

RELATÓRIO DE ENSAIO



MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DA CONCESSÃO GRANDE PORTO - A41 - LOTE 4

Relatório Final

REL.026B-2007/07/25

ECOVISAO - Tecnologias do Meio Ambiente, LDA

JUNHO 2007

Os ensaios assinalados com “NA” não estão incluídos no âmbito da acreditação

Os pareceres ou opiniões expressos no relatório não estão incluídos no âmbito da acreditação

O ensaio assinalado com “SC” foi subcontratado

Relatório elaborado em 25-07-2007 a pedido de ECOVISÃO, LDA.

O conteúdo deste relatório é confidencial, devendo a SondaLab, Lda. respeitar esse direito.

Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pela SondaLab, Lda.

Página 1 de 73

REL026B-2007/07/25

MSL.0228/02

O SÍMBOLO DE ACREDITAÇÃO APRESENTADO (L0353) REFERE-SE EXCLUSIVAMENTE AO LABORATÓRIO SONDARLAB E AOS ITENS ENSAIADOS POR ESTE NO ÂMBITO DA ACREDITAÇÃO

SondarLab – Laboratório de Qualidade do Ar, Lda.

Centro Empresarial da Gafanha da Nazaré
Rua de Goa, n.º 20, 2º Andar, Bloco C, E20
3830-702 Gafanha da Nazaré

Identificação do Cliente

Entidade Adjudicadora: ECOVISÃO – Tecnologias do Meio Ambiente, Lda.

Morada: Rua Maria da Paz Varzim, 116 - 1º
4490 - 658 Póvoa de Varzim

Identificação do Relatório

Título: Monitorização da Qualidade do Ar da Concessão Grande Porto A41 – LOTE 4

N.º Relatório: REL026B-2007/07/25

Âmbito do Relatório: Relatório Final

Identificação do Projecto

N.º Projecto: PR.18/2006

N.º Proposta: 022A - 01/06

Data de Adjudicação: —

Data de Conclusão: 25/07/2007

Realização dos Ensaios

Local de Medição e Período de Medição:

- Monitorização em Contínuo (1 ponto) – A41 Alfena – lote 4: km16+750 – 1 a 7/11/2006
- Amostragem Passiva (9 pontos) – A41 Alfena – lote 4: km16+750 – 31/10 a 14/11/2006

Equipa de Amostragem: Sandra Trindade / Luísa Carrilho / Altina Ribeiro / Raquel Raimundo / Sara Capela / Catherine Oliveira

Relatório elaborado em 25-07-2007 a pedido de ECOVISÃO, LDA.

O conteúdo deste relatório é confidencial, devendo a SondarLab, Lda. respeitar esse direito.

Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pela SondarLab, Lda.

Página 2 de 73

REL026B-2007/07/25

MSL.0228/02

O SÍMBOLO DE ACREDITAÇÃO APRESENTADO (L0353) REFERE-SE EXCLUSIVAMENTE AO LABORATÓRIO SONDARLAB E AOS ITENS ENSAIADOS POR ESTE NO ÂMBITO DA ACREDITAÇÃO

Elaboração do Relatório

Catherine Oliveira

Catherine Oliveira

Verificação do Relatório

Paulo Gomes / Luísa Carrilho

Paulo Gomes *L. Carrilho*

Validação do Relatório

Carlos Pedro Ferreira

Carlos Pedro Ferreira

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	9
2	GLOSSÁRIO	10
3	ANTECEDENTES	11
4	METODOLOGIA	13
4.1	LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO	13
4.1.1	Amostragem Passiva	13
4.1.2	Medições em Contínuo	14
4.2	ENSAIO / NORMA DE REFERÊNCIA / MÉTODO	16
4.2.1	Amostragem Passiva	16
4.2.2	Medições em Contínuo	17
4.3	POLUENTES EM ESTUDO	18
4.3.1	Óxidos de Azoto	18
4.3.2	Monóxido de Carbono	18
4.3.3	Dióxido de Enxofre	19
4.3.4	Partículas em Suspensão (PTS e PM ₁₀)	20
4.3.5	Benzeno, Tolueno e Xilenos	21
4.3.6	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos	21
4.3.7	Chumbo (Pb)	22
4.4	EQUIPAMENTO UTILIZADO	22
4.4.1	Amostragem Passiva	22
4.4.2	Medições em Contínuo	23
4.5	METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS	24
4.5.1	Amostragem Passiva	24
4.5.2	Medições em Contínuo	24
4.6	DESVIOS AO FUNCIONAMENTO NORMAL	26
5	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	27
5.1	AMOSTRAGEM PASSIVA	27
5.1.1	Dióxido de Azoto (NA)	27
5.2	MEDIÇÕES EM CONTÍNUO	27
5.2.1	Dióxido de Enxofre (A)	28
5.2.2	Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A)	28
5.2.3	Monóxido de Carbono (A)	29
5.2.4	Partículas PM ₁₀ e PTS (A)	29
5.2.5	Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA)	30

Relatório elaborado em 25-07-2007 a pedido de ECOVISÃO, LDA.

O conteúdo deste relatório é confidencial, devendo a SondarLab, Lda. respeitar esse direito.

Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pela SondarLab, Lda.

Página 4 de 73

MSL.0228/02

REL026B-2007/07/25

O SÍMBOLO DE ACREDITAÇÃO APRESENTADO (L0353) REFERE-SE EXCLUSIVAMENTE AO LABORATÓRIO SONDARLAB E AOS ITENS ENSAIADOS POR ESTE NO ÂMBITO DA ACREDITAÇÃO



