

UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR



SCUTVIAS
AUTOESTRADAS DA BEIRA INTERIOR S.A

A23 – Scut da Beira Interior

ABRANTES / CASTELO BRANCO / GUARDA

PLANO DE MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DA A23

PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

Lanço A23/IP2 Túnel da Gardunha

DÉCIMO RELATÓRIO

Dezembro 2009

ÍNDICE DE TEXTOS

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. ENQUADRAMENTO LEGAL	3
2. PARÂMETROS MONITORIZADOS	4
3. TÉCNICAS E MÉTODOS DE AMOSTRAGEM	5
4. CALENDARIZAÇÃO DA CAMPANHA	6
5. LOCAIS DE AMOSTRAGEM	7
6. RESULTADOS	8
7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	9
7.1. DISCUSSÃO POR PARÂMETRO	9
7.1.1. Dióxido de enxofre	9
7.1.2. Monóxido de carbono	11
7.1.3. Dióxido de azoto	12
7.1.4. Partículas(PM ₁₀)	13
7.1.5. Chumbo	13
7.1.6. Ozono	14
7.1.7. Benzeno, tolueno e xilenos	16
7.2. DISCUSSÃO POR LOCAL DE AMOSTRAGEM	17
7.2.1. Emboquilhamento Sul do Túnel 1	17
8. CONCLUSÕES	18
9. BIBLIOGRAFIA	20
ANEXOS	21

ANEXO I - Legislação aplicável

ANEXO II - Localização cartográfica dos locais de amostragem

ANEXO III - Resultados

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I - Métodos de medição e equipamentos.	5
Tabela II - Métodos de referência definidos em termos legais.....	6
Tabela III - Duração da campanha em cada local de amostragem.....	6
Tabela IV - Localização dos pontos de amostragem de qualidade do ar.....	7
Tabela V - Volume de Tráfego ocorrido durante o período de amostragem de qualidade do ar.....	7
Tabela VI - Condições meteorológicas ocorridas durante o período de amostragem de qualidade do ar..	7
Tabela VII - Níveis de poluição para o parâmetro dióxido de enxofre (SO ₂) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).	9
Tabela VIII - Níveis de poluição para o parâmetro monóxido de carbono (CO) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).	11
Tabela IX - Níveis de poluição para o parâmetro dióxido de azoto(NO ₂) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).	12
Tabela X - Níveis de poluição para as partículas em suspensão (PM ₁₀) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).	13
Tabela XI - Comparação dos resultados das partículas em suspensão (PM ₁₀) com os níveis de poluição definidos por lei.....	13
Tabela XII - Níveis de poluição para o parâmetro chumbo (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).....	13
Tabela XIII - Comparação dos resultados do parâmetro chumbo com os níveis de poluição definidos por lei.	14
Tabela XIV - Níveis de poluição para o parâmetro ozono (Decreto-Lei n.º 320/2003 de 20 de Dezembro).	14
Tabela XV - Níveis de poluição para o parâmetro benzeno (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril). ..	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 -Evolução do parâmetro SO ₂ no ponto de amostragem do Emboquilhamento Sul do Túnel 1 .	10
Figura 2 - Valores das médias octo-horárias para o ponto de monitorização do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.	11
Figura 3 - Evolução do parâmetro NO ₂ no ponto de amostragem do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.	12
Figura 4 - Valores das médias octo-horárias para o ponto de monitorização do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.	15
Figura 5 - Valores médios diários do benzeno, tolueno e xilenos no ponto de monitorização do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.....	16

1. INTRODUÇÃO

A empresa concessionária da Auto-Estrada da Beira Interior-SCUTVIAS solicitou à Universidade da Beira Interior (UBI) uma campanha de monitorização da qualidade do ar (décima campanha) na Auto-estrada A23, Lanço A23/IP2 Túnel da Gardunha, com o objectivo de monitorizar os poluentes atmosféricos provocados pelo tráfego rodoviário.

A campanha de recolha de dados e amostras neste lanço decorreu entre 27/10/2009 e 03/11/2009.

A legislação que serviu de suporte à elaboração deste relatório encontra-se especificada no Anexo I.

1.1. ENQUADRAMENTO LEGAL

No Decreto-Lei n.º 276/99 de 23 de Julho é estabelecido que cada estado membro deve proceder a uma caracterização dos níveis de concentração de poluentes em todo o território nacional que, por sua vez, deve ser dividido em unidades funcionais de gestão da qualidade do ar designadas por aglomerações ou zonas. Neste contexto, a A23 foi integrada na zona Centro-Interior (DGA, UNL, 2001). Esta zona corresponde a uma área de 17.395 km² e tem uma população residente de 767.113 habitantes. Saliente-se que cada zona definida corresponde a uma área geográfica homogénea em termos de qualidade do ar, ocupação do solo e densidade populacional.

A estratégia de avaliação da qualidade do ar está definida com base nos seguintes níveis de poluição (com excepção do ozono que se especifica mais à frente):

- Valor limite (VL): nível de poluentes na atmosfera, fixado com base em conhecimentos científicos, cujo valor não pode ser excedido, durante períodos previamente determinados, com o objectivo de evitar, prevenir ou reduzir os efeitos nocivos na saúde humana e ou no meio ambiente (Decreto-Lei n.º 276/99).
- Limiar superior de avaliação (LSA): nível de poluição abaixo do qual pode ser utilizada uma combinação de medições e técnicas de modelização para avaliar a qualidade do ar ambiente (Decreto-Lei n.º 111/2002).
- Limiar inferior de avaliação (LIA): nível de poluição abaixo do qual poderão ser utilizadas apenas técnicas de modelização ou a estimativa objectiva para avaliar a qualidade do ar ambiente (Decreto-Lei n.º 111/2002).

Ao nível correspondente ao valor limite, consoante os casos, pode, de acordo com o estabelecido na lei, ser acrescida uma margem de tolerância que se define como a percentagem do valor limite que esse valor pode ser excedido (Decreto-Lei n.º 276/99).

Segundo o definido na legislação aplicável, nomeadamente no Anexo III da Directiva 2000/69/CE, a determinação da ultrapassagem do LSA e LIA ocorre quando:

“A ultrapassagem dos limiares superiores e inferiores de avaliação deve ser determinada com base nas concentrações registadas durante os últimos cinco anos, desde que existam dados suficientes. Considera-se que o limiar de avaliação foi ultrapassado caso tenha sido ultrapassado durante, pelo menos, três anos distintos no decurso desses últimos cinco anos.”

No caso particular do ozono os níveis de poluição utilizados para a gestão da qualidade do ar são os seguintes:

- Objectivo a longo prazo (OLP): concentração no ar ambiente de ozono abaixo da qual, de acordo com os conhecimentos científicos actuais, é improvável a ocorrência de efeitos nocivos directos na saúde humana ou no ambiente em geral. Este objectivo deve ser atingido a longo prazo, salvo quando tal não seja exequível através de medidas proporcionadas, com o intuito de proteger de forma eficaz a saúde humana e o ambiente (Decreto-Lei n.º 320/2003).
- Valor alvo (VA): nível fixado com o objectivo, a longo prazo, de evitar efeitos nocivos para a saúde humana e ou para o ambiente na sua globalidade, a alcançar, na medida do possível, no decurso de um período determinado (Decreto-Lei n.º 320/2003).

2. PARÂMETROS MONITORIZADOS

Os parâmetros de qualidade do ar monitorizados no lanço A23/IP2 Teixoso/Alcaria – Ligação à Covilhã foram os seguintes:

- dióxido de enxofre (SO₂),
- monóxido de carbono (CO),
- dióxido de azoto (NO₂),
- partículas finas (PM₁₀),
- chumbo (Pb),
- ozono (O₃),
- benzeno (C₆H₆), tolueno (C₆H₅CH₃) e (o,m,p-)xileno (C₆H₄ (CH₃)₂).

3. TÉCNICAS E MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

A campanha de monitorização e recolha de amostras foi realizada utilizando equipamentos de amostragem e medição móveis (Anexo III - Anexo fotográfico). Os métodos de medição e os respectivos equipamentos utilizados apresentam-se na Tabela I.

Tabela I - Métodos de medição e equipamentos.

