDU	integração dos princípios orientadores definidos no PROT-AML e nos diferentes PDM no sentido de melhorar a qualidade de vida, reduzindo as necessidades de deslocação pendulares (casa-trabalho)	não avaliado (insuficiente informação de base para avaliação)

* - a inventariação das principais fontes pontuais integra o inventário regional, cujo desenvolvimento está em curso. A definição da listagem das principais fontes apenas será possível após a finalização deste trabalho.



5.1.2.2 P&M a aplicar em circunstâncias determinadas

O conjunto de P&M a aplicar em circunstâncias determinadas tem por objectivo a redução drástica de emissões em dias em que se prevêem concentrações poluentes elevadas. Esta previsão será efectuada com base em indicações do IM, podendo resultar de estudos meteorológicos realizados pelo DCEA – FCT/UNL e IM. Deste modo a sua aplicação será efectuada apenas em dias em que as condições meteorológicas propiciam o aparecimento de episódios de elevadas concentrações poluentes.

Tabela 73: Síntese das medidas propostas para aplicação apenas em circunstâncias previamente determinadas

Sector	Refª Medida	Medida	Algumas Entidades envolvidas na Implementação	Acção(ões) / Período de Implementação	Impacte quantitativo para PPar esperado
Transportes	M27	Implementação de um sistema de placas de matrícula alternadas para o TI (AML Norte)	CMs, MAI, PSP, PM	implementação de um sistema de circulação baseado nas placas de matrícula, permitindo a entrada alternadamente a pares ou ímpares, apenas em dias em que se prevêem episódios de poluição elevada (implementação a partir de 2006)	não avaliado (a avaliação não será efectuada, dado que não permitiria comparação com medidas para aplicação numa base anual)
	M28	Aumento significativo do valor das portagens nos principais corredores de entrada em Lisboa, paralelo ao estabelecimento da gratuidade da utilização dos TCs e de parques de estacionamento periféricos (AML Norte)	AMTL, OTs, MAI, PSP, PM, MFAP	aumento temporário do valor das portagens nos principais corredores de entrada na cidade de Lisboa, paralelo ao estabelecimento de TCs de utilização gratuita. A aplicar apenas em dias em que se prevêem episódios de poluição elevada (implementação a partir de 2006)	não avaliado (a avaliação não será efectuada, dado que não permitiria comparação com medidas para aplicação numa base anual. Também não existem dados de base que permitam esta quantificação)
	M29	Aumento da frequência de lavagem de ruas (AML Norte, AML Sul e Setúbal)	CMs	aumento da frequência de lavagem de ruas determinadas recorrendo a água resultante de outros usos, ponderada em função da sua disponibilidade (implementação a partir de 2006)	não avaliado*

* a avaliação da medida só poderá ser efectuada após terem-se obtido estimativas da redução da ressuspensão, por efeito da lavagem das vias/ruas.

5.2 Caracterização detalhada de P&M

Nesta fase importa caracterizar detalhadamente as P&M com um potencial impacte significativo nas emissões dos poluentes abrangidos pelos planos descritos anteriormente em ambiente urbano. Utilizando como elemento de base as P&M seleccionadas anteriormente, avaliar-se-ão diferentes aspectos inerentes à sua aplicação para o período previsto para a implementação das mesmas (o qual varia entre o período 2005 a 2010). Os aspectos considerados para a caracterização ou avaliação detalhada de cada uma destas P&M encontram-se descritos em seguida.

Avaliação do nível de viabilidade da análise

Um dos objectivos neste capítulo foi, sempre que possível, ir além da informação requerida no questionário relativo à descrição das medidas (questionário introduzido através da publicação da Decisão da Comissão 2004/224/CE de 20 de Fevereiro de 2004, que deverá ser enviado à Comissão com o documento dos PPar), nomeadamente, procurando fornecer alguma informação qualitativa relativamente à viabilidade das medidas já existentes e propostas. O grau de viabilidade de cada uma das P&M propostas ao abrigo deste plano resulta da avaliação dos custos económicos (de investimento e de operação), ponderando igualmente o custo social e político da sua implementação através do grau de viabilidade (Tabela 74).

Tabela 74: Classificação utilizada na avaliação de P&M relativa ao grau de viabilidade de cada uma das P&M propostas

Grau de Viabilidade	Descrição (apenas P&M propostas)
5	pouco viável (custos políticos e sociais significativos decorrentes da concretização da medida – p.ex. aumentos importantes da carga fiscal sobre combustíveis)
10	viável (custos sociais e políticos relativamente reduzidos OU políticas e medidas cujas premissas de implementação são já correntes e conhecidas pelos agentes, p.ex. aumento da eficácia de fiscalização do estacionamento pago)
15	muito viável (políticas e medidas com uma aceitação social e política bastante boa, p.ex. a criação das Autoridades Metropolitanas de Transporte – bem acolhidas pela generalidade dos agentes)

Escala temporal das P&M seleccionadas

O horizonte temporal considerado para as medidas, em curso ou propostas ao abrigo deste plano, teve como limite superior o ano de 2010, isto é, apenas serão consideradas medidas cuja fase prévia à implementação/aplicação da medida (por exemplo a fase de construção no caso de medidas de cariz infra-estrutural) termina, no máximo, no ano de 2010. Neste particular foram definidos três horizontes temporais expectáveis para cada uma das P&M propostas, a saber:

- **Curto prazo**, para as P&M propostas cujo período prévio à sua implementação efectiva é inferior a um ano;



- **Médio prazo**, para o conjunto de P&M cuja fase de concepção/construção do formato final a ser adoptado decorra entre um ano e três anos (2008);
- **Longo prazo**, para P&M cujo início da sua aplicação prática seja de cinco anos (2009 ou 2010).

Escala espacial das P&M seleccionadas

No que diz respeito à escala espacial foram seleccionadas medidas de diferentes escalas, desde a escala local (pequenas partes de aglomerações, como por exemplo bairros específicos) até medidas à escala nacional e europeia.

Classificação das P&M seleccionadas em função da sua natureza

Todas as P&M equacionadas neste documento foram agrupadas em função da sua natureza. Foram desta forma classificadas em:

- **INSTRUMENTOS DE OFERTA:** designação genérica que agrupa o conjunto de instrumentos destinados a influenciar o comportamento dos diferentes agentes através de alterações na quantidade e/ou qualidade de determinados bens (por exemplo infra-estruturas). Podem neste contexto ser definidos alguns subgrupos, tais como:
 - Instrumentos de natureza **infra-estrutural**, aqueles que dizem respeito à construção de infra-estruturas tais como rodovias ou ferrovias, no caso particular do sector dos transportes.
 - Instrumentos relacionados com **tecnologia**, nomeadamente com alterações tecnológicas operadas ao nível, quer de processos, quer de produtos, tais como a introdução de tecnologia que visa a melhoria do desempenho energético e/ou ambiental dos veículos. São exemplos destes instrumentos a introdução de filtros de partículas em veículos *diesel* ou a instalação de filtros de mangas em unidades industriais (melhoria através da incorporação de tecnologias de “fim de linha”), bem como a introdução no mercado de veículos com um nível de emissões mais reduzido, como por exemplo os veículos híbridos³¹ ou veículos cujos motores de propulsão assentam na utilização de combustíveis alternativos (por exemplo hidrogénio), ou de novos processos industriais.
 - Instrumentos de cariz **operativo**, os quais englobam a série de instrumentos relacionados com a gestão e organização dos diferentes sistemas e/ou sectores. São instrumentos que permitem otimizar a oferta existente, por exemplo através de reajustamentos ao nível da procura de determinados bens ou serviços, tais como a promoção do “*car-pooling*”, a optimização da capacidade de carga de veículos de transporte de mercadorias (ex.: Salon, 2001) ou a utilização de combustíveis “mais limpos” em caldeiras industriais mediante condições meteorológicas particulares. Neste grupo de instrumentos há igualmente lugar para medidas de alteração comportamental associadas ao modo de utilização de equipamentos, tais como, por exemplo a formação de condutores de frotas cativas para a melhoria

³¹ veículos híbridos – designam veículos que utilizam mais do que um sistema de propulsão, tipicamente um motor de combustão interna e um motor eléctrico. A oferta deste tipo de veículos tem crescido nos últimos anos, existindo inclusivamente alguns modelos de ligeiros de passageiros já em comercialização no mercado nacional (adaptado de Dictionary.LaborLaw.Talk.com, 2005).

da eficiência da sua condução (redução de consumos), bem como a utilização de sistemas telemáticos de informação e gestão de tráfego (que embora assentem em tecnologia visam a optimização da utilização da rede viária pelo TI).

- **INSTRUMENTOS REGULAMENTARES:** frequentemente designados por instrumentos de “comando e controlo” são aqueles instrumentos que se baseiam na instituição de um conjunto de normativos e regras que os agentes terão de verificar. São exemplos deste tipo de instrumentos normativos, a introdução de normas de emissão para veículos (por exemplo as normas EURO IV – Decreto-Lei n.º 202/2000, de 1 de Setembro) ou o estabelecimento de normas de emissão em determinadas unidades industriais em função da sua potência térmica (por exemplo a legislação sobre Grandes Instalações de Combustão - Decreto-Lei n.º 178/2003, de 5 de Agosto). Outro exemplo pode ser dado pela legislação que determina a necessidade de procedimentos de manutenção e inspeção obrigatória de veículos. Incluem-se ainda neste grupo os mecanismos complementares de cumprimento da legislação existente (fiscalização), bem como a existência de legislação com efeito indirecto. Por exemplo diplomas legais como a limitação das velocidades de circulação, que embora introduzidas com um objectivo centrado nas condições de segurança do transporte de pessoas e bens, também influenciam as emissões de poluentes atmosféricos (Moura, 2001). Refira-se que uma compilação dos principais diplomas legais existentes no direito interno e no direito comunitário são indicados na Tabela 69.
- **INSTRUMENTOS ECONÓMICO-FISCAIS:** designação que abrange a família de instrumentos cujo objectivo é a promoção de alterações do comportamento dos diferentes agentes através de mecanismos de funcionamento do mercado, nomeadamente através do ajustamento do preço por forma a corrigir falhas de mercado relacionadas com as externalidades³² (Antunes *et al.*, 2002). Um exemplo deste tipo de abordagem pode ser dado pela aplicação de taxas. Existem instrumentos associados especificamente à introdução de taxas que visam dar sinais ao mercado, por forma a que os agentes possam adoptar decisões mais eficientes também do ponto de vista de gestão ambiental, tais como por exemplo a revisão do Imposto Automóvel por forma a ponderar as emissões poluentes específicas dos veículos (discutida em Portugal no âmbito do PNAC desde 2001) ou de instrumentos em vigor como subsídios à aquisição de equipamentos produtores de energia eléctrica a partir de energia solar.

Avaliação do nível de detalhe da análise

O nível de detalhe da análise das medidas é diferenciado, sendo a principal condicionante a disponibilidade de dados para a avaliação do impacto de cada uma das medidas em termos de emissões dos poluentes atmosféricos constantes das duas primeiras Directivas-“filhas” (Directiva n.º 1999/30/CE e Directiva n.º

³² externalidades (ou custos externos) – termo genérico que designa “o efeito que surge quando uma actividade social ou económica associada a um conjunto de pessoas têm impacte sobre outro conjunto e quando esse impacte não é totalmente contabilizado ou compensado pelo primeiro conjunto. Assim, por exemplo, uma central térmica que emite dióxido de enxofre, SO₂, origina danos sobre a saúde humana e sobre o património construído, impondo um custo externo. É um custo externo porque o impacte sobre os proprietários dos edifícios ou os sujeitos que sofrem danos sobre a sua saúde não são incorporados pela indústria de produção de energia. São custos externos porque, embora sejam custos reais para estes membros da sociedade, os donos da central térmica não os têm em consideração no processo de tomada de decisão”.

2000/69/CE). A Tabela 75 indica a correspondência entre o valor numérico utilizado e o detalhe da análise efectuada para cada uma das P&M avaliadas.