5.2.6	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) (NA)	31
5.2.7	Chumbo (NA)	31
6	DISCUSSÃO DE RESULTADOS	32
6.1	ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NO ₂ OBTIDAS POR AMOSTRAGEM PASSIVA	32
6.2	CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA	33
6.3	INFORMAÇÃO DE TRÁFEGO	34
6.4	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS FACE À LEGISLAÇÃO NACIONAL	35
6.5	CICLO DE VARIAÇÃO MÉDIA DIÁRIA E COMPARAÇÃO ENTRE LOCAIS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO	37
6.5.1	Dióxido de Enxofre	37
6.5.2	Dióxido de Azoto e Óxidos de Azoto	37
6.5.3	Monóxido de Carbono	38
6.5.4	Partículas PM ₁₀ e PTS	39
6.5.5	Benzeno, Tolueno e Xilenos	39
6.6	CONCENTRAÇÕES ATMOSFÉRICAS DURANTE FIM-DE-SEMANA E SEMANA ÚTIL DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO	40
6.7	ANÁLISE DE CORRELAÇÕES DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO ..	42
6.8	RELAÇÃO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO COM AS CARACTERÍSTICAS DO PROJECTO E DA ENVOLVENTE	43
6.9	APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR ÀS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO	44
7	CONCLUSÕES	46
	Medições em Contínuo	46
	Amostragem Passiva	47
	Síntese 48	
	ANEXO I – TABELAS DE RESULTADOS	49
	Dióxido de Enxofre (A)	49
	Dióxido de Azoto (A)	50
	Óxidos de Azoto (A)	51
	Monóxido de Carbono (A)	52
	PM ₁₀ (A)	53
	PTS (A) 54	
	Benzeno (NA)	55
	Tolueno (NA)	56
	Xilenos (NA)	57
	Volume de Tráfego	58

ANEXO II – GRÁFICOS DE RESULTADOS	59
Dióxido de Enxofre (A)	59
Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A)	59
Monóxido de Carbono (A)	60
Partículas PM ₁₀ e PTS (A)	61
Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA)	62
ANEXO III – GRÁFICOS DE RESULTADOS METEOROLÓGICOS	64
Radiação Solar e Quantidade de Precipitação	64
Temperatura do Ar e Humidade Relativa	65
Velocidade e Direcção do Vento	66
Rosas dos Ventos	67
ANEXO IV – MÉTODOS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO	68
Analisador de Óxidos de Azoto (NO, NO ₂ e NO _x) Horiba® APNA – 360	68
Analisador de Monóxido de Carbono (CO) Horiba® APMA –360	68
Analisador de Dióxido de Enxofre (SO ₂) Horiba® APSA –360	69
Monitor de Partículas PM ₁₀ Verewa® F-701	69
Monitor de Partículas PTS Verewa® F-701	70
Analisador de Benzeno, Tolueno e Xilenos (BTX) Syntech Spectras® GC955	70
Amostrador de Chumbo Verewa® F-701	71
Amostrador de HAPs	71
ANEXO V – ENQUADRAMENTO ESPACIAL DO LOCAL DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO	72
ANEXO VI – ESBOÇO COROGRÁFICO	73

ÍNDICE DE GRÁFICOS E TABELAS

Índice de Gráficos

Figura 1 – Distribuição espacial das zonas de amostragem Alfena/ Nó da EN 106 Norte, lote 4.	14
Figura 2 – Perspectiva da estação móvel de qualidade do ar durante as medições realizadas em P1 – A41 Alfena.	16
Figura 3 – Vista esquemática de um amostrador passivo.	23
Figura 4 – Distribuição dos valores de NO ₂ medidos por amostragem passiva no IC24 Alfena/ Nó de EN 106:.....	32
Figura 5 – Perfil de variação horário dos valores totais horários para o período de campanha no troço adjacente ao respectivo local de medição	34
Figura 6 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO ₂ e de NO _x verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.....	37
Figura 7 – Evolução média da variação horária das concentrações de CO verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.	38
Figura 8 – Evolução média da variação horária das concentrações de PM ₁₀ e PTS verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.	39
Figura 9 – Evolução média da variação horária das concentrações de benzeno, tolueno e xilenos verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.	40
Figura 10 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante os 7 dias completos de medições realizadas em P1 – A41 Alfena.	45
Figura 11 – Gráfico representativo dos resultados horários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.	59
Figura 12 – Gráfico representativo dos resultados diários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.	60
Figura 13 – Gráfico representativo dos resultados horários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.....	60
Figura 14 – Gráfico representativo dos resultados máximos octo-horários e diários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.	61
Figura 15 – Gráfico representativo dos resultados horários de PM ₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.....	61
Figura 16 – Gráfico representativo dos resultados diários de PM ₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.....	62
Figura 17 – Gráfico representativo dos resultados horários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.....	62
Figura 18 – Gráfico representativo dos resultados diários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.....	63
Figura 19 – Variação temporal das médias horárias de radiação solar e de quantidade de precipitação durante as medições ocorridas no Ponto P1.	64
Figura 20 – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar e humidade relativa durante as medições ocorridas no Ponto P1.....	65
Figura 21 – Variação temporal das médias horárias de direcção e velocidade do vento durante as medições ocorridas no Ponto P1.	66
Figura 22 – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento ocorridas no Ponto P1..	67
Figura 23 – Enquadramento Espacial do Ponto 1 (IC24 (A41) Alfena).	72

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Informação dos locais e períodos de amostragem passiva na campanha de Outono de 2006.....	13
Tabela 2 – Localização dos pontos de medição	15
Tabela 3 – Parâmetros ensaiados por Amostragem Passiva, norma de referência e método usado na campanha de Outono de 2006	16
Tabela 4 – Ensaio realizados, norma de referência e método usado.....	17
Tabela 5 – Datas de Ensaio no ponto de medição P1	18
Tabela 6 – Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes sectores de direcção do vento, utilizadas na realização das Rosas de Ventos e das Rosas de Poluição	25
Tabela 7 – Resultados das medições por amostragem passiva na concessão Grande Porto A41 – Outono 2006.	27
Tabela 8 – Resumo dos resultados de Dióxido de Enxofre (µg/m ³) durante a campanha de medição.....	28
Tabela 9 – Resumo dos resultados de Dióxido de Azoto (µg/m ³) durante a campanha de medição	28
Tabela 10 – Resumo dos resultados de Óxidos de Azoto (µg/m ³) durante a campanha de medição	29
Tabela 11 – Resumo dos resultados de Monóxido de Carbono (mg/m ³) durante a campanha de medição	29
Tabela 12 – Resumo dos resultados de Partículas PM ₁₀ (µg/m ³) durante a campanha de medição.....	29
Tabela 13 – Resumo dos resultados de Partículas PTS (µg/m ³) durante a campanha de medição	29

Relatório elaborado em 25-07-2007 a pedido de ECOVISÃO, LDA.

O conteúdo deste relatório é confidencial, devendo a SondarLab, Lda. respeitar esse direito.

Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pela SondarLab, Lda.