Poluente	Método de medição	Equipamento
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Fluorescência ultravioleta	Environnement (AF 22M)
Monóxido de carbono (CO)	Absorção de infravermelhos	Environnement (CO 12M)
Dióxido de azoto (NO ₂)	Quimiluminescência	Environnement (AC 32M)
Partículas (PM ₁₀)	Gravimetria (1)	Amostrador de partículas (2)
Chumbo (Pb)	ICP(3)	Amostrador de partículas (2)
Ozono (O ₃)	Fotometria de ultravioletas	Environnement (O ₃ 42M)
Benzeno (C ₆ H ₆)	Cromatografia e ionização	Environnement (VOC 71M)
Tolueno (C ₆ H ₅ CH ₃)	Cromatografia e ionização	Environnement (VOC 71M)
(o,m,p-)Xileno (C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂)	Cromatografia e ionização	Environnement (VOC 71M)

(1) Medição realizada em laboratório com limite de deteção de 50µg/m³.

(2) Equipamento utilizado para recolher amostras.

(3) Medição realizada em laboratório com limite de deteção de 0,25µg/m³.

Como se pode verificar, pela comparação com os métodos de referência legais (compilados na Tabela II) os métodos de medição e recolha de amostras utilizados correspondem aos definidos por lei.

Tabela II - Métodos de referência definidos em termos legais.

Poluente	Métodos de referência
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Método descrito na ISO/FDIS 10498 (em projecto). Método por fluorescência ultravioleta. Outro método desde que se demonstre que os resultados são equivalentes aos do método anterior.
Monóxido de carbono (CO)	Método de espectrofotometria de infravermelhos sem dispersão (em processo de normalização pelo Comité Europeu de Normalização (CEN)). Método descrito na NP 4339:1998) (1). Método infravermelho não dispersivo. Outro método desde que se demonstre que os resultados são equivalentes aos dos métodos anteriores.
Dióxido de azoto (NO ₂)	Método descrito na NP 4172:1992. Método automático por quimiluminescência. Outro método desde que se demonstre que os resultados são equivalentes aos dos métodos anteriores.
Partículas (PM ₁₀)	Método de amostragem descrito pela norma EN12341. Método de medição baseado na recolha num filtro da fracção PM ₁₀ e na determinação da massa gravimétrica. Outro método desde que se demonstre que os resultados são equivalentes ou relacionáveis aos dos métodos anteriores.
Chumbo (Pb)	Método de amostragem descrito pela norma EN12341. Método de medição descrito na ISO 9855:1993. Método de medição por espectrofotometria por absorção atómica. Outro método desde que se demonstre que os resultados são equivalentes aos dos métodos anteriores.
Ozono (O ₃)	Método fotométrico no ultravioleta (ISO 13964:1998). Método de calibração: fotómetro UV de referência (ISO 13964:1998). Outro método desde que se demonstre que os resultados são equivalentes ao do método anterior.
Benzeno (C ₆ H ₆)	Medição do benzeno com amostragem de ar canalizado por uma bomba e passado por um módulo de absorção seguida de determinação da concentração por cromatografia de gás (actualmente a ser desenvolvido pelo CEN). Outros métodos nacionais com base no mesmo método de medição (1). Outro método desde que se demonstre que os resultados são equivalentes aos dos métodos anteriores.

(1) A utilizar na ausência de um processo normalizado.

4. CALENDARIZAÇÃO DA CAMPANHA

A campanha de monitorização e avaliação foi realizada de 27-10-2009 a 03-11-2009.

A duração da campanha em cada um dos locais de amostragem apresenta-se na Tabela III.

Tabela III - Duração da campanha em cada local de amostragem.

Ponto	Localização	Duração	
		Início	Fim
14	Emboquilhamento Sul do Túnel 1	27-10-2009	03-11-2009

5. LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Para este lanço da Auto-estrada foram realizadas recolhas de dados e amostras em um ponto cuja localização (em coordenadas Gauss) é apresentada na Tabela IV.

Tabela IV - Localização dos pontos de amostragem de qualidade do ar.

Ponto	Localização	PK	Coordenadas	
			X	Y
14	Emboquilhamento Sul do Túnel 1	152+600	256560	348455

No Anexo II - Local de amostragem, apresenta-se a localização cartográfica do ponto de amostragem.

Apresenta-se nas Tabelas V e VI o Volume de Tráfego que ocorreu durante o período de recolha de dados para o ponto, assim como as condições meteorológicas verificadas durante esses dias (dados fornecidos pela SCUTVIAS).

Tabela V - Volume de Tráfego ocorrido durante o período de amostragem de qualidade do ar.

Ponto	Localização	Número de veículos durante o período de recolha de dados	
		Ligeiros	Pesados
14	Emboquilhamento Sul do Túnel 1	76845	10056

Tabela VI - Condições meteorológicas ocorridas durante o período de amostragem de qualidade do ar.

Ponto	Data	Condições meteorológicas
14	27-10-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 16,3°C
	28-10-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 17,1°C
	29-10-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 15,5°C
	30-10-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 14,5°C
	31-10-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 14,0°C
	01-11-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 16,3°C
	02-11-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 10,5°C
	03-11-2009	Precipitação: 0,0 mm Vento: 0,0 m/s Temperatura: 11,5°C

6. RESULTADOS

Os resultados da campanha de amostragem apresentam-se no Anexo III - Resultados.

Os parâmetros dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de azoto (NO_2) foram amostrados horariamente, e os resultados convertidos em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Anexo III - Resultados) de forma a poderem ser comparáveis com as normais legais.

O parâmetro monóxido de carbono (CO) foi amostrado horariamente, sendo os resultados convertidos em mg/m^3 (Anexo III - Resultados) e calculados os valores máximos das médias octo-horárias (Ponto 7.1.2).

Os valores dos parâmetros, partículas PM_{10} e Chumbo, resultantes das amostras recolhidas durante a campanha de amostragem, bem como as condições no momento da recolha da amostra, apresentam-se no Anexo III - Resultados.

O parâmetro ozono (O_3) foi amostrado horariamente, sendo os resultados convertidos em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Anexo III- Resultados) e calculados os valores máximos das médias octo-horárias, de acordo com o definido por lei (Ponto 7.1.6).

As conversões de unidades foram normalizadas à temperatura de 293 K e à pressão de 101,3 kPa.

Os parâmetros benzeno (C_6H_6), Tolueno ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$) e (o,m,p-)Xileno ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$) (Anexo III - Resultados) foram amostrados horariamente, calculando-se os valores médios diários (Ponto 7.1.7).

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De forma a permitir que o comentário dos resultados possibilite uma discussão alargada dividiu-se, a discussão dos resultados, em dois pontos: um deles comenta os resultados obtidos parâmetro a parâmetro e o outro os resultados obtidos por local de amostragem.

Saliente-se que, os dados recolhidos nesta campanha, são apenas relevantes no contexto da protecção da saúde pública. Para se associarem estes resultados ao contexto da protecção de ecossistemas ou vegetação, os locais de amostragem não poderiam estar localizados nas imediações das grandes vias de tráfego, como ocorre na presente monitorização.

7.1. DISCUSSÃO POR PARÂMETRO

7.1.1. Dióxido de enxofre

Na Tabela VII apresentam-se os valores definidos por lei para o parâmetro dióxido de enxofre (SO₂) relativamente aos diferentes níveis de poluição (definidos em 1.1).

Tabela VII - Níveis de poluição para o parâmetro dióxido de enxofre (SO₂) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).