Tabela 75: Classificação utilizada na avaliação de P&M relativa ao nível de detalhe da análise efectuada

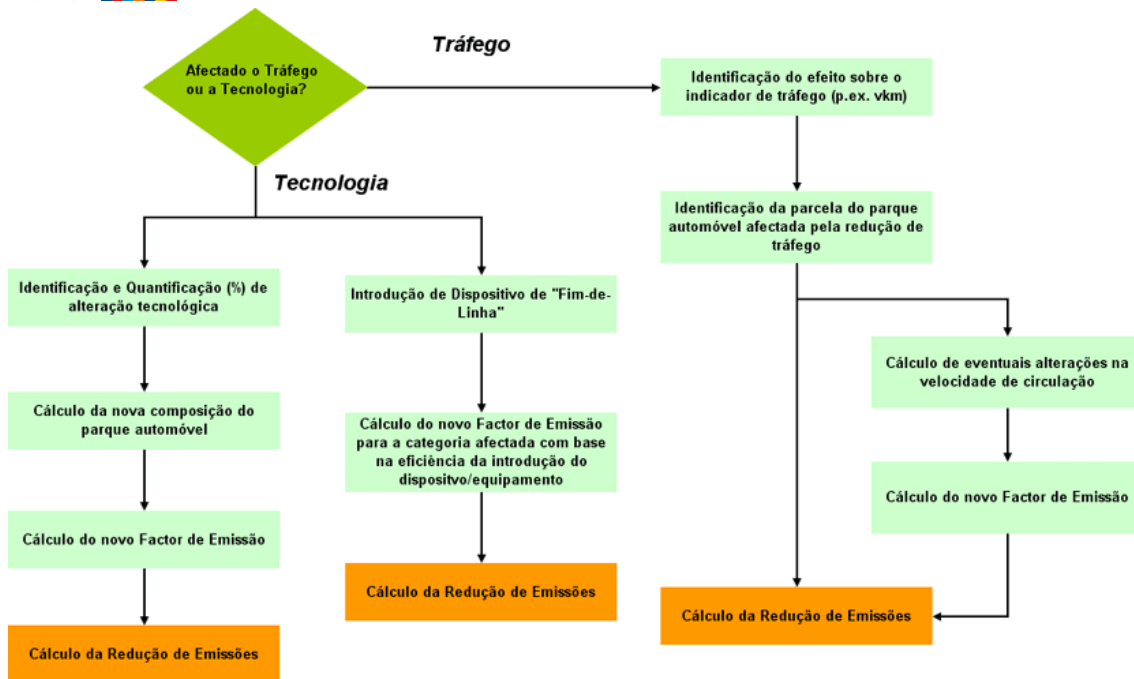
Nível de Detalhe da Análise	Descrição
1	estimativa de custos ou de redução de emissões impossível de efectuar devido a ausência de dados de base
2	estimativa custos e redução de emissões efectuada com base em bibliografia (publicada antes de 2004)
3	estimativa custos ou redução de emissões efectuada com base em bibliografia (publicada após 2004)
4	estimativa custos efectuada com base em bibliografia (publicada 2004 ou 2005 na UE) + estimativa redução de emissões publicada em bibliografia (2004 ou 2005 - UE)
5	estimativa custos efectuada com base em bibliografia (publicada 2004 ou 2005 na UE) + estimativa redução de emissões específica para o(s) equipamento(s) proposto(s)
6	estimativa custos efectuada com base na consulta de mercado + estimativa redução de emissões específica para o(s) equipamento(s) para o qual(ais) foi feita a consulta

Estimativa do impacte da medida em termos de emissões

A estimativa do efeito de cada uma das P&M em implementação ou propostas foi baseada na metodologia descrita no "Portuguese National Inventory on Greenhouse Gases, 1990-2002" (IA, 2004). Contudo, foi necessária a adopção de uma série de métodos de desagregação espacial, visto que esta metodologia foi produzida para a escala nacional e a quantificação do impacte destas medidas deverá ser efectuada para a escala das aglomerações.

Não foi possível quantificar o efeito das P&M associadas ao sector industrial, na medida em que as reduções das emissões de poluentes se enquadram principalmente na aplicação das melhores tecnologias disponíveis definidas sector a sector no quadro da aplicação do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de Agosto; tal terá de ser efectuada até final de 2007, mas exigirá um conjunto detalhado de informação a recolher indústria a indústria, tarefa que foi possível efectuar em tempo útil, por forma a integrar este trabalho.

Desta forma, a estimativa dos efeitos em termos de redução de emissões das P&M foi efectuada seguindo a metodologia descrita através da Figura 103.



Fonte: adaptado de Moura, 2001

Figura 103: Esquema geral da metodologia adoptada para a estimativa de emissões

O cenário de base, utilizado na quantificação de algumas das medidas para efeitos de comparação de emissões, baseou-se nos indicadores de actividade produzidos para o cenário de referência desenvolvido para o PNAC e PTEN (IA, 2003; IA, 2002). Este cenário é definido no PTEN como sendo "o cenário *business as usual*, decorrente de cenários demográficos, macroeconómicos e sectoriais, de médio-longo prazo, ajustado do potencial de redução de emissões resultantes da implementação dos instrumentos de política ambiental em vigor no período até 2010" (IA, 2002). Um exemplo que ilustra este ajustamento por via de políticas ambientais em vigor pode ser dado pela incorporação de veículos que cumprem normas de emissão cada vez mais restritivas (por exemplo normas EURO III ou EURO IV para os veículos ligeiros de passageiros).

A opção pelo uso de alguns dos indicadores de actividade provenientes do PTEN e PNAC asseguram igualmente consistência entre as estimativas efectuadas nesses contextos para outros poluentes e as estimativas efectuadas neste documento. Parece importante indicar alguns destes indicadores de actividade utilizados, tal como o parque automóvel considerado, o qual resultou da aplicação de uma regressão linear à estrutura do parque automóvel estimado por André *et al.* (1999) e utilizado para este efeito no PTEN para os anos 2005 e 2010 (IA, 2002). A estrutura do parque automóvel utilizada para o cenário de referência encontra-se no Anexo VII.

Os factores de emissão utilizados foram calculados com base na metodologia CORINAIR (EEA, 2004), tendo em linha de conta uma composição do parque percentualmente semelhante à estimada para o parque automóvel nacional anteriormente indicado. Os factores de emissão utilizados para ligeiros de passageiros ponderados em função da composição do parque, encontram-se indicados no Anexo VII. Estes factores já incorporam o efeito da penetração crescente de veículos com melhor desempenho ambiental (cumprimento de normas EURO cada vez mais exigentes) no cenário de referência.



Os factores de emissão anteriores foram utilizados para as medidas em que as P&M a implementar implicavam alterações nos níveis de tráfego, assumindo que não haveria alterações na composição do parque automóvel. Para os casos em que as P&M induzem alterações nesta, por exemplo incentivos conducentes à introdução antecipada de veículos com menores emissões (EURO III ou EURO IV) em substituição de parte do parque com maior idade (pré-EURO, por exemplo) já se recorreu directamente aos factores de emissão calculados para as diferentes tecnologias, na medida em que os factores de emissão ponderados não iriam reflectir a alteração do parque. Estes factores de emissão encontram-se indicados por ano e por combustível Anexo VII.

A abordagem efectuada para outras categorias de veículos, tais como os ligeiros e pesados de mercadorias e os autocarros (serviço urbano), foi feita da mesma forma. Neste caso, a repartição tecnológica para o período 2005 a 2010 recorreu a uma regressão linear que utilizou as estimativas publicadas por outro trabalho realizado no âmbito do projecto MEET³³, neste caso o relatório "*Road Traffic Composition*" (Kyriakis *et al.*, 1998).

A composição das frotas deste tipo de veículos considerada, à semelhança do que acontece para o caso dos ligeiros de passageiros, apresenta algumas debilidades. A mais importante no caso do parque de ligeiros de passageiros foi identificada no desenvolvimento do PNAC e PTEN e está relacionada com a manutenção percentual de cilindradas ao longo do período de projecção. Deste modo "não incorpora as tendências europeias que reflectem um aumento da percentagem de cilindradas mais elevadas nos parques ligeiros nacionais" (IA, 2002). No que diz respeito às projecções para as restantes classes de veículos, o maior problema reside no não incorporar a introdução das normas EURO IV para pesados de mercadorias e para autocarros, a partir de 2006, nem as normas EURO V para as mesmas categorias de veículos, a partir de 2009. Todavia, dado que na bibliografia consultada não foram encontradas outras estimativas para as composições destas frotas com este nível de desagregação, optou-se por utilizar estas estimativas.

Os factores de emissão ponderados através da composição da frota para ligeiros e pesados de mercadorias, bem como para autocarros urbanos, apresentam-se no Anexo VII. Da mesma forma, as principais premissas inerentes ao cálculo de cada uma das estimativas de emissões efectuada pode ser observada neste mesmo anexo.

No que diz respeito ao cálculo das emissões dos modos com propulsão eléctrica, nomeadamente os modos ferroviário (no caso a entrada em operação quer do Metro Transportes do Sul quer das expansões da rede do Metropolitano de Lisboa), dado que é a escala da aglomeração o factor relevante, considerar-se-á que o adicional de consumos energéticos é produzido sem impacte nas emissões no interior das aglomerações (portanto emissões associadas zero). Esta premissa assenta, mais uma vez, no facto da produção de electricidade se efectuar fora das aglomerações, apoiando-se também num aumento de consumo eléctrico insignificante comparado com a totalidade dos consumos nas aglomerações em causa.

³³ MEET – é o acrónimo para o projecto *Methodologies for Estimating air pollutant Emissions from Transport*, isto é um projecto europeu financiado pela Comissão Europeia, cujo objectivo foi o de criar metodologias que possibilitem o cálculo de estimativas das emissões de poluentes atmosféricos associadas ao sector dos transportes.

Para além destes indicadores de actividade, foi ainda necessário adoptar um conjunto de premissas associadas à aplicação de cada uma das P&M avaliadas, as quais serão referidas individualmente no Anexo VII.

Desenvolvimento da análise custo-eficácia

O nível de detalhe associado à análise das medidas está fortemente relacionado com a metodologia da análise de custo-eficácia efectuada para cada uma das P&M constantes deste documento, na medida em que traduz a especificidade dos dados de entrada utilizados na análise custo-eficácia. Devem entender-se por custos associados a cada uma das medidas o somatório de duas tipologias de custo:

- **Custos de capital**, são os custos associados com a aquisição de equipamentos ou a concepção/construção de determinados sistemas. Um exemplo pode ser dado pela aquisição e instalação de filtros de partículas em frotas cativas (por exemplo uma frota de TCR).
- **Custos de operação**, são os custos associados com a parte operativa das medidas, sejam custos associados a um eventual aumento de consumo de um determinado bem por via da aplicação da medida (por exemplo aumento de consumo de combustível derivado da instalação de um filtro de partículas ou custos associados a recursos humanos necessários à manutenção desses equipamentos). Estes custos serão estimados numa base anual.

A aferição de custos, particularmente relacionada com as medidas propostas para o longo prazo, tende a ter um maior grau de incerteza associado por razões que se prendem com a evolução do preço dos bens e serviços que influem sobre essa estimativa de custos. Um caso exemplar pode ser dado pela estimativa dos custos operacionais para alterações no parque automóvel ou em frotas cativas resultantes da substituição dos actuais veículos por alternativas. Estas alternativas tendem a ter consumos diferentes daqueles que caracterizavam o parque ou frota iniciais, donde a estimativa de custos operacionais terá de incorporar as alterações de consumo de combustível. Como o mercado de combustíveis tem sofrido variações bastante pronunciadas nos últimos meses, a adopção de um determinado preço por unidade de combustível (por exemplo o custo por litro da gasolina) pode introduzir um erro significativo na análise. Este problema é contornado através de uma explicação detalhada, para cada uma das medidas propostas, das premissas inerentes à estimativa de custos, o que possibilitará a revisão das estimativas de custos em momentos posteriores.