Página 7 de 73

REL026B-2007/07/25

MSL.0228/02

O SÍMBOLO DE ACREDITAÇÃO APRESENTADO (L0353) REFERE-SE EXCLUSIVAMENTE AO LABORATÓRIO SONDARLAB E AOS ITENS ENSAIADOS POR ESTE NO ÂMBITO DA ACREDITAÇÃO



Tabela 14 – Resumo dos resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante a campanha de medição.....	30
Tabela 15 – Resumo dos resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição.....	30
Tabela 16 – Resumo dos resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição.....	30
Tabela 17 – Resumo dos resultados de HAPs (ng/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição	31
Tabela 18 – Resumo dos resultados de chumbo (ng/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição	31
Tabela 19 – Resumo das condições meteorológicas registadas por ponto de medição durante a campanha de medição.....	33
Tabela 20 – Resumo do volume de tráfego total nos respectivos troços de auto-estrada durante o período de medição.....	34
Tabela 21 – Resumo da legislação em vigor para os diversos parâmetros em estudo e comparação com os respectivos valores medidos	35
Tabela 22 – Valores de concentração médios de fim-de-semana vs semana útil observados no ponto de medição P1.....	41
Tabela 23 – Apresentação dos valores de correlação entre os valores de concentração horários dos diversos poluentes nas medições realizadas em P1 – A41 Alfena	42
Tabela 24 – Apresentação dos valores médios de concentração para cada um dos poluentes medidos segundo as direcções da via em estudo, direcções restantes e ventos calmos para o ponto P1 –A42 Alfena.....	43
Tabela 25 – Classificação do índice de qualidade do ar relativa aos valores de concentração obtidos nos ponto de medição P1 e apresentação dos parâmetros responsáveis pelas classificações obtidas.....	45
Tabela 26 – Resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	49
Tabela 27 – Resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena.....	50
Tabela 28 – Resultados de Óxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena.....	51
Tabela 29 – Resultados de Monóxido de Carbono (mg/m^3) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	52
Tabela 30 – Resultados de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	53
Tabela 31 – Resultados de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena.....	54
Tabela 32 – Resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena.....	55
Tabela 33 – Resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A42 Alfena.....	56
Tabela 34 – Resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena.....	57
Tabela 35 – Resultados de Volume de Tráfego (nº. de veiculos) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena...	58

1 INTRODUÇÃO

A SondarLab foi contratada pela Ecovisão – Tecnologias do Ambiente, Lda. para a execução de medições no âmbito do estudo de Monitorização da Qualidade do Ar da Concessão do Grande Porto – Sublanço da A41, lote 4 km 16+750.

O presente relatório constitui o Relatório final e tem como objectivo principal a apresentação e interpretação dos resultados obtidos durante a realização das medições de Qualidade do Ar. Os resultados apresentados referem-se à campanha de medição integrada na fase de exploração da concessão do sublanço em estudo, durante a estação húmida (Outono de 2006).

O estudo realizado foi constituído por duas fases principais:

- Avaliação da variação da concentração de NO₂ em função da distância ao eixo da via;
- Avaliação em contínuo da Qualidade do ar nos locais identificados na primeira fase como sendo de maior impacte na envolvente

Realizaram-se medições com amostradores passivos de NO₂ (poluente característico das emissões automóveis) e em contínuo de vários compostos e de parâmetros meteorológicos, utilizando uma estação móvel de medição da qualidade do ar (EMMQA). Com os amostradores passivos foi possível observar a distribuição do NO₂ desde o eixo da via até a um máximo de 300 metros do centro da mesma via, com uma duração de 15 dias. As medições em contínuo decorreram durante sete dias de forma a obterem-se resultados representativos para a caracterização da qualidade do ar naquela área, para a estação do ano em questão.

A campanha de medições em contínuo é constituída pela medição das concentrações atmosféricas de óxidos de azoto (NO e NO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂), partículas totais em suspensão (PTS) e partículas em suspensão com um diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 10 µm (PM₁₀), benzeno, tolueno e xilenos (BTX), chumbo (Pb) e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), temperatura e humidade do ar, precipitação direcção e velocidade

O relatório é dividido em 7 capítulos principais: (1) Introdução, (2) Glossário, (3) Antecedentes, (4) Metodologia, (5) Apresentação de Resultados, (6) Discussão de Resultados, e (7) Conclusões.

O símbolo de acreditação apresentado (L0353) refere-se exclusivamente ao Laboratório Sondarlab, Lda. e aos itens ensaiados por este no âmbito da acreditação.

2 GLOSSÁRIO

Aerossóis: partículas sólidas ou líquidas em suspensão num meio gasoso, com uma velocidade de queda irrelevante e cujo tamanho excede normalmente o de um colóide de 1 nanómetro (nm) a 1 micrómetro (μm).

Concentração Média: soma de todas as observações, depois de arredondadas ao micrograma por metro cúbico mais próximo, dividida pelo número de observações.

PM₁₀: 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 10 μm .

Poluentes Atmosféricos: substâncias introduzidas, directa ou indirectamente, pelo homem no ar ambiente, que exercem uma acção nociva sobre a saúde humana e ou meio ambiente.

Valor Limite de Qualidade do Ar: 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.

Amostrador Passivo: dispositivo capaz de captar amostras de poluentes gasosos da atmosfera, a uma taxa controlada por um processo físico, como a difusão através de uma camada estática de ar ou a permeação através de uma membrana, mas que não envolve um movimento activo de ar.

Concentração Média: soma de todas as observações, depois de arredondadas ao micrograma por metro cúbico mais próximo, dividida pelo número de observações.

3 ANTECEDENTES

O Projecto Rodoviário objecto de estudo foi precedido pelo Estudo de Impacte Ambiental do Estudo Prévio do IC24 – Lanço EN 105 (Alfena) – IP4 (Nó de Valongo), Variante à EN 207 entre o IC 24 e a EN 106, realizado em 1994, pela ex-JAE, que foi realizado de acordo com o Decreto-Lei n.º 186/90, de 6 de Junho.

Na Fase de Estudo Prévio, em 1994, foram consideradas diversas alternativas ao traçado, divididas em duas redes também alternativas, tendo o EIA então apresentado contribuído grandemente para a selecção daquela que apresentava, na sua globalidade, um menor impacte sobre os descritores ambientais analisados. O referido EIA, terminado em Maio de 1994, foi sujeito a processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), tendo a respectiva Comissão de Avaliação (CA) sido nomeada em 17 de Outubro de 1994, e composta pelas seguintes entidades: Direcção Regional de Ambiente e Recursos Naturais do Norte (entidade coordenadora), Instituto de Conservação da Natureza, Instituto da Água, Instituto de Promoção Ambiental e Comissão de Coordenação da Região Norte.