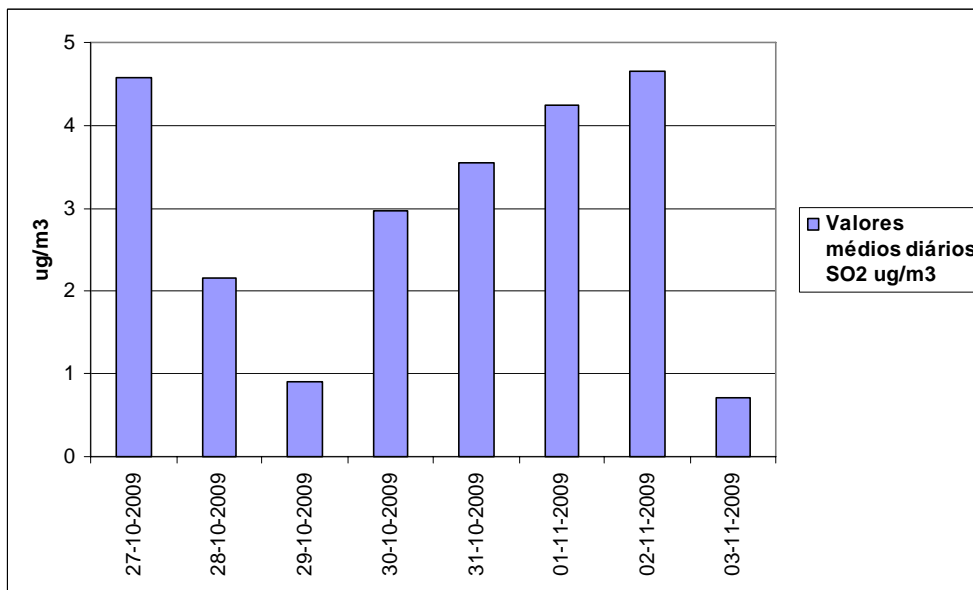
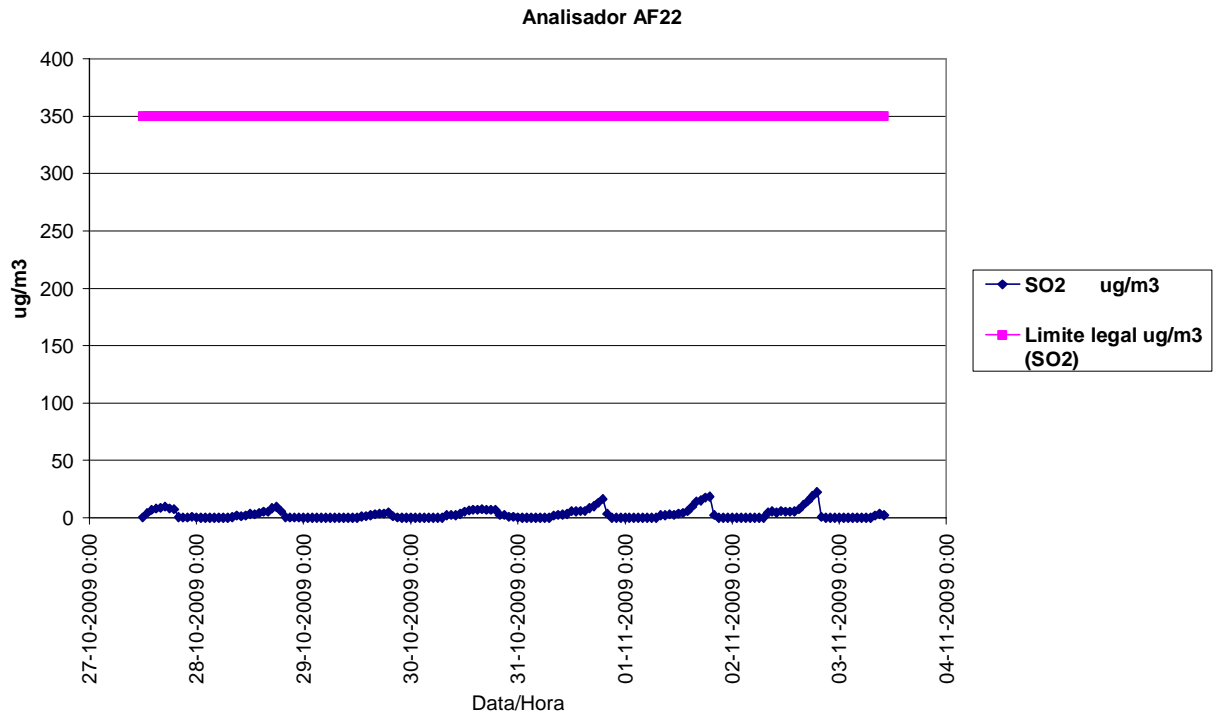
Período de referência	Protecção da saúde pública	
	Diário	Horário
Limiar inferior de avaliação	50µg/m ³ (1)	-
Limiar superior de avaliação	75µg/m ³ (1)	-
Valor limite	125µg/m ³	350µg/m ³ (2)

(1) Não ultrapassar mais de 3 vezes por ano.

(2) Não exceder mais de 24 vezes em cada ano civil.

Nos gráficos seguintes apresenta-se a evolução dos valores horários do parâmetro SO₂, nos locais de monitorização, e a respectiva comparação com o valor limite horário. É também apresentado o valor médio diário registado e a sua comparação com o respectivo valor de referência.

Figura 1 - Evolução do parâmetro SO₂ no ponto de amostragem do Emboquilhamento Sul do Túnel 1 .



Como se pode observar pela análise dos gráficos anteriores, durante o período de realização desta campanha, os **valores de SO₂ encontraram-se sempre muito abaixo do valor limite horário, bem como do limite médio diário** (350µg/m³ e 125µg/m³ respectivamente), no ponto de amostragem.

7.1.2. Monóxido de carbono

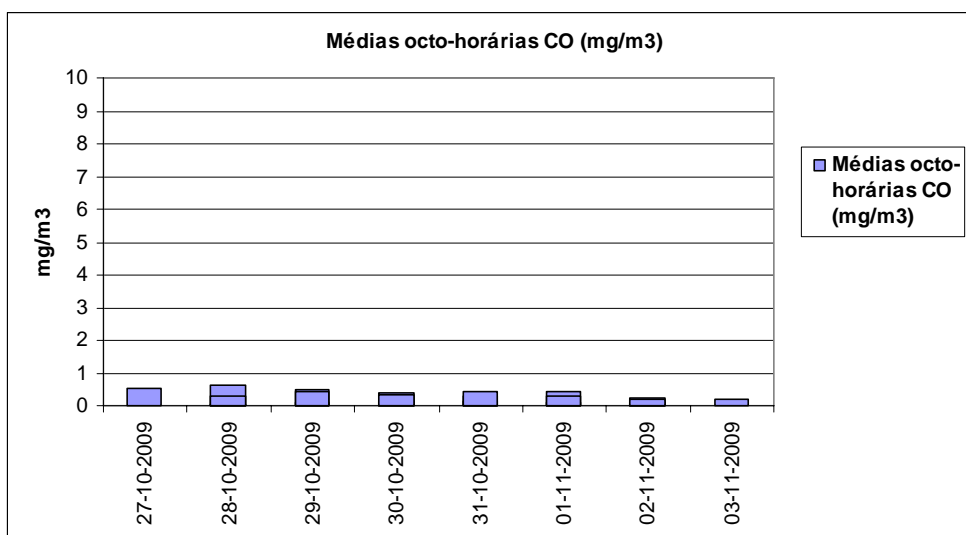
Na Tabela VIII apresentam-se os valores definidos por lei para o parâmetro monóxido de carbono (CO) relativamente aos diferentes níveis de poluição (definidos em 1.1).

Tabela VIII - Níveis de poluição para o parâmetro monóxido de carbono (CO) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).

	Protecção da saúde pública
Período de referência	Máximo diário das médias de 8 horas
Limiar inferior de avaliação	5 mg/m ³
Limiar superior de avaliação	7 mg/m ³
Valor limite	10 mg/m ³

Nas figuras seguintes apresentam-se os valores das médias de 8 h para os vários locais de monitorização.

Figura 2 - Valores das médias octo-horárias para o ponto de monitorização do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.



Como se pode verificar pela observação do gráfico anterior, os **valores do parâmetro monóxido de carbono**, durante o período de realização desta campanha, encontraram-se bastante **abaixo do valor limite horário** definido por lei (10mg/m³), bem como abaixo do Limite inferior de avaliação (5 mg/m³) no ponto de amostragem.

7.1.3. Dióxido de azoto

Na Tabela IX apresentam-se os valores definidos por lei para o parâmetro dióxido de azoto (NO_2) relativamente aos diferentes níveis de poluição (definidos em 1.1).

Tabela IX - Níveis de poluição para o parâmetro dióxido de azoto (NO_2) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).