Quanto aos benefícios decorrentes da redução estimada na emissão dos diferentes poluentes atmosféricos recorreu-se à quantificação das externalidades associadas a cada um dos poluentes. Foi utilizada uma metodologia desenvolvida especificamente para a CE pelo Netcen, em 2002, relativa à quantificação de custos externos gerados pela poluição atmosférica, BeTa (*Benefits Table database*). Esta metodologia foi desenvolvida, por forma a que se possam estimar externalidades associadas às emissões poluentes para cada um dos Estados-Membros da "antiga"-UE a quinze. O método de cálculo das estimativas, dado ser dominado pelos efeitos sobre a saúde humana, baseia-se na premissa de que as relações entre as concentrações poluentes e os efeitos sobre a saúde humana são causais. "Esta premissa foi independente e amplamente revista por vários grupos de peritos mundiais que trabalham nesta temática e é actualmente considerada robusta" (Holland e Watkiss, 2002). Dado que as estimativas se referem a aglomerações, isto é a áreas maioritariamente urbanas onde se concentra uma parte significativa

da população, a adopção deste método foi considerada adequada para as estimativas dos benefícios associados às reduções de emissões. Estes benefícios são expressos em euros (€) por tonelada (ton) de poluente, tendo sido utilizados os custos externos referentes a áreas urbanas, para os casos em que duas estimativas diferentes existiam no BeTa. Para mais detalhes sobre esta metodologia, sugere-se a leitura do documento "BeTa – Benefits Table database, Estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe" (Holland e Watkiss, 2002).

A metodologia BeTa inclui entre os efeitos considerados, os efeitos constantes da Tabela 76.

Tabela 76: Efeitos incluídos na quantificação de externalidades (adaptado de BeTa, 2002)

Poluente	Efeitos considerados sobre...			Nota(s)
	Saúde Humana	Vegetação (colheitas)	Materiais	
SO ₂	X		X	Pondera igualmente efeito na saúde do sulfato e da acidez sobre os materiais
NO _x	X	X		Pondera efeito dos nitratos na saúde humana e de ozono (NO _x como precursor) sobre a saúde e vegetação
COV	X	X		Pondera efeito do ozono (COVs como precursores) sobre saúde e vegetação
PM _{2.5} *	X			

*Para PM₁₀ a determinação é efectuada de forma indirecta, na medida em que a quantificação efectuada pela metodologia BeTa se centra nos efeitos de PM_{2.5}, fracção granulométrica para a qual as funções dose-resposta que traduzem o efeito sobre a saúde humana são mais robustas (WHO, 2004). Dado que o objectivo é que as estimativas sejam tão correctas quanto possível, considerar-se-á por facilidade que a fracção granulométrica PM_{2.5} é de 0.48 da fracção PM₁₀, relação obtida através de uma regressão linear estabelecida entre as concentrações médias diárias de PM₁₀ e de PM_{2.5} para o ano de 2004 (único ano disponível para ambas as fracções granulométricas numa estação urbana de fundo – ver regressão linear no Anexo VII). Ainda no que concerne à avaliação de custos externos das emissões de PM₁₀, dado que a metodologia CORINAIR inclui apenas factores para PST, foi aplicado o factor 0.83 (inverso do factor 1.2 proposto para transformação de PST em PM₁₀ pelo Grupo de Trabalho de Partículas - ECWGP, 2002).

As estimativas dos custos externos associada utilizada como forma de quantificar os benefícios decorrentes da redução de emissões encontram-se indicadas na Tabela 77.

Tabela 77: Estimativas dos custos externos por tonelada de poluente atmosférico utilizadas

Poluente	Custo externo marginal para emissões em áreas urbanas (população <= 100.000 hab.) (€/ton a preços de 2000) ³⁴	AML Norte	AML Sul	Setúbal
SO ₂	3.000	15.000	13.200	2.700
NO _x	4.100	20.500	18.040	3.690
COV	1.500	7.500	6.600	1.350
PM _{2.5}	5.800	29.000	25.520	5.220

Fonte: adaptado de Holland e Watkiss, 2002

Identificação de agentes envolvidos na prossecução das P&M

A preocupação com a adopção futura de algumas das P&M propostas conduziu igualmente à especificação de agentes potencialmente envolvidos na concretização de cada uma das medidas. Esta listagem de entidades surgiu com base nas actuais competências das diferentes instituições, não devendo ser encarada como uma lista exaustiva mas sim como o elencar de um mínimo de entidades que deverão ser parte integrante, a diferentes níveis, na concretização destas propostas.

Poluentes abrangidos

Dada a natureza deste documento interessa seleccionar medidas com potencial de redução dos poluentes legislados pelas duas primeiras directivas-“filhas” (Directivas n.º 1999/30/CE e n.º 2000/69/CE, transpostas para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 111/2002), em especial aqueles poluentes para os quais foram previamente identificadas situações de excedência, em particular para partículas em suspensão na atmosfera medidas como PM₁₀ e para os óxidos de azoto (NO_x). Por outro lado, o destaque dado às medidas destinadas à redução de emissões provenientes do sector dos transportes traduzem igualmente a importância que este sector assume nas emissões, particularmente na cidade de Lisboa e aglomeração AML Norte.

5.2.1 P&M em curso

A síntese da avaliação das P&M em implementação é apresentada na Tabela 78.

³⁴ Esta estimativa refere-se a uma cidade com 100.000 habitantes, havendo que multiplicar o valor por 5 para cidades com 500.000 habitantes ou mais. A linearidade desta relação só se mantém até aos 500.000 hab., o que quer dizer que para cidades acima de 500.000 hab. a metodologia BeTa recomenda sempre o uso desse valor (5 x custo indicado por tonelada). É por isso que, por aglomeração, o custo por ton. utilizado será diferente, dado que a população total difere entre cada aglomeração.



5.2.1.1 Em implementação

Tabela 78: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M em implementação

REF. ^a	AGLOM.	TIPO INSTRUMENTO	ESCALA*	HORIZONTE	REDUÇÃO ESTIMADA 2005-2010 (ton)				CUSTOS 2005-2010 (k€)		CUSTO-BENEFÍCIO (€/t reduzida)				CUSTOS EXTERNOS 2005-2010 (k€)	DETALHE	VIABILIDADE	
					PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO	Capital	Operação	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO				
M1	AML Norte	Tecnológico	L/R	Médio prazo	9	174	-	-	4.100	-	437.911	70.766	-	-	1.314	4	15	
M2a		Infra-estrutural	L	Curto-médio prazo	2	86	0,4	381	320.000	n.d.	26.950	8.000	147.000	157	1.797	4	15	
M3		Infra-estrutural	L	Médio-Longo prazo	5	75	0,8	768	n.d.	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.619	3	15	
M3		Infra-estrutural	L	Curto prazo	4	68	0,7	695	240.000	-	59.463.430	3.553.669	323.872.947	345.694	1.460	4	15	
M3		Infra-estrutural	L	Médio-Longo prazo	5	85	0,9	876	79.000	-	15.427.085	923.776	84.340.813	89.963	1.824	3	15	
M4		Tecnológico	L/R	Médio prazo	93	2.625	-	1.006	50.500	-2.100	518.599	18.400	-	48.000	55.110	6	15	
M5		Operacional	L	Curto prazo	9	15	0,4	7	-	-	-	-	-	-	439	4	15	
MIa		Tecnológico	L/R	Médio Prazo	14	5		8	8.400	-	613.000	1.810.000	-	1.103.000	297	3	15	
MIIa		Tecnológico	L	Curto Prazo	20	112		112	0	n.d.	n.d.	n.d.	-		2.574	3	15	
MIVa		Operacional	L	Curto prazo	5	89	1	898	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.909	4	15	
M2b		AML Sul	Infra-estrutural	L	Curto-médio prazo	5	202	0,9	797	320.000	n.d.	69.123.000	1.586.490	376.277.000	401.700	3.717	4	15

* L – Local, R – Regional, N - Nacional



5.2.1.2 **Previstas**

Nenhuma das P&M em curso previstas identificada na Tabela 71 foi avaliada detalhadamente, não existindo deste modo lugar à elaboração da tabela síntese para este conjunto de medidas.

5.2.2 P&M propostas no âmbito dos PPar

Mais uma vez, para as P&M propostas no âmbito deste documento existe uma repartição entre o conjunto de medidas a implementar numa base permanente e o conjunto de medidas a implementar apenas em circunstâncias determinadas (no caso de previsão de episódios de poluição significativos).

5.2.2.1 **P&M a implementar numa base permanente**

Dada a quantidade de P&M propostas avaliadas, estas encontram-se subdivididas por aglomeração apresentando-se na Tabela 79 e na Tabela 80 as medidas para a AML Norte. O sumário dos resultados obtidos para a avaliação das medidas nas aglomerações AML Sul e Setúbal são indicados na Tabela 81 e Tabela 82, respectivamente.



Tabela 79: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração AML Norte (implementação numa base permanente)

REF.ª	AGLOM.	TIPO INSTRUMENTO	ESCALA*	HORIZONTE	REDUÇÃO ESTIMADA 2005-2010 (ton)				CUSTOS 2005-2010 (k€)		CUSTO-BENEFÍCIO (€/t reduzida)				CUSTOS EXTERNOS 2005-2010 (k€)	DETALHE	VIABILIDADE
					PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO	Capital	Operação	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO			
M6a	AML Norte	Tecnológico	L/R	Médio-longo prazo	40	486	-	225	4.555	1.386 a 3.465	149.000 a 201.200	12.200 a 16.500	-	26.400 a 35.700	10.520	4	10
M7		Tecnológico	L/R	Curto prazo	17	212	-	98	1.400	605 a 1.500	115.000 a 167.500	9.500 a 13.700	-	20.400 a 29.700	4.600	6	10
M8		Infra-estrutural	L/R	Médi-Longo prazo	20	335	4	3.448	0	0	0	0	0	0	7.206	4	10
M9		Operacional	L/R	Curto-médio prazo	47 a 50	786 a 820	9	8.040 a 8.383	-	10.800	217.700 a 227.580	13.145 a 13.717	1.208.804 a 1.258.995	1.286 a 1.341	16.902 a 17.641	4	10
M10		Operacional	L/R	Longo prazo	12	16	0,2	10	233 a 828	332 a 998	104.198 a 133.132	75.981 a 97.080	6.954.314 a 8.885.446	125.509 a 165.472	639	3	10
M11a		Tecnológico	L/R	Curto prazo	56	502	-	-	16.200 a 23.740	-	630.270 a 923.048	32.290 a 47.290	-	-	10.653	4	5
M12		Operacional	L	Médio-Longo prazo	0,4	6	0,1	60	n.d.	n.d.	-	-	-	-	130	4	10
M13a		Incentivo económico-fiscal / Tecnológico	R/N	Médio prazo	46	563	-	260	4.500	1.600 a 4.000	133.528 a 185.685	10.946 a 15.221	-	23.669 a 32.914	12.182	4	10
M14a		Tecnológico	R/N	Médio-longo prazo	148	2.570	-	1.255	244.000	-61.500	1.233.106	71.146	-	145.703	54.745	3	5
M15a		Tecnológico	L/R	Médio-longo prazo	2	20	-	9	372	430 a 516	258.800 a 310.900	21.200 a 25.500	-	45.900 a 55.100	439	2	5

* L – Local, R – Regional, N - Nacional



Tabela 80: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração AML Norte (implementação numa base permanente) - continuação

REF. ^a	AGLOM.	TIPO INSTRUMENTO	ESCALA*	HORIZONTE	REDUÇÃO ESTIMADA 2005-2010 (ton)				CUSTOS 2005-2010 (k€)		CUSTO-BENEFÍCIO (€/t reduzida)				CUSTOS EXTERNOS 2005-2010 (k€)	DETALHE	VIABILIDADE
					PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO	Capital	Operação	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO			
M16	AML Norte	Infra-estrutural	R/N	Longo prazo	23 a 42	376 a 680	4 a 8	3.806 a 6.876	n.d.	n.d.	-	-	-	-	8.088 a 14.645	5	10
M17a		Tecnológico	L/R	Médio-longo prazo	42	13	-	23	22.184	-	523.298	1.657.355	-	952.456	1.196	3	10
M18a		Tecnológico	L/R	Médio prazo	24	-	-	-	370 a 615	-	15.667 a 26.112	-	-	-	334	4	5
M19		Infra-estrutural	R	Longo prazo	20 a 37	333 a 602	4 a 7	3.373 a 6.093	0	0	0	0	0	0	7.165 a 12.961	3	10
M20a		Infra-estrutural	L/R	Curto prazo	99	1.639	3	699	58.000	-	58.293	3.505	1.882.390	8.218	35.022	4	15
M21a		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M22a		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M23a		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M24a		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M25a		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M26a		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MIIIa		Tecnológico	L/R	Curto prazo	26	473	-	-	24.691	-	960.024	45.253	-	-	8.851	4	10