O processo da Consulta do Público decorreu entre 18 de Janeiro e 15 de Março de 1995, sendo de realçar as objecções levantadas pela Junta de Freguesia de Alfena quanto ao atravessamento desta localidade pelo IC24, e também a proposta de reformulação do capítulo do Património Cultural apresentada pelo IPPAR/Norte.

Assim, dando resposta ao solicitado pela CA e após a emissão do seu primeiro parecer, foi apresentada em Abril de 1996 a reformulação do capítulo respeitante ao Património e em Dezembro de 1996 uma Nota Técnica analisando um traçado alternativo em Alfena.

A CA procedeu à segunda fase do processo de AIA, tendo voltado a reunir em 7 de Outubro de 1996, e procedido à emissão do parecer final em Julho de 1997, remetido pelo Ministério do Ambiente, em Agosto de 1997. Na sequência do primeiro parecer, também o último apontou a Rede 2 como a mais vantajosa em termos ambientais, particularmente do ponto de vista social, opinião também apoiada pelo EIA elaborado.

Assim o corredor efectivamente seleccionado para desenvolvimento do Projecto de Execução da ex- JAE em Março de 1998 foi o respeitante à Rede 2, tendo desde a emissão do 1.º Parecer da CA, sido iniciada a análise mais detalhada da situação afectada pelo traçado. Refira-se que o EIA sobre este projecto de execução não foi sujeito a processo de Avaliação de Impacte Ambiental.

Assim a concepção rodoviária para desenvolvimento da fase de Projecto de Execução foi a referente à Rede 2, tendo o Projecto de Execução agora em análise respeitado tal opção.

Segundo a Concessionária o presente lote não teve Declaração de Impacte Ambiental

Para o desenvolvimento do presente relatório, que diz respeito às campanhas realizadas no ano de 2006, foram tidos em conta o Plano Geral de Monitorização (Doc. N.º ALER.E.210.M2 de Junho de 2003) constante do RECAPE e o Caderno de Encargos do lote 4 da Concessão Grande Porto, bem como a legislação aplicável.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO

4.1.1 Amostragem Passiva

Durante a campanha de medições foram colocados, em cada um dos locais previstos, 2 amostradores passivos de NO₂, durante um período de 15 dias, num total de 18 amostradores passivos. Em cada local os amostradores foram colocados no centro da via, a 50, 100, 150 e 300 metros do centro da via, para cada um dos lados.

Os trabalhos foram desenvolvidos nos sublanços apresentados na Tabela 1, na qual está resumida a informação dos períodos de medição. Durante a campanha de Outono, a instalação dos passivos foi efectuada no lote 4 da A41.

Tabela 1 – Informação dos locais e períodos de amostragem passiva na campanha de Outono de 2006

Concessão	Via	Sublanço	Quilómetro	Campanha de Outono	
				Início	Fim
Grande Porto	A41	Alfena (Lote 4)	16+750	31/10 e 02/11/06	14/11/06

Os locais de medição por amostragem passiva de NO₂ foram seleccionados da seguinte forma:

- 1 A selecção das zonas de amostragem foi efectuada pela Aenor, em colaboração com a SondarLab;
- 2 Na selecção exacta dos locais foram estabelecidas distâncias médias de 50, 100, 150 e 300 metros ao eixo da via. Assim, cada zona de amostragem é constituída por nove locais de medição: um no centro da via, e quatro para cada um dos lados da via, posicionados de forma perpendicular.

O posicionamento exacto dos amostradores passivos obedeceu tanto quanto possível a critérios restritos a fim de otimizar a informação contida na medição:

- 1 Ausência de obstáculos impeditivos da difusão dos poluentes e com possibilidades de criar turbulência em redor dos tubos;

- 2 Local suficientemente arejado para impedir os fenómenos de acumulação dos poluentes em redor dos tubos;
- 3 Colocação dos abrigos entre 2,5 a 4 metros de altura para evitar actos de vandalismo; os suportes utilizados foram normalmente postes de iluminação.

Na Figura seguinte é possível visualizar a distribuição espacial do local de amostragem passiva face à via em estudo.

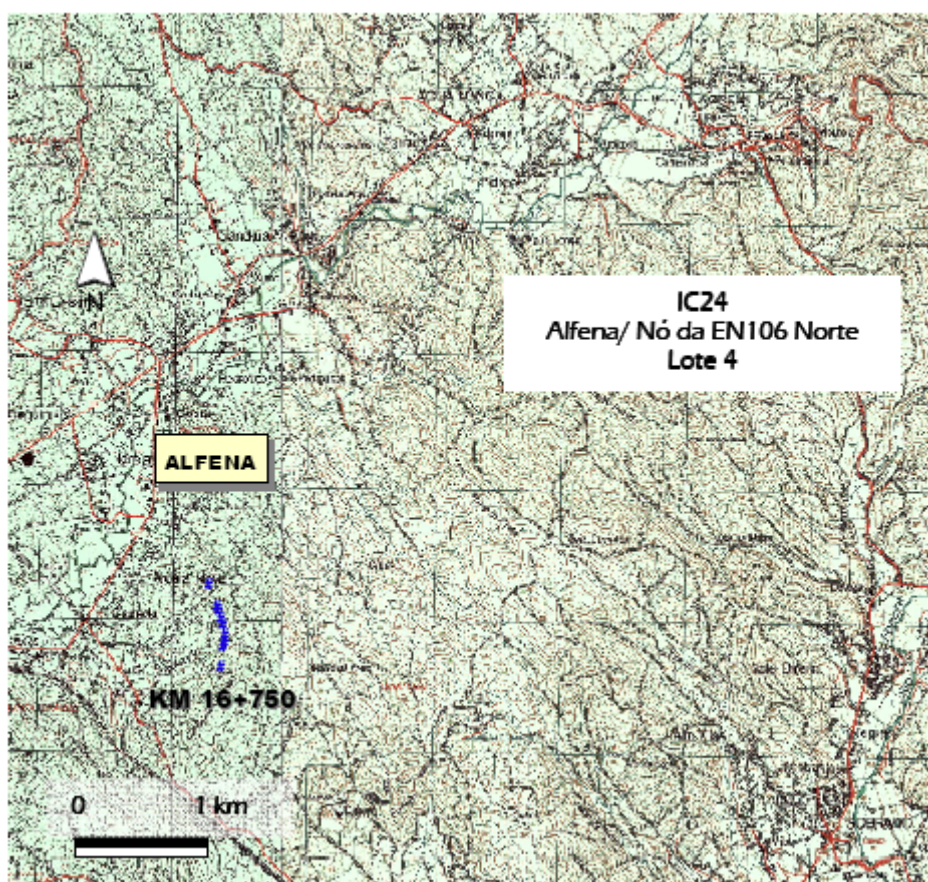


Figura 1 – Distribuição espacial das zonas de amostragem Alfena/ Nó da EN 106 Norte, lote 4.