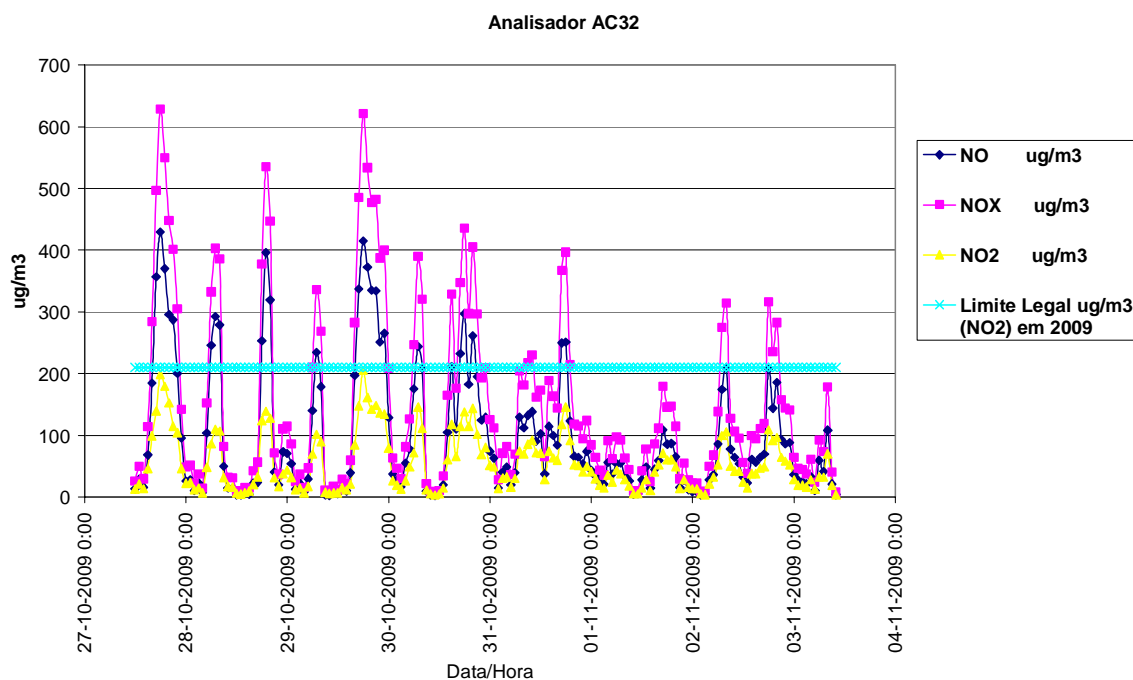
Período de referência	Protecção da saúde pública	
	Horário	Anual
Data de cumprimento do VL	1Jan 2010	1Jan 2010
Limiar inferior de avaliação	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1)	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limiar superior de avaliação	140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1)	32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valor limite	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Margem de tolerância	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2)	16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2)

(1) Não ultrapassar mais de 18 vezes por ano;

(2) Com redução gradual numa percentagem anual idêntica até atingir 0% em 1 de janeiro de 2010.

Nos gráficos seguintes apresenta-se a evolução dos valores horários do parâmetro NO_2 , nos vários locais de monitorização, e a respectiva comparação com o valor limite horário.

Figura 3 - Evolução do parâmetro NO_2 no ponto de amostragem do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.



Como se pode observar pela análise do gráfico anterior, durante o período de realização desta campanha, os **valores de dióxido de enxofre** encontraram-se sempre **abaixo do valor limite horário** (correspondente a 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no ano de 2009, tendo em conta a margem de tolerância estabelecida na legislação em vigor, referida na Tabela IX), tendo tido apenas valores próximos desse máximo nos dias 27/10/2009 e 29/10/2009.

7.1.4. Partículas(PM₁₀)

As partículas em suspensão incluem poluentes com composição química, tamanho ou granulometria diversa. As PM₁₀ correspondem às “partículas em suspensão susceptíveis de serem recolhidas através de uma tomada de amostra selectiva, com eficiência de corte de 50%, para um diâmetro aerodinâmico de 10µm” (Decreto-Lei n.º 111/2002).

Na Tabela X apresentam-se os valores definidos por lei para as partículas PM₁₀ relativamente aos diferentes níveis de poluição (definidos em 1.1).

Tabela X - Níveis de poluição para as partículas em suspensão (PM₁₀) (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).

Período de referência	Protecção da saúde pública	
	Diário	Anual
Limiar inferior de avaliação (LIA)	20µg/m ³ (1)	10µg/m ³
Limiar superior de avaliação (LSA)	30µg/m ³ (1)	14µg/m ³
Valor limite (VL)	50µg/m ³ (2)	40µg/m ³

(1) Não ultrapassar mais de 7 vezes por ano.

(2) Não exceder mais de 35 vezes por ano.

Na Tabela XI apresenta-se a comparação dos valores obtidos para as partículas PM₁₀ com os respectivos níveis de poluição definidos por lei, no local de amostragem.

Tabela XI - Comparação dos resultados das partículas em suspensão (PM₁₀) com os níveis de poluição definidos por lei.

Local de amostragem	PM ₁₀ (µg/m ³)	VL diário(µg/m ³)
Emboquilhamento Sul do Túnel 1	30,676	50

Através da Tabela XI pode verificar-se que os **valores de partículas em suspensão (PM₁₀)** medidos se encontram sempre **abaixo dos valores limite**.

7.1.5. Chumbo

Na Tabela XII apresentam-se os valores definidos por lei para o chumbo relativamente aos diferentes níveis de poluição (definidos em 1.1).

Tabela XII - Níveis de poluição para o parâmetro chumbo (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).

Período de referência	Protecção da saúde pública
	Anual
Limiar inferior de avaliação	0,25µg/m ³
Limiar superior de avaliação	0,35µg/m ³
Valor limite	0,5µg/m ³

Na Tabela XIII apresenta-se a comparação dos valores obtidos para o chumbo com os respectivos níveis de poluição definidos por lei, no local de amostragem.

Tabela XIII - Comparação dos resultados do parâmetro chumbo com os níveis de poluição definidos por lei.

Local de amostragem	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Emboquilhamento Sul do Túnel 1	<0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Como se pode verificar pela Tabela XIII e, tendo em conta, que os valores de chumbo obtidos são diários, não existe um período de referência comum que permita a comparação dos valores obtidos com os níveis de poluição definidos por lei. Considerando esta restrição, pode apenas referir-se que os **valores de chumbo obtidos foram inferiores a 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

7.1.6. Ozono

Na Tabela XIV apresentam-se os valores definidos por lei para o ozono relativamente aos diferentes níveis de poluição (definidos em 1.1).

Tabela XIV - Níveis de poluição para o parâmetro ozono (Decreto-Lei n.º 320/2003 de 20 de Dezembro).

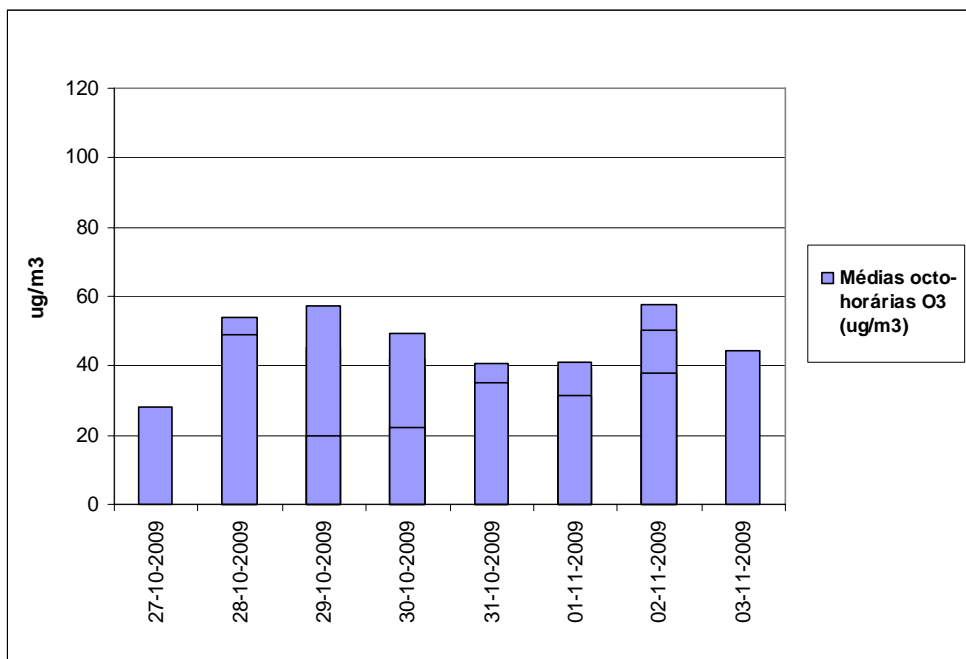
	Protecção da saúde pública
Período de referência	Anual
Data de cumprimento do VA	1Jan 2010 (1)
Valor alvo(VA)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2)
Objectivo a longo prazo	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3)

- (1) O cumprimento do valor alvo será avaliado a partir de 2010, ou seja, o ano de 2010 será o primeiro ano cujos dados serão utilizados para avaliação da conformidade nos três ou cinco anos seguintes, consoante o caso;
- (2) O parâmetro considerado é o valor máximo das médias octo-horárias do dia; o valor não pode ser excedido mais de 25 dias por ano civil.
- (3) O parâmetro considerado é o valor máximo das médias octo-horárias do dia.

Saliente-se que, tal como no caso do parâmetro chumbo, não existe um período de referência comum que permita a comparação dos valores obtidos com os níveis de poluição definidos por lei, já que o período de referência legal é anual e a campanha realizada foi apenas de alguns dias.