* L – Local, R – Regional, N - Nacional



Tabela 81: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração AML Sul (implementação numa base permanente)

REF.ª	AGLOM.	TIPO INSTRUMENTO	ESCALA*	HORIZONTE	REDUÇÃO ESTIMADA 2005-2010 (ton)				CUSTOS 2005-2010 (k€)		CUSTO-BENEFÍCIO (€/t reduzida)				CUSTOS EXTERNOS 2005-2010 (k€)	DETALHE	VIABILIDADE
					PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO	Capital	Operação	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO			
M6b	AML Sul	Tecnológico	L/R	Curto prazo	14	308	-	79	854	366 a 916	116.000 a 168.000	9.500 a 13.800	-	20.500 a 29.775	5.728	4	10
M11b		Tecnológico	L/R	Curto prazo	4	74	-	-	3.000 a 4.100	-	811.900 a 1.105.500	41.600 a 51.600	-	-	1.384	4	5
M13b		Tecnológico	L/R	Curto prazo	14	308	-	79	854	366 a 916	116.000 a 168.000	9.500 a 13.800	-	20.500 a 29.775	5.728	4	10
M14b		Tecnológico	R/N	Médio prazo	35	607	-	227	45.700	-11.140	986.794	56.951	-	152.171	12.931	3	5
M15b		Tecnológico	R/N	Médio-longo prazo	0,3	5	-	2	115	130 a 152	443.800 a 520.400	24.800 a 29.000	-	53.500 a 62.800	98	2	5
M17b		Tecnológico	L/R	Curto prazo	3	1	-	1	1.000	-	388.763	1.231.249	-	707.588	79	3	10
M18b		Tecnológico	L/R	Curto prazo	1	-	-	-	14 a 23	-	14.100 a 23.500	-	-	-	12	4	5
M20b		Infra-estrutural	L/R	Curto prazo	17	201	0,6	121	n.d.	-	n.d.	-	-	-	4.800	4	15
M22		Tecnológico	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M21b		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M22b		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M23b		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M24b		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M25b		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M26b		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MIIIb		Tecnológico	L/R	Curto prazo	4	69	-	-	3.630	-	960.024	52.463	-	-	1.470	4	10
MIVb		Operacional	L	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

* L – Local, R – Regional, N – Nacional



Tabela 82: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta para a aglomeração Setúbal (implementação numa base permanente)

REF.ª	AGLOM.	TIPO INSTRUMENTO	ESCALA*	HORIZONTE	REDUÇÃO ESTIMADA 2005-2010 (ton)				CUSTOS 2005-2010 (k€)		CUSTO-BENEFÍCIO (€/t reduzida)				CUSTOS EXTERNOS 2005-2010 (k€)	DETALHE	VIABILIDADE
					PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO	Capital	Operação	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO			
M11c	Setúbal	Tecnológico	L/R	Curto prazo	0,8	15	-	-	200 a 320	-	252.200 a 403.500	12.900 a 20.700	-	-	57	4	5
M14c		Tecnológico	R/N	Curto prazo	6	109	-	41	8.000	-2.475	951.885	54.900	-	146.750	2.318	3	5
M15c		Tecnológico	R/N	Médio-longo prazo	0,1	1,3	-	0,6	47	430 a 516	476.900 a 529.100	39.100 a 43.300	-	84.500 a 93.800	50	2	5
M17c		Tecnológico	L/R	Curto prazo	1	0,3	-	1	475	-85	388.763	1.231.250	-	707.600	34	3	10
M18c		Tecnológico	L/R	Curto prazo	0,4	-	-	-	5 a 8	-	14.100 a 23.500	-	-	-	5	4	5
M20c		Infra-estrutural	L/R	Curto prazo	3	50	0,1	21	n.d.	-	n.d.	-	-	-	1.068	4	15
M6c		Tecnológico	L/R	Curto prazo	2	23	-	10	146	64 a 161	113.447 a 165.600	9.300 a 13.600	-	20.100 a 29.300	91	4	10
M13c		Tecnológico	L/R	Curto prazo	2	23	-	10	146	64 a 161	113.447 a 165.600	9.300 a 13.600	-	20.100 a 29.300	91	4	10
M21c		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M22c		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M23c		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M24c		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M25c		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M26c		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MIIIc		Tecnológico	L/R	Curto prazo	0,8	14	-	-	656	-	827.218	45.253	-	-	263	4	10
MIVc		Operacional	L	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

* L – Local, R – Regional, N – Nacional



5.2.2.2 P&M a aplicar em circunstâncias determinadas

No que diz respeito às P&M cuja aplicação deverá ser efectuada com base na previsão de episódios de elevadas concentrações, o conjunto de medidas avaliado encontra-se resumido na Tabela 83.

Tabela 83: Síntese da caracterização e estimativa de custos/benefícios de cada P&M proposta (implementação em circunstâncias determinadas)

REF. ^a	AGLOM.	TIPO INSTRUMENTO	ESCALA*	HORIZONTE	REDUÇÃO ESTIMADA 2005-2010 (ton)				CUSTOS 2005-2010 (k€)		CUSTO-BENEFÍCIO (€/t reduzida)				CUSTOS EXTERNOS 2005-2010 (k€)	DETALHE	VIABILIDADE
					PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO	Capital	Operação	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO			
M26	Todas	Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M27		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
M28		Operacional	L/R	Curto prazo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

* L – Local, R – Regional, N – Nacional

5.3 Hierarquização de P&M a adoptar

A selecção e hierarquização de P&M tem por base a análise de custo-eficácia mas também a redução total de emissões de partículas em suspensão estimada com a implementação da medida e a sua viabilidade previsível (parâmetros já indicados anteriormente). As medidas relacionadas com redução de volumes de tráfego e diminuição de velocidade de circulação terão também um nível de prioridade elevado, por via de contribuírem em grande medida para a redução da ressuspensão das partículas no pavimento (para mais detalhe, ver Sub-capítulo 5.3, pág. 212).

Na descrição detalhada de cada medida e das premissas inerentes aos cálculos é também indicada a avaliação qualitativa, se da aplicação desta decorrem outros benefícios consistentes com uma melhoria mais genérica do ambiente urbano (ganhos ao nível da sustentabilidade urbana, tais como redução do congestionamento, diminuição da probabilidade de ocorrência de acidentes, redução do ruído, entre outros). No entanto, esta avaliação qualitativa não contribui para a decisão relativamente à hierarquia definida para comparação das P&M, visto que esses potenciais ganhos são encarados como benefícios adicionais. A sua inclusão nesta análise multi-critério global, mesmo que com menor ponderação, poderia distorcer os resultados penalizando medidas com maiores reduções associadas de partículas em suspensão, de óxidos de azoto e de dióxido de enxofre (as quais constituem a principal razão de ser destes PPar).

Com base nas premissas utilizadas (consultáveis medida a medida para o conjunto de medidas avaliado), a hierarquização de P&M propostas é apresentada na Tabela 84, na Tabela 85 e na Tabela 86 para as aglomerações AML Norte, AML Sul e Setúbal, respectivamente. Foi produzida uma ordenação (*ranking*), na qual os valores mais baixos identificam as medidas com maior redução de emissões estimada para o período 2005-2010 e com custo-eficácia estimado mais favorável. Relativamente ao grau de viabilidade, tal como indicado anteriormente (Tabela 74), quanto maior for o seu valor mais viável será a medida. Resumidamente para o critério de hierarquização final uma hipotética medida ideal receberá classificação "1" para a redução de emissões estimada para o período 2005-2010 e para o custo-eficácia, enquanto o valor numérico obtido para o grau de viabilidade será "3". No critério global, o qual pondera todos estes elementos, quanto menor for o valor mais adequada é a medida. Por outro lado, quanto menor for a diferença entre o resultado global obtido (critério de decisão) entre duas medidas, mais estas se equivalem em termos das vantagens decorrentes da sua aplicação.

Tabela 84: Hierarquização de P&M propostas para a aglomeração AML Norte

REF.ª	DESIGNAÇÃO DE MEDIDA	REDUÇÃO ESTIMADA (ton PM ₁₀)	CUSTO-BENEFÍCIO (€/ton PM ₁₀)	VIABILIDADE	CRITÉRIO DE DECISÃO
M20a	Aumento do número de corredores BUS	2	5	15	-8
M19	Portagens diferenciadas no acesso a Lisboa, consoante o número de ocupantes no TI	8	1	10	-1
M16	Implementação de Vias de Alta Ocupação em rodovias estruturantes	7	3	10	0
M13a	Incentivo ao <i>retrofit</i> das frotas de TCR	4	8	10	2
M9	Aumento da eficácia na fiscalização do estacionamento em Lisboa	3	10	10	3
M6a	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de TCR	6	9	10	5
M17a	Renovação do parque de táxis pré-EURO	5	12	10	7
M8	Introdução de um sistema de matrículas alternadas	12	1	5	8
M18a	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de Táxis	11	4	5	10
M7	Instalação de FDP em 100 Volvo B10M articulados	13	7	10	10
M10	Zona de Emissões Reduzidas em Lisboa	14	6	10	10
M14a	Plano de renovação das frotas de TCR	1	15	5	11
M11a	Renovação a GN de parte de frota de TCR (equivalente a conversão para GPL de parte de frota de TCR)	10	14	10	14
M11a	Conversão para GPL de parte de frota de TCR	9	13	5	17
M15a	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de veículos de recolha de RSU	15	11	5	21
M12*	Taxa de circulação na Baixa	16	-	10	-

* Taxa de circulação a implementar na Baixa Pombalina não avaliada em termos de custos, por insuficiência de dados para a produção da estimativa

Aplicando os critérios de análise descritos, para a aglomeração AML Norte, a medida mais prioritária será o do número de corredores BUS, que se espera poder aumentar a velocidade média de circulação dos TCR dos actuais 14,9 km/h para 25 km/h.

A segunda medida mais relevante, segundo os critérios definidos, passa pela introdução de portagens diferenciadas nos acessos à cidade de Lisboa já existentes. Esta diferenciação do pagamento dever-se-ia fazer por forma a que se mantivesse a receita global do sistema de portagens, diminuindo o valor de portagem a veículos com dois ou mais ocupantes, em detrimento de um aumento da portagem para os veículos que circulassem apenas com o condutor. Esta medida aplicar-se-ia apenas em dias úteis e durante um período determinado, tal como acontece no exemplo da cidade de Roma onde este tipo de medida é aplicado em dias úteis para o período 9-12h e 15-17h. O princípio da manutenção de receitas deveria orientar a adaptação do sistema, pelo menos numa base anual, já que previsivelmente as taxas de ocupação do TI iriam aumentar, obrigando à revisão do sistema de tarifas. A fiscalização, em períodos aleatórios, por agentes de autoridade teria como objectivo diminuir fraudes que se têm verificado em locais onde este tipo de medida foi aplicada.

A terceira medida deste *ranking* consiste na implementação de Vias de Alta Ocupação (VAO) em rodovias estruturantes, sobretudo nos principais acessos à cidade de Lisboa.

Em termos de reduções totais de emissões de PM₁₀ a P&M com maior potencial é uma medida técnica: o plano de renovação das frotas de TCR (substituição total dos veículos EURO 0 pelas melhores tecnologias disponíveis³⁵ até 2010) mas o seu alto custo traduz-se num custo-eficácia bem mais modesto. Seguem-se o aumento

³⁵ Até 2007 (exclusive) considerou-se a substituição das viaturas pré-EURO (ou EURO 0) por EURO III, sendo que de 2007 a 2010 esta substituição se fará por EURO IV.

do número de corredores BUS na AML, bem como o aumento da eficácia de fiscalização do estacionamento na cidade de Lisboa.