4.1.2 Medições em Contínuo

As medições em contínuo ocorridas no âmbito deste estudo foram efectuadas num local do lote 4 da via de tráfego A41.

O local proposto como mais exposto às emissões da via em estudo foi seleccionado com base nos seguintes critérios:

- Ocorrência de concentrações mais elevadas de NO₂ no centro da via e na envolvente até 50 metros de distância;
- Existência de Receptores sensíveis na envolvente e, em cada lado da via em estudo, representatividade dos receptores face aos aglomerados mais próximos;
- Localização preferencial a jusante dos ventos dominantes, relativamente à via em estudo;
- Inexistência de outras fontes, que não a via em estudo, na envolvente mais próxima com influência determinante nos resultados obtidos;

Na Tabela 2 é referida a localização do ponto de medição no qual se posicionou a estação móvel de qualidade do ar.

Tabela 2 – Localização dos pontos de medição

Ref. do Local	Localização	Morada	Lugar	Freguesia / Município
P1	A41 Alfena Km 16+750, 50 m a Norte do eixo da via	Centro de Assistência e Manutenção da Aenor	Barqueiros	Alfena

Na Figura 2 é possível visualizar o local onde foi instalada a estação móvel de qualidade do ar durante as medições da campanha de Outono de 2006. No Anexo V é apresentado o enquadramento de cada local relativamente à via em estudo.

A localização exacta obedeceu, tanto quanto possível, aos critérios de localização previstos no Anexo VIII do Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril:

- 1 Pontos localizados de forma a evitar medir micro ambientes de muito pequena dimensão na sua proximidade imediata;
- 2 Locais sem obstruções à livre passagem do ar;
- 3 Ausência de fontes emissoras locais próximas, de forma a evitar a admissão directa de emissões não misturadas com o ar ambiente;

- 4 Existência de condições de segurança que salvaguardassem a integridade do equipamento;
- 5 Possibilidade de acesso a energia eléctrica;
- 6 Pontos próximos de receptores sensíveis;



Figura 2 – Perspectiva da estação móvel de qualidade do ar durante as medições realizadas em P1 – A41 Alfena.

4.2 ENSAIO / NORMA DE REFERÊNCIA / MÉTODO

4.2.1 Amostragem Passiva

Tabela 3 – Parâmetros ensaiados por Amostragem Passiva, norma de referência e método usado na campanha de Outono de 2006

Ensaio	Princípio de Medição	Acreditação		Período de Amostragem
		Amostragem	Ensaio	
NO ₂	Amostragem passiva com análise por Espectro-fotometria de UV-Vis	NA	SCA	31/10 a 14/11/06

Legenda: A – Acreditado NA – Não Acreditado SCA – Subcontratado a análise dos amostradores passivos a laboratório acreditado.

Tabela 5 – Datas de Ensaios no ponto de medição P1

Ref. do Local	Nome do Local	Data de Ensaio
P1	A41 Alfena - Km 16+750, 50 m a Norte do eixo da via	01 a 07/11/06

4.3 POLUENTES EM ESTUDO

4.3.1 Óxidos de Azoto

O monóxido de azoto (NO) é um gás sem cor e sem cheiro que é produzido a altas temperaturas durante a queima de combustíveis em, por exemplo, veículos automóveis, sistemas de aquecimento e cozinhas. Uma vez no ar ambiente, este composto é oxidado a NO₂ através da reacção com radicais. A maior parte do NO₂ presente na atmosfera é formada pela oxidação do NO por este mecanismo, apesar de algum ter proveniência directa da fonte emissora. É um gás castanho avermelhado, não inflamável e exibe algum cheiro. O NO₂ é um forte agente oxidante que reage na atmosfera para formar ácido nítrico, bem como nitratos orgânicos tóxicos.

Também desempenha um papel importante nas reacções atmosféricas que produzem o ozono troposférico e que conduzem ao aparecimento de condições de “smog” fotoquímico.

Visto o dióxido de azoto ser um poluente relacionado com o tráfego automóvel, as suas emissões são geralmente mais elevadas nas áreas urbanas em comparação com áreas rurais. As concentrações médias anuais de NO₂ em áreas urbanas exibem normalmente concentrações na gama de 20 – 90 µg/m³, e mais baixas nas zonas rurais. Os níveis de concentração variam significativamente durante todo o dia, com os picos a ocorrerem geralmente duas vezes por dia, coincidentes com os períodos de hora de ponta (início da manhã e final da tarde).

4.3.2 Monóxido de Carbono

O monóxido de carbono (CO) é um gás sem cor, sem cheiro, venenoso e que é produzido quando os combustíveis que contêm carbono são queimados com défice de oxigénio. É igualmente formado em resultado da queima de combustíveis a elevada temperatura.

Na presença de adequado fornecimento de oxigénio, a maior parte do monóxido de carbono produzido durante a combustão é imediatamente oxidado a dióxido de carbono. No entanto, este não é o caso dos motores de ignição presentes nos carros motorizados, especialmente em condições de paragem e de desaceleração. Assim, a maior fonte de monóxido de carbono atmosférico é o transporte rodoviário. Pequenas contribuições vêm de processos que envolvem a combustão de matéria orgânica, como por exemplo centrais eléctricas e de incineração de resíduos.

As concentrações de fundo de monóxido de carbono variam entre os 0,06 e os 0,14 mg/m³. As concentrações em ambiente urbano são altamente variáveis, dependendo quer das condições meteorológicas, quer do tráfego automóvel.

Em ambientes de tráfego urbano de grandes cidades europeias, a média de oito horas é geralmente inferior a 20 mg/m³, com picos de curta duração a serem inferiores a 60 mg/m³.