Apesar desta impossibilidade apresentam-se nos gráficos seguintes os valores máximos horários das médias de 8h para os vários locais de monitorização.

Figura 4 - Valores das médias octo-horárias para o ponto de monitorização do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.



Durante a realização desta campanha, tal como se pode verificar pela observação do gráfico, **os valores máximos das médias octo-horárias nunca ultrapassaram o valor imposto como valor alvo e limite a longo prazo ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$)**, encontrando-se sempre abaixo do mesmo, ainda que as condições naturais do meio envolvente indiquem a possibilidade de ocorrência de valores elevados de emissões de compostos voláteis em especial em época de temperaturas elevadas.

O ozono troposférico resulta de reacções químicas que se estabelecem entre alguns poluentes primários em presença da luz solar. Na Beira Interior estas reacções são particularmente importantes no verão, criando condições propícias à formação do ozono troposférico.

Tendo em conta que o ozono troposférico é um poluente secundário, é importante avaliar não só as concentrações do ozono em si, mas também, das substâncias que contribuem para a formação do mesmo. O anexo VI do Decreto-Lei n.º 320/2003, refere que “a medição de substâncias precursoras de ozono deve incluir, pelo menos, os óxidos de azoto e os compostos orgânicos voláteis relevantes”.

Como se pode verificar através da análise da Figura 3, **existem picos de concentração de NO_x superiores ao limite imposto legislativamente para o NO_2** , o que indica que os óxidos de azoto totais apresentam valores de concentração que se podem considerar elevados. No entanto apesar destes picos de concentração de óxidos de azoto, durante o período da campanha os valores da concentração de O_3 encontraram-se sempre abaixo do valor limite alvo a longo prazo ($120\mu\text{g}/\text{m}^3$). O tráfego rodoviário da infra-estrutura em estudo será provavelmente a fonte destes poluentes atmosféricos neste local de amostragem.

Os compostos orgânicos voláteis, associados ao tráfego, relevantes para a formação de ozono, são discutidos no ponto seguinte.

7.1.7. Benzeno, tolueno e xilenos

Na Tabela XV apresentam-se os valores definidos por lei para o benzeno relativamente aos diferentes níveis de poluição (definidos em 1.1).

Tabela XV - Níveis de poluição para o parâmetro benzeno (Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril).

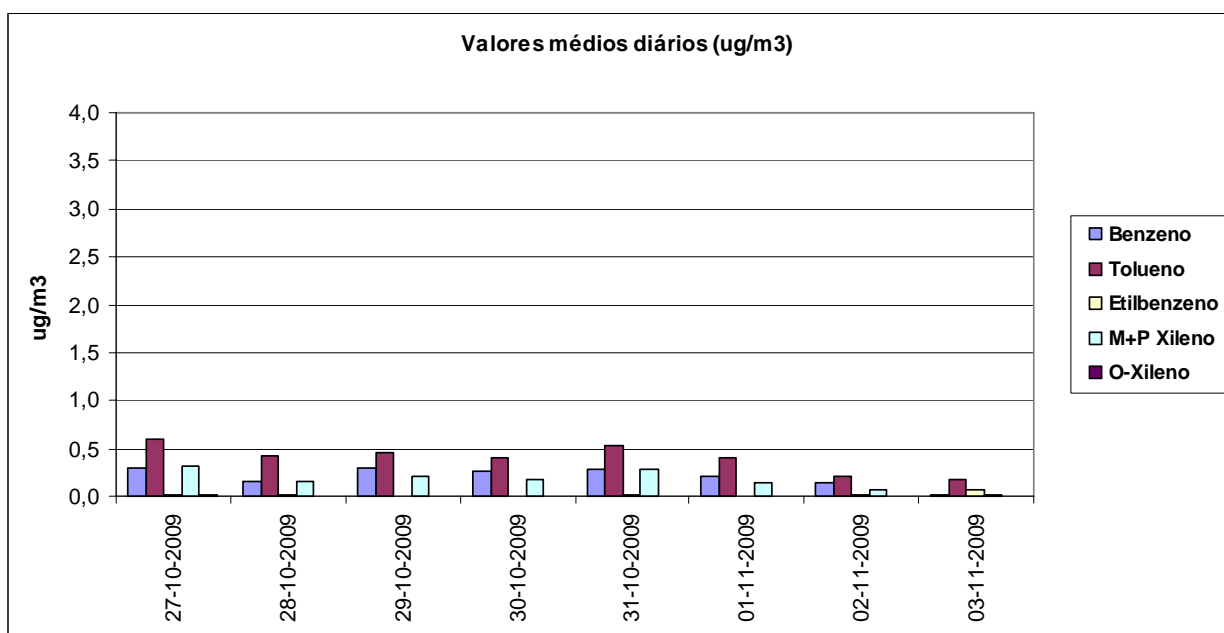
	Protecção da saúde pública
Período de referência	Anual
Data de cumprimento do VL	1Jan 2010
Limiar inferior de avaliação	2µg/m ³
Limiar superior de avaliação	3,5µg/m ³
Valor limite (VL)	5µg/m ³
Margem de tolerância	5µg/m ³ (1)

(1) Com redução gradual a partir de janeiro de 2006 de 1µg/m³ ano para atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.

Saliente-se que, tal como no caso do parâmetro chumbo e ozono, o período de referência legal é anual e esta campanha foi realizada durante alguns dias, logo, não há um período de referência comum que permita a comparação directa entre os resultados obtidos e os níveis de poluição referidos na lei.

Nos gráficos seguintes apresentam-se os valores das médias diárias obtidas para o benzeno, tolueno e xilenos nos vários locais de amostragem.

Figura 5 - Valores médios diários do benzeno, tolueno e xilenos no ponto de monitorização do Emboquilhamento Sul do Túnel 1.



Tal como se pode verificar pela análise do gráfico da Figura 5, **os valores obtidos para o parâmetro Benzeno são inferiores a $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Limite inferior de avaliação)**, apresentando apenas valores residuais. Saliente-se que o benzeno é um composto orgânico volátil directamente associado ao tráfego e do qual derivam o tolueno, m+p-xileno e o-xileno.

7.2. DISCUSSÃO POR LOCAL DE AMOSTRAGEM

Para clarificar a discussão por local de amostragem convém esclarecer quais os critérios adoptados para a classificação das fontes de poluição do ar. Desta forma, no contexto da monitorização da A23 consideram-se relevantes os seguintes tipos de fontes de poluição do ar:

- Fontes em linha: grandes vias de tráfego como auto-estradas e itinerários principais.
- Fontes em área: aglomerados e outras áreas urbanas (áreas urbanas com um conjunto contínuo de freguesias urbanas com densidade populacional superior ou igual a 500 hab./ km²).

7.2.1. Emboquilhamento Sul do Túnel 1

No nó do Emboquilhamento Sul do Túnel 1 as fontes de poluição do ar são fontes em linha associadas ao traçado da A23 (Anexo II).

Neste ponto de amostragem os valores dos parâmetros dióxido de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de azoto, ozono e benzeno encontraram-se sempre abaixo dos valores limites estabelecidos por lei durante o período de realização desta campanha. Os resultados do parâmetro chumbo foram inferiores a $0,25\mu\text{g}/\text{m}^3$, também os valores das partículas PM₁₀ se encontram bastante abaixo dos valores limite definidos por lei.

Relativamente à 2^a campanha efectuada em 2005, verificou-se neste ponto valores próximos e nalguns casos inferiores, para os parâmetros dióxido de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de azoto e ozono. Em relação às partículas PM₁₀ o valor encontrado nesta campanha é bastante inferior ao da 2^a campanha. O parâmetro chumbo tal como na 2^a campanha apresentou nesta um valor inferior a $0,25\mu\text{g}/\text{m}^3$. Relativamente ao parâmetro benzeno verificaram-se valores inferiores dos encontrados na 2^a campanha.

8. CONCLUSÕES

A campanha de monitorização da qualidade do ar realizada permitiu a comparação dos resultados com os níveis de poluição do ar admissíveis por lei para a protecção da saúde pública, salvaguardando as limitações associadas aos períodos de referência.

No local de amostragem, os valores de **todos os parâmetros monitorizados** durante o período de realização desta campanha (dióxido de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de azoto, benzeno, ozono, partículas PM₁₀ e chumbo), encontraram-se **abaixo dos valores limite estabelecidos por lei**.