Relativamente às aglomerações AML Sul e Setúbal, as hierarquias das P&M avaliadas encontram-se indicadas na Tabela 85 e na Tabela 86, respectivamente.

Tabela 85: Hierarquização de P&M propostas para a aglomeração AML Sul

REF.ª	DESIGNAÇÃO DE MEDIDA	REDUÇÃO ESTIMADA (ton PM ₁₀)	CUSTO-BENEFÍCIO (€/ton PM ₁₀)	VIABILIDADE	CRITÉRIO DE DECISÃO
M6b	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de TCR	3	2	10	-5
M13b	Incentivo ao <i>retrofit</i> das frotas de TCR	3	2	10	-5
M17b	Renovação do parque de táxis pré-EURO	7	4	10	1
M11b	Renovação a GN de parte de frota de TCR (equivalente a M11a)	5	7	10	2
M14b	Plano de renovação das frotas de TCR	1	8	5	4
M18b	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de Táxis	8	1	5	4
M11b	Conversão para GPL de parte de frota de TCR	5	6	5	6
M15b	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de veículos de recolha de RSU	9	5	5	9
M20b	Aumento do número de corredores BUS	2	-	15	-

* Aumento do número de corredores Bus não estimada em termos de custos, por insuficiência de dados para a produção da estimativa

Tabela 86: Hierarquização de P&M propostas para a aglomeração Setúbal

REF.ª	DESIGNAÇÃO DE MEDIDA	REDUÇÃO ESTIMADA (ton PM ₁₀)	CUSTO-BENEFÍCIO (€/ton PM ₁₀)	VIABILIDADE	CRITÉRIO DE DECISÃO
M6c	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de TCR	3	2	10	-5
M13c	Incentivo ao <i>retrofit</i> das frotas de TCR	3	2	10	-5
M17c	Renovação do parque de táxis pré-EURO	5	5	10	0
M11c	Renovação a GN de parte de frota de TCR (equivalente a M11a)	6	7	10	3
M14c	Plano de renovação das frotas de TCR	1	8	5	4
M18c	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de Táxis	8	1	5	4
M11c	Conversão para GPL de parte de frota de TCR	6	4	5	5
M15c	Plano de <i>retrofit</i> das frotas de veículos de recolha de RSU	9	6	5	10
M20c	Aumento do número de corredores BUS	2	-	15	-

* Aumento do número de corredores Bus não estimada em termos de custos, por insuficiência de dados para a produção da estimativa

Uma vez que não foi possível estimar o efeito de medidas não técnicas, dada a inexistência de dados de tráfego para estas aglomerações (ao contrário do que aconteceu para a cidade de Lisboa), as medidas técnicas associadas às frotas cativas aparecem como as medidas com hierarquia superior. No topo desta surge o plano de *retrofit* das frotas de TCR, isto é a introdução de filtros de partículas (FP) e de sistemas de recirculação de gases de escape (SRGE) nos autocarros dos operadores de transportes. De referir também que a introdução das medidas não técnicas na cidade de Lisboa terá impacte não só ao nível da AML Norte como também na AML Sul e Setúbal, visto que estas aglomerações também são pontos de origem importantes de deslocações de cariz pendular para Lisboa.

5.3.1.1 Sinergias entre P&M

De um modo geral é fundamental que se articulem investimentos que estão a ser e continuarão a ser efectuados, na medida em que se podem encontrar diversos pontos de contacto entre estratégias, políticas e medidas separadas. Um bom exemplo pode ser dado pela necessidade de investimento em meios eficazes e

expeditos de fiscalização. Estando a cidade de Lisboa presentemente a investir na aquisição de um sistema de câmaras e num sistema electrónico de cobrança (tipo Via Verde) que possibilite o acompanhamento da aplicação no Novo Regulamento de Cargas e Descargas da cidade, importaria perceber se o formato desse sistema permitirá a utilização desses meios para outros fins, tais como medidas em que a avaliação anteriormente efectuada já mostrou serem relevantes como:

- a fiscalização do estacionamento (efectuada com este tipo de meios automáticos, eventualmente, recorrendo a tarifação ao minuto, por forma a garantir níveis de rotatividade nos lugares de estacionamento de zonas centrais mal servidas de TC – pois nas restantes deve ser ponderado o estacionamento unicamente para residentes);
- a introdução de uma Zona de Circulação Taxada (uma zona pequena, por exemplo a Baixa Pombalina como estudado, dados os níveis elevados de partículas que regista, no interior da qual a monitorização por câmaras poderia através das placas de matrícula aferir se as viaturas que circulam nesta área já efectuaram pagamento prévio ou permitindo directamente o pagamento através do sistema electrónico de cobrança);
- a implementação de uma Zona de Emissões Reduzidas (uma zona mais alargada, no caso estudado toda a cidade de Lisboa, onde os pesados de passageiros e de mercadorias apenas circulariam caso tivessem um desempenho ambiental aceitável – norma EURO II como mínimo ou sendo anteriores tendo um Certificado de Redução de Poluição.

A identificação de sinergias, quer nos custos quer nos efeitos, poderá fazer com que o somatório das reduções esperadas seja maior do que a soma de cada uma das medidas individualmente. Isto na medida em que a combinação de algumas medidas assume um papel complementar e de optimização dos recursos existentes (por exemplo a introdução de portagens alternadas pode ser complementada através de sistemas de câmaras e electrónicos de cobrança já existentes, sendo a receita resultante aplicada na melhoria do sistema de TC na AML). Citando Vieira (2004) “a multi-instrumentalidade apresenta potencial para melhorar a implementação das políticas”, havendo que dar os sinais certos aos diferentes agentes, no caso promovendo os modos mais sustentáveis e penalizando os restantes.

6. Acompanhamento da implementação dos PPar

Qualquer plano em que se proponha um conjunto de medidas e instrumentos a aplicar é necessário garantir a sua aplicação. No caso específico dum plano com as características deste documento, em que o objectivo é a melhoria da qualidade do ar, sugere que sejam seleccionados um conjunto de indicadores que permitam reavaliar o sistema sob duas ópticas diferentes:

- **a montante**, isto é a eficácia de cada medida avaliada com base em indicadores específicos que traduzem a actividade do sector económico intervencionado (por exemplo a redução do número de vkm³⁶);
- **a jusante**, isto é escolher os indicadores relativos à qualidade do ar ambiente em si mesma (por exemplo percentagem de redução das concentrações médias desde o início do período de implementação de uma determinada medida).

Os indicadores a jusante são aqueles que verdadeiramente traduzem a eficácia das P&M preconizadas num determinado plano, na medida em que o objectivo dum plano com estas características é a melhoria da qualidade do ar ambiente. Todavia, os indicadores a montante não podem ser esquecidos, visto que, por vezes, há um esforço bastante significativo na concretização de determinadas medidas mas que podem não ter tradução na prática, isto é podem não resultar na melhoria da qualidade do ar, por diferentes razões (por exemplo um ano em que a meteorologia é adversa às condições de dispersão dos poluentes atmosféricos). A adopção de um conjunto de indicadores de monitorização deste tipo permite que cada uma das medidas seja avaliada mediante o efeito directo inicial para que foi produzida (por exemplo uma medida que actue sobre o número de quilómetros efectuados pelo tráfego rodoviário de mercadorias deverá, em primeira medida, ser avaliada pela redução no número de quilómetros percorrido por esta classe de veículos).

6.1 Indicadores de Monitorização da aplicação de P&M

Os indicadores de monitorização propostos terão de ser ajustados à natureza das medidas, assim como à disponibilidade de meios.

Para os indicadores relativos à qualidade do ar ambiente ("a jusante"), propõe-se indicadores como:

1. número de excedências a um determinado valor-limite (caso seja de base diária)
2. número de excedências a uma percentagem desse valor-limite (por exemplo a 80% do valor-limite)
3. percentagem de variação, em termos do número de excedências (de base diária), relativamente a anos transactos;

³⁶ vkm – acrónimo para veículos quilómetro, isto é o número de veículos multiplicado pelo número de quilómetros que efectuam. É uma grandeza utilizada frequentemente quando se fazem estimativas de emissões poluentes provenientes do sector dos transportes.



4. percentagem de variação da concentração média anual, relativamente a anos transactos;
5. percentis das concentrações horárias no decorrer de um determinado ano;
6. percentagem de variação dos diferentes percentis comparativamente com o ano prévio à implementação da medida

No que concerne aos indicadores de monitorização associados à actividade do sector económico que é responsável pelas emissões, estes deverão reflectir o tipo de abordagem inerente à medida. Deste modo se a medida tem como objectivo a **promoção da utilização de Transporte Colectivo e/ou a melhoria do desempenho ambiental das frotas de TC**, visto que a transferência modal do TI para TC se traduz num efeito positivo (redução de emissões), alguns indicadores poderão ser:

1. número de utentes dos serviços de TC (passageiros transportados);
2. tempo médio de espera previsto para utilização de um determinado TC;
3. tempo médio de espera real para utilização de um determinado TC;
4. tempo médio de viagem num determinado TC;
5. número de circulações com atraso relativamente ao horário num determinado período (mês ou ano);
6. número de carreiras novas criadas;
7. número de carreiras suprimidas;
8. percentagem de viaturas adquiridas que cumprem uma determinada norma de emissões (por exemplo a norma EURO III) anual;
9. percentagem de viaturas que não pertencem a uma determinada tecnologia, em termos de emissões (por exemplo veículos que não cumprem a norma EURO I);
10. número de veículos (ou percentagem da frota) que é movido a biocombustíveis, a combustíveis alternativos ou eléctricos;
11. número médio de quilómetros percorridos por autocarros com melhor desempenho ambiental (por exemplo normas EURO III);
12. número médio de quilómetros percorridos por autocarros com pior desempenho ambiental (por exemplo pré-EURO I);
13. velocidade comercial dos operadores;
14. número de lugares de estacionamento existentes junto a interfaces de TC;
15. número de títulos de transporte vendidos por período de tempo (mês ou ano);
16. percentagem de variação das estatísticas anteriores comparativamente com o ano prévio ao início da implementação da medida.

Se, por outro lado, o objectivo é o de **reduzir a utilização do Transporte Individual**, alguns dos indicadores poderão ser:

1. tráfego médio diário em determinados postos de contagem automáticos (por exemplo através dos postos automáticos do IEP), com especial

- destaque para postos de contagem situados em áreas onde a circulação automóvel pode ser temporariamente restringida e áreas contíguas;
- tempo médio de viagem em TI para percursos-tipo (horas de ponta);
 - consumo de combustíveis rodoviários por determinado período de tempo (mês ou ano, estatísticas disponíveis através de dados publicados periodicamente pela DGGE);
 - variação anual do valor unitário das taxas de circulação e/ou do imposto automóvel;
 - portagens cobradas nas entradas nas coroas urbana e suburbana das aglomerações, em particular durante os períodos de "ponta";
 - número de multas e coimas por infracções relacionadas com a circulação acima da velocidade máxima permitida por lei;
 - número de lugares (ou parques) de estacionamento existentes cuja tarifação horária é inferior a um determinado valor em € por hora;
 - número de lugares (ou parques) de estacionamento existentes cuja tarifação horária é superior ao valor definido anteriormente;
 - investimento realizado em infra-estruturas rodoviárias e sua comparação com infra-estruturas ferroviárias ou com investimento efectuado para melhoria do sistema de TC.

Se o objectivo é o da **melhoria do desempenho ambiental do parque automóvel (TI)**, alguns dos indicadores seleccionados poderão passar por:

- número de veículos (e/ou percentagem de vendas) de viaturas incluídas em categorias tecnológicas com menores emissões (por exemplo automóveis que cumprem a norma EURO IV);
- número de viaturas que aderiram ao incentivo fiscal para abate de veículos;
- número de inspecções realizadas em estrada com medição de emissões poluentes *in loco*;
- número de viaturas a gásóleo equipadas com filtro de partículas.

Outros indicadores importantes relacionam-se com as **políticas de ordenamento do território**, nomeadamente com a necessidade de reduzir as necessidades de deslocação no seio das aglomerações. Neste caso indicadores possíveis poderão ser:

- número de postos de trabalho existentes no mesmo concelho e na mesma freguesia do que o local de residência;
- número médio de quilómetros percorridos nas deslocações pendulares (casa – trabalho);
- quantificação de benefícios fiscais existentes que promovam a proximidade entre a habitação e o local de emprego.