4.3.3 Dióxido de Enxofre

O Dióxido de Enxofre (SO₂) é um gás incolor, não inflamável e que apresenta um odor intenso, provocando a irritação dos olhos e das vias respiratórias. Este composto reage à superfície duma variedade de partículas sólidas em suspensão na atmosfera, é solúvel em água e pode ser oxidado no interior de gotículas de água em suspensão na atmosfera. As fontes emissoras mais comuns do dióxido de enxofre incluem a combustão de combustíveis fósseis, fundições, produção de ácido sulfúrico, indústria de celulose, incineração de resíduos e produção de enxofre elementar.

A queima de carvão é a maior fonte antropogénica individual de dióxido de enxofre, contribuindo com cerca de 50 % das emissões globais anuais, seguido da combustão dos derivados de petróleo com cerca de 25 a 30%. As fontes naturais de emissões mais comuns deste composto são os vulcões.

Na Europa Ocidental e América do Norte, as concentrações de dióxido de enxofre nas áreas urbanas têm continuado a decrescer nos anos recentes em resultado do controlo das emissões, nomeadamente pela diminuição do teor de enxofre nos combustíveis fósseis. As concentrações médias anuais nas referidas zonas do globo estão maioritariamente na gama de 20 a 60 µg/m³, com valores médios diários raramente a exibirem valores superiores a 125 µg/m³.

Em grandes cidades onde o carvão é ainda largamente utilizado no aquecimento doméstico e nas cozinhas, ou onde existem emissões industriais não controladas, as concentrações atmosféricas podem atingir valores 5 a 10 vezes superiores. Concentrações de pico para períodos médios curtos da ordem dos 10 minutos, podem alcançar 1000-2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em certas circunstâncias, tais como na base de penachos de grandes fontes industriais ou durante condições fracas de dispersão em áreas urbanas com fontes múltiplas.

4.3.4 Partículas em Suspensão (PTS e PM_{10})

As partículas em suspensão são uma mistura complexa de substâncias orgânicas e inorgânicas, presentes na atmosfera no estado líquido e sólido. As partículas totais em suspensão (PTS), como o nome indica, designam a totalidade de partículas em suspensão na corrente gasosa. A fracção grosseira das partículas é definida como aquelas com um diâmetro superior a 2,5 micrómetros (μm), e a fracção fina inferiores a 2,5 micrómetros. Normalmente a fracção grosseira contém elementos da crosta terrestre e poeiras provenientes dos veículos automóveis e indústrias. A fracção fina contém aerossóis de formação secundária, partículas provenientes de combustões e vapores orgânicos e metálicos re-condensados. Uma outra definição pode ser aplicada para classificar as partículas em suspensão como sendo primárias ou secundárias de acordo com a sua origem.

As partículas primárias são aquelas que são emitidas directamente para a atmosfera enquanto que as secundárias são formadas através de reacções envolvendo outros poluentes.¹

As partículas em suspensão são emitidas a partir de uma vasta gama de fontes antropogénicas, sendo as fontes primárias mais significativas o transporte rodoviário (25%), processos de não-combustíveis, processos e centrais industriais de combustão (17%), combustão residencial e comercial (16%) e produção de energia eléctrica (15%). As fontes naturais são menos importantes em termos de emissões; nestas incluem-se os vulcões e tempestades de areia.

As concentrações de PM_{10} (partículas em suspensão com um diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm) no norte da Europa são baixas, com os valores médios de Outono a não excederem os 20 – 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nos países da Europa Ocidental, os valores são superiores, na ordem dos 40 – 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com apenas pequenas diferenças entre áreas urbanas e rurais.

¹ As definições relativas a este parâmetro foram adoptadas da Organização Mundial de Saúde (WHO), "Air Quality Guidelines for Europe", Copenhaga, Dinamarca (2000)

Em resultado da variação normal das concentrações diárias de PM_{10} , as concentrações médias de 24 horas regularmente excedem os $100 \mu g/m^3$, especialmente durante as inversões térmicas de Outono.

4.3.5 Benzeno, Tolueno e Xilenos

As fontes de benzeno, tolueno e xilenos no ar ambiente incluem a combustão e evaporação de gasolinas, indústrias petroquímicas e processos de combustão. A maior contribuição destes compostos orgânicos aromáticos para a atmosfera é proveniente da distribuição e queima de combustíveis nos automóveis. Destas, a combustão de veículos automóveis é a fonte emissora singular mais significativa

As concentrações médias de benzeno atmosférico em áreas rurais e urbanas são cerca de $1 \mu g/m^3$ e $5 - 20 \mu g/m^3$, respectivamente.

4.3.6 Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

Os Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAP's) são formados durante processos de combustão incompleta ou pirólise de material orgânico e estão relacionados com a vasta utilização de petróleo, gás natural, carvão e madeira na produção de energia. O fumo do tabaco contribui igualmente para os níveis atmosféricos destes compostos.

Os HAP são misturas complexas de centenas de compostos, incluindo os derivados dos HAP tais como os nitro-HAP e produtos oxigenados, e ainda HAP heterocíclicos. O Benzo[a]pireno (BaP) é o HAP mais largamente estudado, e a larga informação de toxicidade e de níveis de concentrações dos HAP estão relacionados com este composto. As actuais concentrações médias anuais de BaP na maioria das áreas urbanas europeias estão compreendidas na gama de $1 - 10 ng/m^3$. Em áreas rurais, as concentrações são inferiores a $1 ng/m^3$.

4.3.7 Chumbo (Pb)

As maiores fontes de chumbo no ambiente são a actividade mineira e a refinação e fundição de chumbo e outros metais.

Do ponto de vista de balanço mássico, o transporte e distribuição de chumbo de fontes estacionárias e móveis efectua-se maioritariamente pela via aérea. O chumbo emitido para a atmosfera em áreas com grande densidade de tráfego deposita-se maioritariamente dentro da zona metropolitana das imediações.

A fracção que permanece suspensa é vastamente dispersa. O tempo de residência para estas partículas de pequena dimensão é da ordem de dias e é influenciado pela ocorrência de precipitação. Apesar da dispersão e da consequente diluição de concentrações, existem evidências de acumulação de chumbo em pontos extremamente remotos das actividades humanas.