Estes resultados indicam uma **influência pouco significativa da presença da A23 na qualidade do ar ambiente, na envolvente próxima do lanço monitorizado e durante os respectivos períodos de monitorização**.

Relativamente aos valores obtido na 2ª campanha realizada em 2005, os valores agora encontrados são na generalidade semelhantes, tendo-se verificado inclusive redução em alguns casos. Comparativamente à 1ª campanha de 2009 (9ª campanha) os valores agora obtidos são bastante próximos, e nalguns casos até inferiores.

Universidade da Beira Interior, Covilhã, 21 de Dezembro de 2009.

AUTORIA

José Riscado
Engº Civil

Filipe Nunes
Engº Civil

João Rodrigues
Engº Civil

COORDENAÇÃO

Victor Cavaleiro
Prof. Catedrático

9. BIBLIOGRAFIA

- DGA,UNL(2001) Delimitação de zonas e aglomerações para avaliação da qualidade do ar em Portugal, Outubro;
- MCOTA/IA, UNL/FCT/DCEA (2002) Avaliação preliminar da qualidade do ar em Portugal no âmbito da Directiva 1999/30/CE- SO₂, NO₂, NO_x, PM₁₀ e Pb, MCOTA, Julho.
- UBI (2005). Relatório de monitorização da qualidade do Ar – Lanço A23/IP2 Túnel da Gardunha. Plano de Monitorização Ambiental da A23, SCUTVIAS – Autoestradas da Beira Interior S.A. Primeiro relatório, Dep. Eng. Civil da Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2005
- UBI (2005). Relatório de monitorização da qualidade do Ar – Lanço A23/IP2 Túnel da Gardunha. Plano de Monitorização Ambiental da A23, SCUTVIAS – Autoestradas da Beira Interior S.A. Segundo relatório, Dep. Eng. Civil da Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2005
- UBI (2009). Relatório de monitorização da qualidade do Ar – Lanço A23/IP2 Túnel da Gardunha. Plano de Monitorização Ambiental da A23, SCUTVIAS – Autoestradas da Beira Interior S.A. Nono relatório, Dep. Eng. Civil da Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2009

ANEXOS

ANEXO I

LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

1) Regime de protecção e qualidade do ar

1.1) Legislação nacional

- Decreto-Lei n.º 276/99 de 23 de Julho: define os princípios e normais gerais da avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, visando evitar ou limitar as emissões de certos poluentes atmosféricos, bem como os seus efeitos nocivos sobre a saúde humana e sobre o ambiente na sua globalidade. Por ar ambiente entende-se, o ar exterior, ao nível da troposfera, excluindo os locais de trabalho (transpõe para direito interno a Directiva 1996/62/CE).
- Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril: define, entre outros conteúdos, os valores limite, margens de tolerância e limiares de avaliação para protecção da saúde humana, vegetação e ecossistema, para os seguintes poluentes: dióxido de enxofre (SO₂) dióxido de azoto (NO₂), óxidos de azoto (NO_x), partículas em suspensão (incluindo PM₁₀), chumbo (Pb), benzeno (C₆H₆) e monóxido de carbono (CO) (transpõe as directivas 1999/30/CE e 2000/69/CE para direito interno).
- Decreto-Lei n.º 320/2003 de 20 de Dezembro: define objectivos a longo prazo, valores alvo e limiares de alerta e informação ao público para as concentrações de ozono (O₃) no ar ambiente e métodos e critérios comuns para avaliação das concentrações de O₃ e substâncias precursoras (óxidos de azoto (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV)) no ar ambiente (transpõe para direito interno a Directiva 2000/3/CE).

1.2) Legislação comunitária

- Directiva 1996/62/CE: relativa aos princípios e normas de avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente.
- Directiva 1999/30/CE: relativa a valores limite para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão e chumbo no ar ambiente.
- Directiva 2000/3/CE: relativa aos objectivos a longo prazo, valores alvo e limiares de informação do ozono no ar ambiente.
- Directiva 2000/69/CE: relativa a valores limite para o benzeno e monóxido de carbono no ar ambiente.
- Decisão 2001/752/CE: relativa às informações e dados provenientes das redes e estações individuais que medem a poluição atmosférica nos Estados-Membros.

ANEXO II

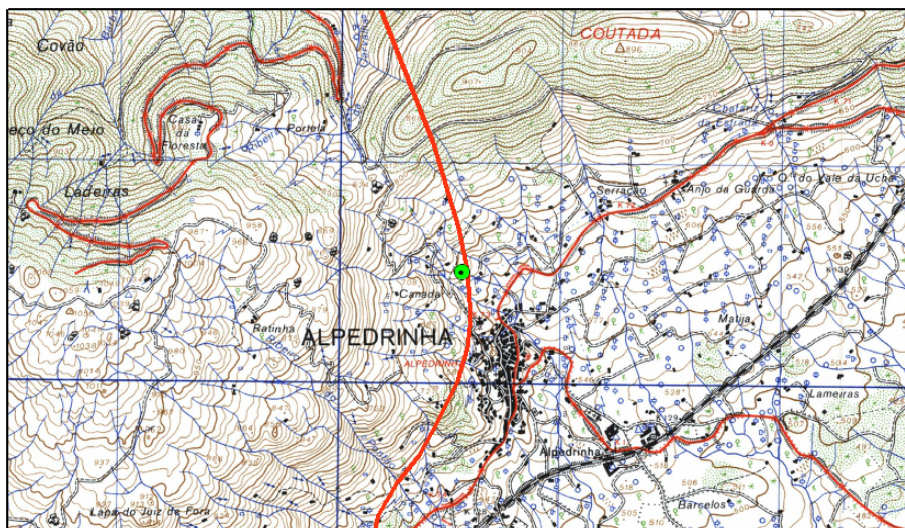
LOCALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Lanço A23/IP2 Túnel da Gardunha

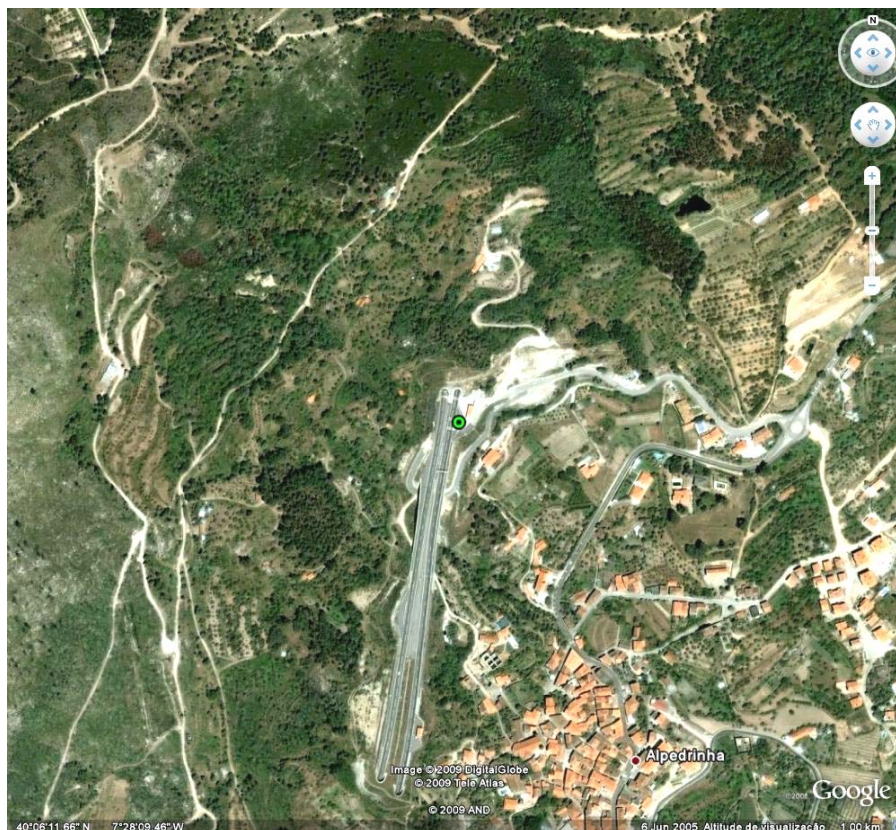
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

Local: Ponto 14	Data: 27/10/2009 – 03/11/2009
Coordenadas: X = 256560 Y = 348455	Descrição: Local de monitorização da qualidade do ar. Emboquilhamento Sul do Túnel 1.