6.2 Prazos para a avaliação de progressos e reavaliação

As políticas e medidas previstas neste trabalho poderão ser objecto de estudos específicos e deverão ser sujeitas a um calendário de verificação da sua implementação e de monitorização dos custos e benefícios associados.

Propõe-se a execução de um relatório anual de avaliação por parte da Comissão de Coordenação Regional de Lisboa e Vale do Tejo a apresentar até 30 de Março do ano seguinte àquele a que diz respeito.

Propõe-se igualmente a realização de duas reuniões anuais, sob coordenação da CCDR-LVT ou no quadro de um outro enquadramento legal a definir, de todas as entidades com responsabilidades na implementação das P&M às diferentes escalas relativas aos Planos e Programas (para toda a região considerada ou por aglomeração), no sentido de serem definidos os pormenores de implementação e viabilidade de algumas das medidas, bem como serem avaliados os resultados das acções entretanto em curso ou desenvolvidas.

6.3 Outros aspectos a ter em conta numa avaliação futura da qualidade do ar na AML

Foi identificado ainda um conjunto adicional de projectos futuros, não avaliados em termos de impactes na qualidade do ar visto que não é claro se a sua contribuição será ou não benéfica para a qualidade do ar na AML. Deste conjunto destaca-se a conclusão de uma série de eixos rodoviários estruturantes que, a prazo, poderão induzir um aumento da circulação em transporte individual, contribuindo para o aumento do congestionamento. Alguns exemplos deste tipo de projectos poderão ser:

- A conclusão e entrada em funcionamento do Túnel do Marquês (previsivelmente para 2006);
- A construção do Túnel do Rego e Rede Rodoviária de Acesso (previsto para 2006), que vai ligar a Rotunda/Largo da Beneficência à Rua Sousa Lopes;
- A construção do Túnel da Avenida Infante D. Henrique com a Avenida Marechal Gomes da Costa;
- A construção do IC32, que irá estabelecer a ligação entre o IC20 e a A2;
- O futuro alargamento do IC19, uma via que actualmente se encontra extremamente congestionada.

Por outro lado, existem outros projectos que poderão ter um impacte positivo, ao contribuir para a diminuição do tráfego automóvel em zonas com elevadas concentrações de poluentes (tal como a Baixa de Lisboa). Inserem-se nesta categoria vias radiais e/ou circulares a áreas com forte procura actualmente, tal como:

- A futura Circular das Colinas, entre as Avenidas 24 de Julho e Infante D. Henrique, que poderá permitir a redução do tráfego de atravessamento na Baixa Pombalina e na zona ribeirinha de Lisboa;



- A conclusão do IC17/CRIL e do Eixo Norte-Sul, que em conjunto permitirão reduzir a quantidade de tráfego que diariamente atravessa a cidade de Lisboa através da congestionada 2ª Circular;
- A construção do Nó Rodo-Ferroviário de Alcântara, que permitirá uma melhor articulação entre os diversos modos de transporte.

7. Conclusões

A revisão do quadro legislativo sobre qualidade do ar ambiente tem vindo a ter lugar na UE desde 1996 com a introdução de novos diplomas legais, novos valores-limite e novas formas de avaliação e gestão. As concentrações de alguns poluentes monitorizados sistematicamente pela rede de qualidade do ar de LVT têm, no período que vai de 2001 a 2004, nalguns locais, apresentados valores acima dos estabelecidos na legislação comunitária e nacional. Estas excedências aos valores-limite têm ocorrido especialmente para as partículas inaláveis (PM_{10}), embora os níveis de dióxido de azoto (NO_2) e dióxido de enxofre (SO_2) também tenham sido pontualmente excedidos.

As concentrações mais elevadas registam-se nas áreas em que se concentram as fontes de cada poluente atmosférico específico. Assim, níveis máximos de PM_{10} e de NO_2 estão associados a zonas com níveis de tráfego rodoviário mais intenso, enquanto para o SO_2 são as áreas industriais que se caracterizam por concentrações mais elevadas.

Entre 2001 e 2004, registaram-se na LVT, em particular nas aglomerações AML Norte, AML Sul e Setúbal diversas excedências não só ao valor-limite mas também a este acrescido da respectiva margem de tolerância para cada ano. Esta margem constitui um valor de concentração adicional que se soma ao valor-limite, por forma a permitir a adaptação dos Estados-Membros aos novos limites, sendo a mesma reduzida anualmente. Sempre que este valor-limite adicionado da margem de tolerância é excedido num determinado ano, essas concentrações podem constituir risco acrescido para a saúde pública. Neste caso, os Estados-Membros são responsáveis pelo desenvolvimento de Planos e Programas (PPar) para as zonas não conformes. O objectivo destes PPAR consiste na redução das concentrações para níveis que permitam o cumprimento dos valores-limite no mínimo prazo temporal possível.

Para as aglomerações da AML, a análise retrospectiva dos dados fornecidos pela rede de monitorização indicou que são necessários PPar para as três aglomerações, a saber:

- AML Norte, devido às concentrações registadas de NO_2 e de PM_{10} ;
- AML Sul, devido às concentrações medidas de PM_{10} e de SO_2 , ainda que para este último poluente a reduzida eficiência de monitorização não implique necessariamente a sua realização;
- Setúbal, devido às concentrações de PM_{10} .

Foi desenvolvido um diagnóstico exaustivo a par da análise dos dados da rede de monitorização da qualidade do ar: compilaram-se dados de inúmeros estudos já realizados para que se percebesse como se distribuem estes três poluentes atmosféricos; efectuaram-se medições em locais não cobertos pela rede de monitorização e analisaram-se com algum detalhe áreas de concentrações máximas, tal como a área contígua à estação da Avenida da Liberdade, estação de monitorização que registou os níveis mais elevados de PM_{10} . Uma parte desta análise detalhada para as partículas inaláveis, indicou que em alguns dias em que as excedências se registaram (entre 5 a 30 dias por ano para o período 2001 a 2004) as concentrações foram bastante elevadas em quase todos os locais em que haviam medições. Este aumento foi inclusivamente sentido numa estação rural de fundo, a Chamusca, a qual tem a particularidade de não sofrer uma influência significativa das fontes de poluição antropogénicas (geradas pelo Homem). Este

aumento indicou a importância do transporte a longa distância nas massas de ar de grandes concentrações de partículas provenientes do Norte de África, nomeadamente do deserto do Sahara como se comprovou pela observação de imagens de satélite. Foi ainda desenvolvido um inventário de emissões, o qual permitiu identificar as fontes poluidoras mais relevantes nas diferentes áreas.

Para além de todo o trabalho descrito, um dos principais objectivos deste trabalho centrou-se na definição e avaliação de Políticas e Medidas (P&M) que podem contribuir para a redução das concentrações elevadas previamente verificadas. Neste âmbito foram identificadas cerca de 50 medidas, algumas das quais já previstas em outros instrumentos de política de Ambiente em vigor (por exemplo o Programa Nacional para as Alterações Climáticas). Deste conjunto de medidas, 33 foram avaliadas com algum detalhe, nomeadamente no que diz respeito à redução das emissões poluentes que a sua implementação pode acarretar, aos custos inerentes à adopção da medida, aos benefícios que do seu desenvolvimento podem advir ou às parcerias entre entidades que deverão ser estabelecidas. A maioria das P&M avaliadas incidiu sobre o sector dos transportes, uma vez que este foi identificado como a principal fonte poluente à escala urbana. Por outro lado, dado que a cidade de Lisboa é o factor condicionante da maioria das deslocações pendulares (casa-trabalho), pois é o pólo de atracção primordial dos concelhos da AML (concentra grande parte do seu emprego), as medidas vocacionadas para a capital mereceram uma atenção especial, pois a sua implementação tem efeito em todas as aglomerações, o que não acontece, de forma tão directa, com a actuação noutros locais, para além de Lisboa ser o local com maior número de excedências.

Não foi utilizado nenhum modelo de qualidade do ar para avaliar a evolução da situação face às acções a tomar, na medida em que o tempo para desenvolvimento deste trabalho, as escalas espaciais envolvidas e as incertezas associadas às emissões e condições meteorológicas, não permitiriam atingir o rigor considerado desejável. Ainda assim, com base nas diferentes P&M avaliadas, concluiu-se que as medidas não técnicas como as medidas de gestão de tráfego, apresentam desempenhos muito positivos em termos de análise custo-eficácia ponderada com a viabilidade inerente à sua implementação, isto é os custos de redução de emissões por tonelada apresentam custos relativamente reduzidos. Não obstante, é importante lembrar que a informação de base utilizada para estimar os custos de cada uma das P&M tem diferentes proveniências (bibliografia de fontes diversas) podendo influenciar decisivamente esta hierarquização, já que os diferentes custos podem estar subavaliados ou sobreavaliados em algumas das P&M propostas. Por esta razão importa também olhar atentamente para as estimativas globais de redução, em especial das emissões de partículas em suspensão (PM₁₀), sendo que neste quadro a importância das medidas técnicas como a renovação das frotas de TCR e de táxis cresce substancialmente.

Para a **aglomeração AML Norte**, onde Lisboa se situa, o aumento do número de corredores BUS foi a medida que apresentou melhores resultados, mediante os critérios de análise custo-eficácia utilizados. A introdução de portagens diferenciadas, a aplicar durante as horas de ponta nos dias úteis, e a implementação de vias de alta ocupação em rodovias estruturantes foram outros instrumentos com bom desempenho. Em termos de reduções totais de emissões de PM₁₀ a P&M com maior potencial é uma medida técnica: o plano de renovação das frotas de TCR (substituição total dos veículos EURO 0 pelas melhores tecnologias disponíveis³⁷ até 2010) mas o seu alto custo traduz-se num custo-eficácia bem mais modesto. Seguem-se o aumento do número de corredores BUS na AML, bem como o aumento da eficácia de fiscalização do estacionamento na cidade de Lisboa.

³⁷ Até 2007 (exclusive) considerou-se a substituição das viaturas pré-EURO (ou EURO 0) por EURO III, sendo que de 2007 a 2010 esta substituição se fará por EURO IV.

Nas restantes aglomerações, a inexistência de dados inerentes ao tráfego rodoviário inviabilizou a avaliação da generalidade das medidas não técnicas, as quais previsivelmente terão impacto mais localizado, dado que Lisboa concentra um número muito superior de deslocações. Assim sendo, para as **aglomerações AML Sul e Setúbal**, segundo os critérios adoptados, as melhores medidas propostas são a introdução de filtros de partículas (FP) e de sistemas de recirculação de gases de escape (SRGE) nos autocarros dos operadores de transportes (*retrofit* da frota de TCR). Segue-se a renovação das frotas de táxis destas aglomerações. Ambos os conjuntos de medidas têm associado o problema de terem um elevado custo, especialmente de investimento inicial.

Em relação às medidas que impliquem a renovação por combustíveis alternativos à propulsão *diesel* típica nas frotas de TCR deve enfatizar-se que, segundo a metodologia adoptada o GPL apresentou melhor desempenho do que o GN em relação à redução das emissões de óxidos de azoto (NO_x) e igual desempenho em termos de PM₁₀. Todavia, ao nível da redução das emissões de Gases de Efeito de Estufa, o GN apresenta um potencial de redução que o GPL não tem e que terá de ser igualmente ponderado em termos de decisão política.

Há que ter igualmente em linha de conta o eventual efeito de sinergias entre algumas medidas, isto é, o facto de duas P&M implementadas conjuntamente terem um efeito superior ao da soma da aplicação das medidas em separado. Por outro lado, a selecção de P&M deverá também ser orientada pela possível aplicação de meios já existentes (por exemplo, aproveitar o sistema de câmaras e electrónico de cobrança a instalar para o novo Regulamento de Cargas e Descargas de Lisboa para tarifação do estacionamento e/ou das entradas na cidade).