Os níveis médios de chumbo no ar em áreas não urbanizadas situam-se usualmente abaixo de $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os níveis na maioria das cidades Europeias mantêm-se tipicamente entre $0,15$ e $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.²

As concentrações de chumbo estão regulamentadas no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, através do valor limite anual para protecção da saúde humana de $500 \text{ ng}/\text{m}^3$.

4.4 EQUIPAMENTO UTILIZADO

4.4.1 Amostragem Passiva

Trata-se de uma técnica objecto de normalização (EN 13528) onde as medições pontuais são baseadas nas características de difusão molecular dos poluentes. O gradiente entre a concentração do poluente no ar circundante e a superfície absorvente do amostrador, onde a concentração é mantida a zero, dá origem à sua deslocação até à superfície absorvente onde é fixado por difusão molecular num absorvente químico específico (Figura 3).

² As definições relativas a este parâmetro foram adoptadas da Organização Mundial de Saúde (WHO); "Air Quality Guidelines for Europe"; 2nd Ed.; Copenhaga, Dinamarca (2000)

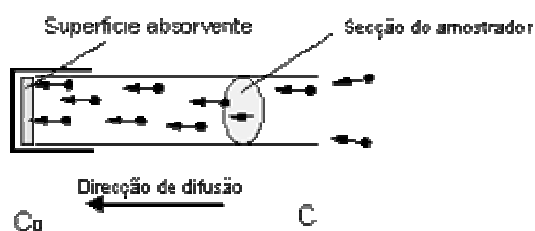


Figura 3 – Vista esquemática de um amostrador passivo.

Os poluentes assim fixados são posteriormente determinados por análise em laboratório acreditado (ISO/IEC 17025) por técnicas analíticas correntemente utilizadas.

Os amostradores utilizados são aplicáveis à monitorização de longo-termo, por períodos de 1 semana a 1 mês.

Para reduzir as influências de factores climáticos, bem como para minimizar a perturbação provocada pelo vento, estes dispositivos são colocados no interior de equipamentos de suspensão (usualmente denominados de abrigos) desenvolvidos especialmente para o efeito, os quais são por sua vez colocados normalmente em postes de electricidade, candeeiros públicos ou árvores. A altura de colocação recomendada situa-se entre os 2,5 e os 4 metros de altura.

4.4.2 Medições em Contínuo

Para a realização das medições dos poluentes atmosféricos em estudo foi utilizada uma estação móvel constituída por um atrelado fechado, equipado interiormente com instrumentação de análise meteorológica e de qualidade do ar. A estação está equipada com uma toma de gases e outra de partículas, a uma altura compreendida entre os 2,5 – 3 metros de altura. Os analisadores de gases (SO_2 , NO_x e CO) estão ligados através de tubos em Teflon, a uma toma específica para gases. O monitor de partículas PM_{10} está ligado a um tubo de aço-inox, que na extremidade superior tem uma cabeça de amostragem.

Os métodos de medição em contínuo encontram-se descritos no Anexo IV.

O mastro meteorológico com os respectivos sensores de direcção e velocidade do vento, humidade relativa, temperatura, precipitação e radiação solar está situado a uma altura de cerca de 3 metros.

O ambiente interno da estação é controlado por um aparelho de ar condicionado de modo a que os equipamentos estejam sempre a uma temperatura constante de aproximadamente 20 °C.

A recolha de dados é feita por um computador existente dentro da estação, através do software IDA2000®, que faz a aquisição dos valores dos analisadores cada 5 segundos. A partir desses valores, o software está configurado para produzir e armazenar em base de dados médias de um e de sessenta minutos.

4.5 METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

4.5.1 Amostragem Passiva

Os dados amostrados foram sujeitos a processamento estatístico de forma a calcular as concentrações médias para diferentes classes de distância ao eixo das vias em estudo. Os valores são apresentados sob a forma gráfica.

4.5.2 Medições em Contínuo

O registo das medições foi colocado no limite superior do intervalo de integração considerado. Por exemplo, o valor médio horário referenciado para as 10h00 é relativo à média das concentrações observadas entre as 9h00 e as 10h00.

De forma a visualizar os resultados apresentados no Capítulo 4 e a ajudar na interpretação dos mesmos, são apresentados em Anexo diferentes suportes gráficos baseados numa metodologia idêntica aplicada aos diferentes poluentes. Com base nos valores de concentração medidos, são apresentados gráficos de variação horária e diária para todos os poluentes obtidos em contínuo. No caso do CO e, por motivos de comparação com os valores limite da legislação são exibidos os valores máximos das médias octo-horárias obtidas em cada um dos dias.

É apresentada sob a forma de Tabela o resumo de diversos parâmetros estatísticos obtidos a partir das variáveis meteorológicas medidas, e que permite obter uma informação sintetizada das condições meteorológicas prevalentes. Em anexo é apresentada através da representação gráfica das médias horárias dos diferentes parâmetros meteorológicos.

É ainda apresentada a Rosa de Ventos, com base nos valores de direcção e velocidade do vento, em que é visualizada a percentagem de vento que ocorreu numa determinada direcção e velocidade de vento. Os sectores foram divididos em 8 classes distintas. Os valores de direcção do vento expressos em graus foram traduzidos nos diferentes sectores de direcção através das correspondências apresentadas na Tabela 6. Optou-se por inserir a classe de ventos calmos ($<1,9\text{km/h}$) de forma independente da direcção do vento.

Tabela 6 – Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes sectores de direcção do vento, utilizadas na realização das Rosas de Ventos e das Rosas de Poluição

Sectores de Direcção do Vento	Gama de Valores	Sectores de Direcção do Vento	Gama de Valores
Norte (N)	338 - 22	Sul (S)	158 – 202
Nordeste (NE)	23 – 67	Sudoeste (SO)	203 – 247
Este (E)	68 – 112	Oeste (O)	248 – 292
Sudeste (SE)	113 – 157	Noroeste (NO)	293 – 337

A partir dos valores de concentrações obtidos, são calculados e apresentados em Tabela todos os parâmetros estatísticos que possam traduzir de um modo sintético os níveis obtidos e que permitam a comparação futura com os respectivos valores limite presentes na legislação portuguesa.

O principal critério de avaliação dos dados de concentração dos diversos poluentes obtidos nos locais de medição em contínuo é a legislação portuguesa relativa à Qualidade do Ar. Desta forma são utilizados os valores limite definidos no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, para o NO_2 , NO_x , CO , SO_2 , PM_{10} e benzeno.