Localização na carta 1/25000



Localização em ortofoto



Levantamento fotográfico



ANEXO III

RESULTADOS

Lanço A23/IP2 Túnel da Gardunha

Ponto 14 – Emboquilhamento Sul do Túnel 1						
Data/	Hora	SO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)
27-10-2009	12:00	0,3266	0,0000	13,3000	47,4600	25,9100
27-10-2009	13:00	4,1078	0,0000	21,3600	48,6600	50,1200
27-10-2009	14:00	6,8932	0,0045	13,6000	63,2900	29,5900
27-10-2009	15:00	7,9913	0,0000	45,6600	70,5800	114,0000
27-10-2009	16:00	8,6664	0,0077	99,0900	62,9400	284,2200
27-10-2009	17:00	9,7933	0,0000	140,0300	29,8700	497,1200
27-10-2009	18:00	8,0940	0,4446	198,6400	15,2900	628,2000
27-10-2009	19:00	7,3640	0,6759	179,6200	15,5800	549,8400
27-10-2009	20:00	0,4490	0,7757	152,6300	22,1300	448,1400
27-10-2009	21:00	0,1402	0,7660	114,6500	23,7800	401,5900
27-10-2009	22:00	0,1240	0,7876	104,5300	25,0500	305,2800
27-10-2009	23:00	0,8450	0,7857	46,2800	31,4300	142,4100
28-10-2009	0:00	0,1340	0,7240	22,5400	47,5500	48,6200
28-10-2009	1:00	0,0000	0,7997	23,6700	59,0800	51,3900
28-10-2009	2:00	0,0000	0,7903	12,1000	59,4400	22,9100
28-10-2009	3:00	0,0000	0,8362	14,5600	62,6900	37,5500
28-10-2009	4:00	0,0000	0,8805	6,9141	58,2200	14,5400
28-10-2009	5:00	0,0000	0,8908	48,6100	59,1800	152,5000
28-10-2009	6:00	0,0000	0,1317	86,5100	35,2700	332,3800
28-10-2009	7:00	0,0000	0,1349	110,0700	19,4700	402,8300
28-10-2009	8:00	0,4862	0,2428	107,0200	15,9000	385,6000
28-10-2009	9:00	2,1604	0,1172	31,7800	15,2000	81,8900
28-10-2009	10:00	1,2277	0,0636	17,3600	51,8100	31,9200
28-10-2009	11:00	2,0809	0,0574	16,4800	63,6400	31,3200
28-10-2009	12:00	3,3667	0,0017	6,3862	63,7500	10,5100
28-10-2009	13:00	2,9267	0,0000	4,9253	71,8800	8,0600
28-10-2009	14:00	4,1489	0,0019	7,5607	73,7400	15,5500
28-10-2009	15:00	5,3063	0,0000	9,8038	74,5600	14,5200
28-10-2009	16:00	5,2168	0,0000	20,3700	77,5900	42,4500
28-10-2009	17:00	8,3338	0,0002	32,8400	71,5800	56,5300
28-10-2009	18:00	9,5542	0,0446	124,0200	61,4800	377,2400
28-10-2009	19:00	5,9229	0,3115	139,3300	14,0200	535,3300
28-10-2009	20:00	0,5160	0,4716	127,9500	12,4900	447,1200
28-10-2009	21:00	0,1507	0,6160	31,5000	19,7100	71,8600
28-10-2009	22:00	0,1381	0,4380	17,2800	62,1300	36,8900
28-10-2009	23:00	0,1823	0,3755	37,2300	72,5400	110,6900
29-10-2009	0:00	0,0000	0,4616	43,8100	49,2200	114,6700
29-10-2009	1:00	0,0000	0,4896	31,8000	37,9600	85,9100
29-10-2009	2:00	0,0000	0,6231	12,2200	49,1800	25,2700
29-10-2009	3:00	0,0000	0,6378	14,7200	55,5800	36,8600
29-10-2009	4:00	0,0000	0,6623	6,7575	49,4700	15,7000
29-10-2009	5:00	0,0000	0,6613	17,4300	54,3900	47,1700
29-10-2009	6:00	0,0011	0,1288	69,9300	41,6700	210,1600
29-10-2009	7:00	0,0521	0,1452	101,8500	23,6100	336,3900
29-10-2009	8:00	0,0000	0,2226	89,7600	14,5800	268,7600
29-10-2009	9:00	0,0000	0,1657	8,0929	30,0100	11,8700
29-10-2009	10:00	0,0000	0,1372	5,8361	55,2800	8,0818
29-10-2009	11:00	0,0000	0,1184	7,4577	57,1600	17,1500
29-10-2009	12:00	0,0000	0,0461	6,7126	68,2200	12,0500
29-10-2009	13:00	1,1110	0,0076	15,0000	76,7300	28,7400
29-10-2009	14:00	1,4803	0,0019	11,4900	77,5000	21,7000

Ponto 14 – Emboquilhamento Sul do Túnel 1						
Data/	Hora	SO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)
29-10-2009	15:00	2,3619	0,0054	20,5700	77,8300	59,7400
29-10-2009	16:00	3,1349	0,0001	85,0300	41,6800	282,6000
29-10-2009	17:00	3,5877	0,2379	147,8500	15,1200	485,2600
29-10-2009	18:00	3,7477	0,4515	205,7100	14,6300	620,8400
29-10-2009	19:00	4,5911	0,5415	161,2600	13,5400	533,3500
29-10-2009	20:00	1,3211	0,6580	142,3400	15,2600	477,3600
29-10-2009	21:00	0,3430	0,6232	148,3700	18,6400	482,4900
29-10-2009	22:00	0,0039	0,5443	136,3900	18,8000	387,4700
29-10-2009	23:00	0,0000	0,5016	134,4600	23,2700	399,8100
30-10-2009	0:00	0,0000	0,5352	79,5200	40,2100	208,4600
30-10-2009	1:00	0,0000	0,4858	26,6100	58,4000	63,5100
30-10-2009	2:00	0,0000	0,4442	19,0100	58,6400	47,0300
30-10-2009	3:00	0,0000	0,4612	13,1200	53,1700	29,8400
30-10-2009	4:00	0,0000	0,4775	26,4300	42,7500	81,4300
30-10-2009	5:00	0,0000	0,1987	48,6700	30,1600	126,8700
30-10-2009	6:00	0,0000	0,2166	71,7100	29,2400	247,2200
30-10-2009	7:00	0,0000	0,3219	146,1600	22,4800	390,2300
30-10-2009	8:00	2,3239	0,2975	111,4500	19,5200	320,5700
30-10-2009	9:00	2,4800	0,2481	11,7700	54,4500	21,7600
30-10-2009	10:00	2,3857	0,2243	5,2278	62,2800	9,2272
30-10-2009	11:00	3,3893	0,1343	3,2895	68,9400	5,9026
30-10-2009	12:00	5,3463	0,0332	5,2716	70,6100	10,3900
30-10-2009	13:00	6,4132	0,0019	14,6700	63,4800	34,6500
30-10-2009	14:00	7,0770	0,0243	60,6400	34,2300	165,2800
30-10-2009	15:00	7,0245	0,0501	117,7000	21,1400	328,8700
30-10-2009	16:00	7,4716	0,0139	65,6500	32,8300	176,1300
30-10-2009	17:00	6,9100	0,2426	114,7000	15,4600	347,3600
30-10-2009	18:00	6,8245	0,3153	138,1800	16,2000	435,2600
30-10-2009	19:00	6,8797	0,3391	114,5600	25,8600	297,1200
30-10-2009	20:00	2,4398	0,5490	143,8100	13,0600	404,8900
30-10-2009	21:00	2,4029	0,5211	101,5800	19,2100	296,5300
30-10-2009	22:00	0,9440	0,4261	68,4700	32,3900	192,9600
30-10-2009	23:00	0,8681	0,3777	80,4500	33,6000	209,6500
31-10-2009	0:00	0,2733	0,4664	51,5900	33,4800	125,7500
31-10-2009	1:00	0,0000	0,4109	49,1400	34,7400	112,1200
31-10-2009	2:00	0,0000	0,3696	13,8800	40,4200	28,4400
31-10-2009	3:00	0,0000	0,3206	30,4600	37,7600	71,2000
31-10-2009	4:00	0,0000	0,3405	32,6300	37,3900	81,8800
31-10-2009	5:00	0,0000	0,1868	16,1500	36,1500	36,2700
31-10-2009	6:00	0,0000	0,2080	30,2200	40,5900	69,8000
31-10-2009	7:00	0,0000	0,2021	74,7400	33,8800	204,0500
31-10-2009	8:00	1,6976	0,2102	69,6300	34,6500	181,6500
31-10-2009	9:00	2,7113	0,2116	85,4200	33,7500	217,7300
31-10-2009	10:00	2,8494	0,2533	92,0100	37,8700	230,4300
31-10-2009	11:00	3,4235	0,2601	71,8800	43,3700	162,2500
31-10-2009	12:00	5,7025	0,2238	70,9100	44,8100	173,6000
31-10-2009	13:00	5,5394	0,0304	28,4200	59,0500	65,4700
31-10-2009	14:00	5,9801	0,0073	74,2000	37,2000	188,9000
31-10-2009	15:00	5,9583	0,0223	63,5000	43,3100	163,3400
31-10-2009	16:00	8,2888	0,0000	59,8900	38,7700	143,8900
31-10-2009	17:00	10,0140	0,3297	117,5800	18,3700	367,1200