Importa também reflectir sobre os diferentes sinais, por vezes contraditórios, que são dados à sociedade civil. Por um lado alguns projectos de infra-estruturas rodoviárias podem contribuir para o agravamento da qualidade do ar em alguns pontos da AML (alguns destes projectos são identificados neste documento), enquanto outras podem apresentar benefícios, nomeadamente pelo desvio de tráfego que possibilitam.

É conveniente ter sempre presente a articulação das P&M a desenvolver e a necessidade de conseguir uma aceitabilidade pública destas medidas. Para que a aceitabilidade exista tem de haver uma política de informação que elucide sobre os reais objectivos do aumentar os custos associados a algumas actividades, tais como a utilização do transporte individual (TI) em dias úteis em locais fortemente congestionados. Finalmente, eventuais aumentos da receita não poderão deixar de ser reinvestidos no sistema, por exemplo na melhoria do desempenho global do sistema de transporte colectivo (TC).

8. Referências bibliográficas

- AEAT (2003) "The London Low Emission Zone Feasibility Study - A Summary of the Phase 2 Report to the London Low Emission Zone Steering Group". July 2003.
- AEAT (2005) "Technical and Non-technical Options to Reduce Emissions of Air Pollutants from Road Transport". AEA Technology - DEFRA.
- Almeida, S.M. (2004) "Composição e origem do aerossol atmosférico em zona urbano-industrial". Dissertação de Doutoramento. Departamento de Ambiente e Ordenamento. Universidade de Aveiro.
- André, M., Hammarström, U., Reynaud, I. (1999) "Driving statistics for the assessment of air pollutant emissions from road transport". INRETS report. LTE9906. Bron. France. 191 p.
- Antunes, P., Santos, R., Martinho, S., Lobo, G. (2002) "Estudo sobre Sector Eléctrico e o Ambiente, 3º Relatório – Política de Ambiente e o Sector Eléctrico". Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. URL: <http://ecoman.dcea.fct.unl.pt/projects/erse/>
- ANTRAL (2005) Consulta da base de dados com a totalidade dos táxis em actividade no país, por modelo de veículo
- Carris (2005), URL: <http://www.carris.pt> (consultado em 2005)
- Carris (2004) Informação com base em reunião entre a equipa da UNL e o Eng.º Jaime Quaresma (Carris).
- CAFE WG (2004) "Second Position Paper on Particulate Matter". Clean Air For Europe (CAFE) Working Group on Particulate Matter - European Commission. December 2004. URL: http://www.europa.eu.int/comm/environment/air/cale/pdf/working_groups/2nd_position_paper_pm.pdf
- CCDR-LVT e InventAR (2006) IEA-LVT- Inventário de Emissões Atmosféricas da Região de Lisboa e Vale do Tejo (relatório não publicado).
- CCDR-LVT (2001) "PROT-AML – Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa – Versão para Discussão Pública". Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da região de Lisboa e Vale do Tejo 2001.
- CE (2002) Guidance on the Annexes to Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC for the European Commission, DG Environment.
- CESUR (2003) "Programa Para Alterações Climáticas – Estudos de Base – Cenário de Referência do Sector dos Transportes (1990-2020)". Lisboa, Fevereiro de 2003.



- Dictionary.LaborLawTalk.Com, 2005. (<http://www.dictionary.laborlawtalk.com>)
- DGA e DCEA/FCT/UNL (2001) "Delimitação de Zonas e Aglomerações em Portugal para a Avaliação da Qualidade do Ar em Portugal". MAOT / DGA – Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território / Direcção Geral do Ambiente e UNL / FCT / DCEA - Universidade Nova de Lisboa / Faculdade de Ciências e Tecnologia / Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente. Dezembro de 2001.
- DGTTF (2006) Informação com base em conversa telefónica entre a equipa da UNL e o Eng.º Sequeira Rodolfo
- DGTT (2003) "Transportes Públicos Ocasionais Rodoviários de Mercadorias - Actividade Empresarial - 2003".
- Direcção-Geral das Florestas (2001) "Inventário Florestal Nacional - Portugal Continental - 3ª Revisão, 1995-1998, Relatório Final."
- Direcção-Geral de Energia (2004) "Balanços Energéticos - Séries Temporais 2000-2001" (<http://www.dge.pt>)
- Direcção-Geral de Energia (2004) "Vendas de Combustíveis por concelho - Séries Temporais 2000-2001" (<http://www.dge.pt>)
- Direcção-Geral de Energia, 2004. "Vendas de Combustíveis por distrito e CAE - Séries Temporais 2000-2003" (<http://www.dge.pt>)
- Donato, E. & Donati, D. (2005) "Implementing air quality guidelines: the operative plan for 2005 in Rome". 1st CITEAIR Workshop, Rome, March 11 2005.
- Draxler, R., 1999. "Hysplit 4: User's Guide, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) - Air Resources Laboratory", Silver Spring (Maryland), EUA.
- EC, 1997. "Ambient air pollution by Particulate Matter: Position Paper". European Commission Technical Working Group on Particles. April 1997. URL: http://europa.eu.int/comm/environment/air/pdf/pp_pm.pdf
- EC (2005) "Exploring the issue of environmentally-related road traffic restrictions". EC Working Group on Environmental Zones. February 2005.
- ECMWF, 2003. "Analyses Charts, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts", 2000 a 2003.
- ECWGP, 2002. "Guidance to Member States on PM₁₀ monitoring and intercomparisons with the Reference Method". European Commission Working Group on Particulate Matter. January 2002.
- EEA, 2002. EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 3rd edition October 2002 UPDATE Technical report No 30, Environment European Agency.
- EEA, 2004. "EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook". 3rd edition - September 2004 UPDATE. European Environment Agency. Copenhagen.



- EMEL – Empresa Pública Municipal de Estacionamento de Lisboa, E. M., 2005. "Plano de Mobilidade de Lisboa", Lisboa, 2005. (versão não publicada e apenas consultada no Gabinete da Vereação do Trânsito da CML).
- Europa (Scadplus) URL: http://europa.eu.int/scadplus/scad_en.htm
- Ferreira, F., H. Tente, P. Torres, S. Cardoso, J. Oliveira, 2000. Air Quality and Management in Lisbon; Environmental Monitoring and Assessment, vol. 65; pp. 443-450.
- Ferreira, F., P. Torres, J. Neto, and H. Tente, 2004. Ozone Levels in Portugal: the Lisbon Region Assessment. Em Proceedings of Air & Waste Management's 97th Annual Conference & Exhibition. June 22-25, 2004, Indianapolis, Indiana. CD-ROM, pp. 18.
- Freitas, M.C., M.G. Ventura, A.M.G., Pacheco, M.M. Farinha, 2003. PM₁₀, PM_{2,5} and heavy metal emission in Portugal. 7th International Conference on Energy for Clean Environment. Lisboa. 7-10 Julho.
- Gois, V., L. Nogueira, C. Almeida, H. Maciel and P. Torres, 2005. Using Aerial Photographic Data for Inventory of Air Emissions from Road Traffic Sources: Case Study in Lisbon City, Air Pollution 2005, WIT Press.
- González, S.R., 2002. "Sources and processes affecting levels and composition of atmospheric particulate matter in the Western Mediterranean". Tese de Doutoramento. Instituto Ciências da Terra "Jaume Almera" - Universitat Politècnica de Catalunya.
- Guenther, A., N. Hewitt, D. Erickson, R. Fall, C. Geron, T. Graedel, P. Harley, L. Klinger, M. Lerdau, W.A. McKay, T. Pierce, B. Scholes, R. Steinbrecher, R. Harrison, R.M., D.J.T. Smith, C.A. Pio, L.M. Castro, 1997. Comparative receptor modelling study of airborne particulate pollutants in Birmingham (United Kingdom), Coimbra (Portugal) and Lahore (Pakistan), Atmospheric Environment, 31, pp. 3309-3321.
- Holland, M., and P. Watkiss, 2002. "BeTa Benefits Table database: Estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe". Version 1.02a. Netcen, European Commission.
URL: <http://europa.eu.int/comm/environment/enveco/air/betaec02a.pdf>
- IA, 2002. "Programa para os Tectos de Emissão Nacional: Estudos de Base - Cenário de Referência". Instituto do Ambiente, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente FCT/UNL, Centro de Estudos em Economia da Energia, dos Transportes e do Ambiente. Dezembro de 2002.
- IA, 2003. "Portuguese national inventory report on Greenhouse Gases, 1990-2001". Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente - Instituto do Ambiente.
- IA, 2003. "Programa Nacional para as Alterações Climáticas: Medidas Adicionais para Discussão Pública - Sector dos Transportes". Instituto do Ambiente, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente FCT/UNL, Centro de Estudos em Economia da Energia, dos Transportes e do Ambiente. Dezembro de 2003



- IA e E.Value, 2006. "Programa Nacional para as Alterações Climáticas: Avaliação do estado de cumprimento do Protocolo de Quioto - Anexo Técnico: Transportes". Instituto do Ambiente, E.Value, Lda.. Abril de 2006
- IA *et al.*, 2006. "Programa Nacional para as Alterações Climáticas: Anexo Técnico - Oferta de energia, Indústria, Construção e Obras Públicas e Outros". Instituto do Ambiente, E.Value, Lda., Centro de Estudos em Economia da Energia, dos Transportes e do Ambiente. Abril de 2006
- IA, 2005. "Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2003", Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente - Instituto do Ambiente.
- IA e DCEA - FCT/UNL (2004). "Guia para a elaboração de Planos e Programas, de acordo com a Directiva 1996/62/CE relativa à gestão da qualidade do ar ambiente". IA - MCOTA (Instituto do Ambiente - Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente). Julho 2004
- ICOD, <http://www.icod.org.mt/aerosol/dust/med/dld/archive/>
- INE, 1981. "Recenseamento Geral da População - Censos 1981". Instituto Nacional de Estatística.
- INE, 1991. "Recenseamento Geral da População e da Habitação - Censos 1991". Instituto Nacional de Estatística.
- INE, 2001. "Recenseamento Geral da População e da Habitação - Censos 2001". Instituto Nacional de Estatística.
- INE, 2003a. "Movimentos Pendulares na área Metropolitana de Lisboa 1991-2001", Instituto Nacional de Estatística.
- INE, 2003b. "Movimentos Pendulares e Organização do Território Metropolitano: 1991-2001- Área Metropolitana de Lisboa e Área Metropolitana do Porto", Instituto Nacional de Estatística.
- IPA (2004) "Estudo de Impacte Ambiental da Concepção/Construção do desnivelamento da Av. Duarte Pacheco, Rua Joaquim António de Aguiar e Av. Fontes Pereira de Melo (Túnel do Marquês)". Lisboa, Julho de 2004.
- KBR, 2004. "High Occupancy Vehicle Lanes Feasibility Study". Highways Agency. November 2004.
- Kyriakis, N. A., Z.C. Samaras, A.E. Andrias, 1998, "Road Traffic Composition". Aristotle University of Thessaloniki. MEET Cost 319. LAT report N. 9823. Thessaloniki. Greece. 144 p.
- Larssen, S., R. Sluyter, C. Helmis, 1999. "Criteria for EUROAIRNET: The EEA Air Quality Monitoring and Information Network", European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- MAOT, 2001. "Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa - Estudos de Fundamentação Técnica". Vol I a IV. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa.



- Marcazzan, G.M., S. Vaccaro, G. Valli, R. Vecchi, 2001. Characterization of PM₁₀ and PM_{2,5} particulate matter in the ambient air of Milan (Italy), *Atmospheric Environment*, 35, pp. 4639-4650.
- Martins, A, 2005. "Avaliação da Qualidade do Ar em Lisboa - Estações Urbanas de Tráfego", Proposta de dissertação de Mestrado; Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Mendes, M.T., R.M. Trigo and C.C. DaCamara 2002. Padrões de circulação atmosférica para Portugal Continental (1881-1995) in: Garcia, F.G. & Valero, J.L.B. (Ed.), 3ª Assembleia Luso Espanhola de Geodesia e Geofísica - Valencia 2002. UPV, Valência. pp. 961-964.
- Monjardino, J., F. Ferreira e S. Mesquita, 2004. "Metodologia para a validação a posteriori da classificação de estações de monitorização da qualidade do ar", 8ª Conferência Nacional da Qualidade do Ambiente, Lisboa, 27 a 29 Outubro 2004.
- Moura, F., 2001. "Curbing greenhouse gases emissions by passenger cars in urban areas - the case of the Lisbon Metropolitan Area". Dissertação de Mestrado em Transportes. Instituto Superior Técnico. Lisboa.
- Neto, J., P. Torres, e F. Ferreira 2004, Previsão da qualidade do ar para Lisboa - a abordagem estatística. In 8ª Conferência Nacional de Ambiente. 27-29 Outubro de 2004, Lisboa. CD-ROM, pp. 11.
- NOAA <ftp://www.arl.noaa.gov/pub/archives/fnl/>
- Ntziachristos, L. & Samaras, Z. (2005) "Background Document to the Workshop on EU Policies to Improve the Contribution of Urban Busses and other Captive Fleets to Air Quality". European Commission, Brussels, January 14 2005.
- Pio, C.A., M.M. Ramos, A.C. Duarte, 1998. Atmospheric aerosol and soiling of external surfaces in an urban environment. *Atmospheric Environment*. 32 (11). pp.1979-1989.
- Pio, C.A., M.M. Ramos, A.C. Duarte, 1998. Chlorine loss from marine aerosol in a coastal atmosphere, *Journal of Geophysical Research*, 103, pp. 25263-25272
- Quérol, X., A. Alastuey, 1999. Detection of Natural Events Influencing PM₁₀ Measurements. Barcelona, Spain.
- Quérol, X., A. Alastuey, A. Lopez-Soler, E. Mantilla, F. Plana, 1996. Mineral composition of atmospheric particulates around a large coal-fired power station, *Atmospheric Environment*, 30, pp. 3557-3572.
- Quérol, X., A. Alastuey, S. Rodriguez, F. Plana, C.R. Ruiz, N. Cots, G. Massagué, O. Pluig, 2001. PM₁₀ and PM_{2,5} source apportionment in the Barcelona Metropolitan area, Catalonia, Spain, *Atmospheric Environment*, 35, pp. 6407-6419.
- Reis, M.A., 2001. "Biomonitoring and assessment of atmospheric trace elements in Portugal - Methods. Response modelling and nuclear analytical



- techniques". Delft University of Technology. PhD Thesis. Delft University Press. Delft. The Netherlands.
- Reis, M.A., O.R. Oliveira, L.C. Alves, E.M.C. Rita, F. Rodrigues, P. Fialho, C.A. Pio, M.C. Freitas, J.C. Soares, 2002. Comparison of continental Portugal and Azores Islands aerosol during a Sahara dust storm. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, 189. 272-278.
 - Rodriguez, S., X. Querol, A. Alastuey, G. Kallos, O. Kakaliagou, 2000. Saharan dust contributions to PM₁₀ and TSP levels in Southern and Eastern Spain. Atmospheric Environment, 35. 2433-2447.
 - Salon, D., 2001. "An initial view on methodologies for emission baselines: case study on transport". OECD and IEA Information Paper. International Energy Agency, Paris, October 2001.
URL: <http://www.iea.org/dbtwwpd/textbase/papers/2001/cdmtran.pdf>
 - Seinfeld, J.H. and S. N. Pandis, 1998. "Atmospheric Chemistry and Physics: from Air Pollution to Climate Change.", Wiley, New York.
 - Simpson, D., C. Guenther, N. Hewitt and R. Steinbrecher, 1995. Biogenic Emissions in Europe. 1. Estimates and Uncertainties, J. Geophys. Res., 100 (D11), 22875-22890.
 - Sternbeck, J., A. Sjödin, K. Andréasson, 2002. Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension - results from two tunnel studies, Atmospheric Environment, 36, pp. 4735-4744.
 - Tallamraju, J. Taylor and P. Zimmerman, 1995. A Global Model of Natural Volatile Organic Compound Emissions, J. Geophys. Res., 100(D5), 8873-8892.
 - Tecno 3000 (2002) "Estudo de Impacte Ambiental do Metropolitano Ligeiro da Margem do Sul do Tejo – Resumo Não Técnico". Almada, 2002.
 - Tente, H., 2005. "Impacte das partículas em suspensão sobre a saúde humana: uma abordagem multidisciplinar para a cidade de Lisboa", Proposta de dissertação de Mestrado; Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro Universidade de Aveiro, Aveiro.
 - Tente, H., J.P. Santos, P. Oliveira, F. Ferreira e L. Nogueira, 2003. "Projecto PEOPLE: uma fotografia diferente da poluição pelo benzeno em Lisboa". VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente. Lisboa. 6-7 Novembro 2003.
 - Thurston, G.D. and J.D. Spengler, 1985. "A quantitative assessment of source contributions to inhalable particulate matter pollution in metropolitan Boston", Atmospheric Environment, 19, pp. 9-25.
 - Trigo R.M. and C.C. DaCamara, 2000. Circulation Weather Types and their influence on the Precipitation Regime in Portugal. Int. J. Climatol, 20, 1559-1581.
 - Transport for London (2004) "Congestion Charging Impacts Monitoring - Second Annual Report". April 2004.



- Vardoulakis S., B.E.A Fisher, K. Pericleous, N. Gonzalez-Flesca, 2003. Modelling air quality in street canyons: a review; Atmospheric Environment; Vol. 37, Issue 2, pp 155-182.
- UITP (2004) "Clean Fuels for Road Public Transport". Brussels, 2004.
- URL: http://europa.eu.int/comm/environment/air/clean_bus/index.htm
- Vieira, J., 2004. "Aplicação de instrumentos com objectivos ambientais no sector dos transportes: da intervenção regulamentar à multi-instrumentalidade". Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico. Lisboa. Setembro 2004.
- Volvo Bus Corporation, 2005. "The Swedish Public Transport Association (SLTF) environment program". Workshop on EU Policies to Improve the Contribution of Urban Buses and other Captive Fleets to Air Quality, Brussels, January 14 2005.
- Watson, J. G., J.C. Chow, 2004. Receptor models for Air Quality Management, Environmental Monitoring. Air & Waste Management Association. October 2004, USA.
- WHO, 2004. "Health Aspects of Air Pollution - Results from the WHO Project "Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe". WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark, June 2004.

9. Listagem de abreviaturas

ABMotor - O Site dos Concessionários Oficiais das Marcas
ACEA – Associação da Indústria Automóvel Europeia
ADP – Adubos de Portugal
AEmp – Associações Empresariais
AInd – Associações Industriais
Alf – Estação de Qualidade do Ar de Alfragide / Amadora
AML – Área Metropolitana de Lisboa
AML Norte – Área Metropolitana de Lisboa Norte
AML Sul – Área Metropolitana de Lisboa Sul
AMTL – Autoridade Metropolitana de Transportes de Lisboa
ANTROP – Associação Nacional de Transportadores Rodoviários de Pesados de Passageiros
Arc – Estação de Qualidade do Ar de Arcos / Setúbal
Avl - Estação de Qualidade do Ar de Avenida da Liberdade / Lisboa
Bea - Estação de Qualidade do Ar de Beato / Lisboa
Ben - Estação de Qualidade do Ar de Benfica / Lisboa
CAE – Classificação das Actividades Económicas
CAFE – programa *Clean Air For Europe* (Ar Puro para a Europa)
Cam – Estação de Qualidade do Ar de Camarinha / Setúbal
Cas - Estação de Qualidade do Ar de Cascais-Mercado / Cascais
CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional
CCDR-LVT – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo
CE – Comissão Europeia
Cha- Estação de Qualidade do Ar de Chamusca
Che - Estação de Qualidade do Ar de Chelas / Lisboa
Cmii - Estação de Qualidade do Ar de Câmara Municipal
CML – Câmara Municipal de Lisboa
CMO – Câmara Municipal de Oeiras
CMs – Câmaras Municipais
CMV – Câmara Municipal do Barreiro
COV – Compostos Orgânicos Voláteis
COVNM - Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos



Cri - Estação de Qualidade do Ar de Avenida Casal Ribeiro / Lisboa

DCEA - FCT/UNL – Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

DGE – Direcção-Geral da Empresa

DGGE – Direcção Geral de Geologia e Energia

DGI – Direcção-Geral da Indústria

DGOTDU – Direcção-Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

DGT – Direcção-Geral do Turismo

DGTT – Direcção Geral de Transportes Terrestres

DGV – Direcção Geral de Viação

DRE-LVT – Direcção Regional de Lisboa e Vale do Tejo do Ministério da Economia e da Inovação

DRE-LVT – Direcção Regional de Economia de Lisboa e Vale do Tejo

E4 - Programa 4E, Eficiência Energética e Energias Endógenas

E-FRE – programa para a promoção da produção de Electricidade a partir de Fontes Renováveis de Energia

EM – Estados-Membros

EMEL – Empresa Municipal de Estacionamento de Lisboa

EN – Eventos naturais

Ent – Estação de Qualidade do Ar de Entrecampos / Lisboa

EPER – Registo Europeu de Emissões Poluentes

EQA - Estações de qualidade do ar

Escii - Escavadeira / Barreiro

FAEED - *Aircraft Engine Emission Database*

FLI - Fontes Lineares Individualizadas

FPI - Fontes Pontuais Individualizadas

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GIC – Grandes Instalações de Combustão

GN – Gás Natural

GNR – Guarda Nacional Republicana

GPL – Gases Petrolíferos Liquefeitos

GPS – *Global Positioning System*

Hve - Estação de Qualidade do Ar de Hospital Velho / Barreiro

IA – Instituto do Ambiente

IAIT – Inquérito Anual à Indústria Transformadora

IAPI – Inquérito Anual à Produção Industrial

IEA-LVT - Inventário de Emissões Atmosféricas na Região de Lisboa e Vale do Tejo



IEP – Instituto de Estradas de Portugal
IGA – Inspeção Geral do Ambiente
IM – Instituto de Meteorologia
Inds - Indústrias
INERPA - Inventário Nacional de Emissões e Remoções de Poluentes Atmosféricos
ITP – Instituto de Turismo de Portugal
JAMA – Associação da Indústria Automóvel Japonesa
KAMA - Associação da Indústria Automóvel Coreana
Lar – Estação de Qualidade do Ar de Laranjeiro / Almada
Lav – Estação de Qualidade do Ar de Lavradio / Barreiro
Lou - Estação de Qualidade do Ar de Loures
LTO - *Land and Take-Off*
LVT – Lisboa e Vale do Tejo
MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas
MAI – Ministério da Administração Interna
MAOTDR – Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
Marq - Estação de Qualidade do Ar de Quinta do Marquês / Oeiras
MEI – Ministério da Economia e da Inovação
Mem - Estação de Qualidade do Ar de Mem-Martins / Sintra
MFAP – Ministério das Finanças e da Administração Pública
ML – Metropolitano de Lisboa
MOPTC – Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações
MS – Ministério da Saúde
MTDS – Melhores Técnicas Disponíveis
MTS – Metro Transportes do Sul
OCOV - Outros Compostos Orgânicos Voláteis
Oli – Estação de Qualidade do Ar de Olivais / Lisboa
OTs – Operadores de Transportes
PCI – Poder calorífico inferior
PCIP – Prevenção e Controlo Integrados de Poluição
Pkm – Passageiros.km
PM – Polícia Municipal
PNAC – Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PPar – Planos e Programas
PP - Estação de Qualidade do Ar de Paio Pires / Seixal



PROT-AML – Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa

PSP – Polícia de Segurança Pública

PTEN – Programa para os Tectos de Emissão Nacional

Que - Estação de Qualidade do Ar de Quebedo/ Setúbal

Reb - Estação de Qualidade do Ar de Reboleira / Amadora

Rest - Estação de Qualidade do Ar de Restelo / Lisboa

RLVT – Região de Lisboa e Vale do Tejo

RMQA - Rede de monitorização da qualidade do ar

TC – Transporte Colectivo

TCR - Transporte Colectivo Rodoviário

TI – Transporte Individual

TMDA - Tráfego Médio Diário Anual

TRM – Transporte Rodoviário de Mercadorias

TRP – Transporte Rodoviário de Passageiros

UE – União Europeia

Vkm – Veículos.km

ZER – Zona de Emissões Reduzida