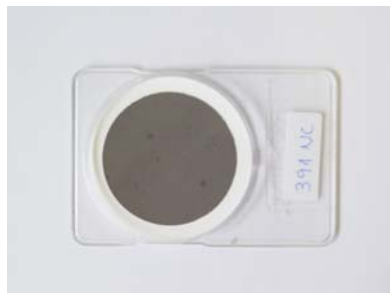
Ponto 14 – Emboquilhamento Sul do Túnel 1						
Data/	Hora	SO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)
31-10-2009	18:00	13,0740	0,4354	145,7000	16,9800	396,7700
31-10-2009	19:00	16,2740	0,5068	91,4000	32,1800	214,7800
31-10-2009	20:00	3,5864	0,5286	52,5100	41,8500	118,1900
31-10-2009	21:00	0,0000	0,5260	50,9300	41,8200	115,1100
31-10-2009	22:00	0,0000	0,5064	40,7200	47,3500	94,5800
31-10-2009	23:00	0,0000	0,5629	49,6100	38,5800	123,7500
01-11-2009	0:00	0,0000	0,6171	41,4300	40,4600	84,7900
01-11-2009	1:00	0,0000	0,6979	29,7400	41,1800	64,2300
01-11-2009	2:00	0,0000	0,6712	19,2800	43,1300	43,5500
01-11-2009	3:00	0,0000	0,6771	14,9700	40,8300	35,9000
01-11-2009	4:00	0,0000	0,6779	35,2400	33,9100	91,4800
01-11-2009	5:00	0,0000	0,0979	24,7900	42,0500	62,3600
01-11-2009	6:00	0,0000	0,1298	43,7500	35,4500	97,7300
01-11-2009	7:00	0,0000	0,1361	37,7600	27,1900	92,8200
01-11-2009	8:00	2,3772	0,1851	28,4800	29,9600	62,9900
01-11-2009	9:00	2,3162	0,2210	18,0500	36,6500	44,7400
01-11-2009	10:00	3,0524	0,1839	5,3626	51,7000	10,0400
01-11-2009	11:00	2,6589	0,0554	5,1124	50,5800	10,7400
01-11-2009	12:00	3,7245	0,0243	14,6600	47,5000	42,5000
01-11-2009	13:00	4,1699	0,0000	28,2300	43,4500	77,4100
01-11-2009	14:00	5,6528	0,0001	10,5200	42,5300	24,6900
01-11-2009	15:00	9,8233	0,0030	40,6500	36,4700	85,8300
01-11-2009	16:00	14,2440	0,0198	52,7500	32,0200	111,6400
01-11-2009	17:00	15,1340	0,1127	71,0000	23,8900	179,7300
01-11-2009	18:00	17,6740	0,3198	60,3500	24,6600	145,8500
01-11-2009	19:00	18,4140	0,3824	60,7500	24,1300	147,6400
01-11-2009	20:00	2,4483	0,4245	49,3300	25,5300	114,5900
01-11-2009	21:00	0,0306	0,3777	13,9700	37,6100	29,7500
01-11-2009	22:00	0,0000	0,4085	28,1600	45,3700	55,1900
01-11-2009	23:00	0,0000	0,4390	15,6200	51,0400	27,9000
02-11-2009	0:00	0,0000	0,4316	13,6300	55,3200	22,1500
02-11-2009	1:00	0,0000	0,3458	14,0500	59,8600	22,4900
02-11-2009	2:00	0,0000	0,3427	5,6004	66,8300	9,2431
02-11-2009	3:00	0,0000	0,3414	3,9184	70,3300	9,5707
02-11-2009	4:00	0,0000	0,3193	21,5700	55,3400	49,4300
02-11-2009	5:00	0,0000	0,0310	32,0600	51,7100	68,0800
02-11-2009	6:00	0,0000	0,0684	52,5900	51,0300	138,3500
02-11-2009	7:00	0,0000	0,1378	99,8700	27,8700	274,5500
02-11-2009	8:00	4,3941	0,1325	105,8600	28,4400	314,4300
02-11-2009	9:00	5,4860	0,1327	49,8700	48,0900	127,3200
02-11-2009	10:00	4,4412	0,1532	41,9900	51,8500	106,1200
02-11-2009	11:00	5,9387	0,1151	41,7500	55,4100	95,7400
02-11-2009	12:00	5,2650	0,0689	24,1700	65,1800	56,3300
02-11-2009	13:00	5,2403	0,0297	15,4400	69,4600	38,6300
02-11-2009	14:00	5,4902	0,0451	38,3200	54,8200	99,7000
02-11-2009	15:00	7,4096	0,0441	38,2400	58,9500	94,5800
02-11-2009	16:00	11,3640	0,0624	46,7600	51,4500	111,0800
02-11-2009	17:00	14,7240	0,1254	49,2600	38,9100	118,8600
02-11-2009	18:00	18,9140	0,2695	109,0200	27,1600	316,7500
02-11-2009	19:00	22,2740	0,3149	91,7400	28,6200	235,7600
02-11-2009	20:00	0,7179	0,2542	96,5800	26,1100	282,6200

Ponto 14 – Emboquilhamento Sul do Túnel 1						
Data/	Hora	SO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	NO _x (µg/m ³)
02-11-2009	21:00	0,0000	0,2593	64,2400	33,0400	157,8900
02-11-2009	22:00	0,0000	0,2135	58,2000	37,3200	144,6100
02-11-2009	23:00	0,0000	0,2289	52,8000	39,4900	141,0900
03-11-2009	0:00	0,0000	0,2089	28,3700	46,8500	64,6900
03-11-2009	1:00	0,0000	0,2504	19,3800	44,6700	46,9000
03-11-2009	2:00	0,0000	0,2378	19,1900	36,8500	44,5400
03-11-2009	3:00	0,0000	0,1988	16,4800	44,8400	37,8100
03-11-2009	4:00	0,0000	0,2095	28,1900	42,7700	61,1000
03-11-2009	5:00	0,0000	0,1060	13,0600	55,9500	23,9000
03-11-2009	6:00	0,0000	0,1457	32,9500	41,3600	92,6200
03-11-2009	7:00	0,0000	0,1522	32,1000	51,1800	73,4700
03-11-2009	8:00	2,0663	0,1531	70,2300	40,7500	178,5400
03-11-2009	9:00	3,3556	0,1569	18,9900	61,7100	40,1600
03-11-2009	10:00	2,3784	0,1493	3,8767	65,1000	7,8431

Ponto 14 – Emboquilhamento Sul do Túnel 1					
Data	Benzeno (µg/m ³)	Tolueno (µg/m ³)	Etilbenzeno (µg/m ³)	m.p-xileno (µg/m ³)	o-xileno (µg/m ³)
27-10-2009	0,2996	0,5903	0,0103	0,3180	0,0109
28-10-2009	0,1511	0,4303	0,0129	0,1504	0,0000
29-10-2009	0,3073	0,4501	0,0058	0,2043	0,0000
30-10-2009	0,2600	0,4075	0,0000	0,1822	0,0077
31-10-2009	0,2886	0,5217	0,0092	0,2769	0,0000
01-11-2009	0,2033	0,3993	0,0000	0,1386	0,0000
02-11-2009	0,1388	0,2027	0,0124	0,0619	0,0000
03-11-2009	0,0239	0,1709	0,0732	0,0208	0,0000

Partículas PM ₁₀ e Chumbo								
Ponto	Localização	Data	Filtro	Temperatura (°C)	Volume (m ³)	PM ₁₀		Chumbo* µg/m ³
						µg	µg/m ³	
14	Emboquilhamento Sul do Túnel 1	29-Out-09	391NC	21,9	22,493	690	30,676	<0,25

* Corresponde a valores medidos de massa de chumbo inferiores a 2,0µg (limite de quantificação) por amostra.



391NC – Emboquilhamento Sul do Túnel 1