Durante esta avaliação é realizada a comparação do valor médio obtido durante toda a campanha com o valor limite anual (quando aplicável). Esta comparação é meramente indicativa visto o valor limite da legislação ser relativo a um ano de dados, enquanto que os valores medidos correspondem a períodos de apenas 7 dias.

Para os poluentes medidos são apresentados, com base horária, gráficos com a evolução diária das concentrações observadas para cada poluente, de forma a verificar a existência ou não de um ciclo diário médio de concentrações ao longo das medições realizadas.

De forma a ser perceptível um eventual efeito dos dias de semana útil nas concentrações dos poluentes medidos, são apresentados na forma de tabela as médias das concentrações relativas aos dias de fim-de-semana e aos dias de semana útil, com a indicação do acréscimo de concentrações face aos valores obtidos durante o fim-de-semana. O cálculo das concentrações médias de poluentes provenientes das vias em estudo e sem proveniência das mesmas, permitem compreender qual o contributo efectivo da via de tráfego nos receptores considerados.

É ainda feita uma análise de correlações a partir dos resultados horários obtidos em cada período de medição, com o objectivo de avaliara a existência de correlação entre poluentes.

Os dados de concentração obtidos nos oito locais são avaliados face ao Índice de Qualidade do Ar (IQar) definido pelo Instituto do Ambiente para 2006, e que pretende dar uma avaliação qualitativa da Qualidade do Ar (de Mau a Muito Bom).

4.6 DESVIOS AO FUNCIONAMENTO NORMAL

Durante a campanha de medições com amostradores passivos desapareceram amostradores passivos em alguns dos locais de medição. Estes estão assinalados nas tabelas de resultados.

Relativamente às medições em contínuo houve falhas no fornecimento de energia eléctrica, as quais estão assinaladas com a nomenclatura “ENRG” nas tabelas de resultados no Anexo I.

5 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

5.1 AMOSTRAGEM PASSIVA

5.1.1 Dióxido de Azoto (NA)

Os resultados obtidos durante o período de medição são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados das medições por amostragem passiva na concessão Grande Porto A41 – Outono 2006.

LANÇO	QUILÓMETRO	LOCAL	CONCENTRAÇÕES	COORDENADAS UTM	
			NO ₂ (µg/m ³)	(WGS84)	
			Outono 2006	ESTE (X)	NORTE (Y)
IC24 (A41) Alfena Lote 4	16+750	300 S	18	540201	4563983
		150 S	19	540217	4564132
		100 S	17	540224	4564160
		50 S	15	540228	4564208
		0 (EIXO VIA)	63	540216	4564295
		50 N	35	540206	4564347
		100 N	26	540199	4564390
		150 N	23	540178	4564432
		300 N	20	540117	4564587

5.2 MEDIÇÕES EM CONTÍNUO

Os resultados dos poluentes gasosos estão apresentados para as condições normais de pressão e temperatura previstos pelo Decreto-Lei n.º 111/02 de 16 de Abril. São elas:

pressão normal: 760 mmHg (101.3 KPa).

temperatura normal: 20 °C (293.15 K).

Os resultados de NO_x estão expressas em microgramas por metro cúbico de dióxido de azoto.

Os resultados de qualquer uma das fracções de partículas em suspensão estão apresentados às condições ambientais de amostragem.

Os valores determinados, constantes deste relatório, são representativos da concentração dos poluentes em causa, para o período de tempo em que se realizou a amostragem.

Os resultados obtidos durante o período de medição são indicados de seguida em formato gráfico acompanhados do tratamento estatístico para uma melhor interpretação dos valores. Os dados de base estão dispostos no Anexo I – Tabelas de Resultados. No Anexo II é possível visualizar os resultados em formato gráfico (médias horárias e diárias).

5.2.1 Dióxido de Enxofre (A)

Tabela 8 – Resumo dos resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante a campanha de medição

SO ₂	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	< LOI
Máximo Horário	< LOI
Máximo Diário	< LOI

LOI – Limite de Quantificação Inferior ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

5.2.2 Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A)

Tabela 9 – Resumo dos resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante a campanha de medição

NO ₂	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	16
Máximo Horário	59
Máximo Diário	30

Tabela 10 – Resumo dos resultados de Óxidos de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante a campanha de medição

NO _x	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	34
Máximo Horário	178
Máximo Diário	67

5.2.3 Monóxido de Carbono (A)

Tabela 11 – Resumo dos resultados de Monóxido de Carbono (mg/m^3) durante a campanha de medição

CO	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	0,23
Máximo Horário	0,83
Máximo Octo-Horário	0,56
Máximo Diário	0,38

5.2.4 Partículas PM₁₀ e PTS (A)

Tabela 12 – Resumo dos resultados de Partículas PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante a campanha de medição

PM ₁₀	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	17
Máximo Diário	37

Tabela 13 – Resumo dos resultados de Partículas PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante a campanha de medição

PTS	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	19
Máximo Diário	40

5.2.5 Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA)

Tabela 14 – Resumo dos resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante a campanha de medição

Benzeno	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	0,1
Máximo Horário	1,8
Máximo Diário	0,2

Tabela 15 – Resumo dos resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

Tolueno	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	0,8
Máximo Horário	7,3
Máximo Diário	2,1

Tabela 16 – Resumo dos resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

Xilenos	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	0,6
Máximo Horário	6,9
Máximo Diário	1,8

5.2.6 Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) (NA)

Tabela 17 – Resumo dos resultados de HAPs (ng/m³) por ponto na 2ª campanha de medição

HAPs (valor médio da campanha de medição)	Campanha de Outono 2006
	P1
Benzo(a)pireno	0,70
Dibenzo(a,h)antraceno	<0,10
Benzo(g,h,i)perileno	1,00
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,90

(1) Valor inferior ao limite da quantificação

5.2.7 Chumbo (NA)

Tabela 18 – Resumo dos resultados de chumbo (ng/m³) por ponto na 2ª campanha de medição

Chumbo	Campanha de Outono 2006
	P1
Média	36
Máximo Diário	54

6 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

6.1 ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NO₂ OBTIDAS POR AMOSTRAGEM PASSIVA

Na Figura 4 são apresentados os resultados obtidos por distância ao eixo da via, de forma a ser possível efectuar uma análise mais pormenorizada aos valores obtidos por zona de amostragem.

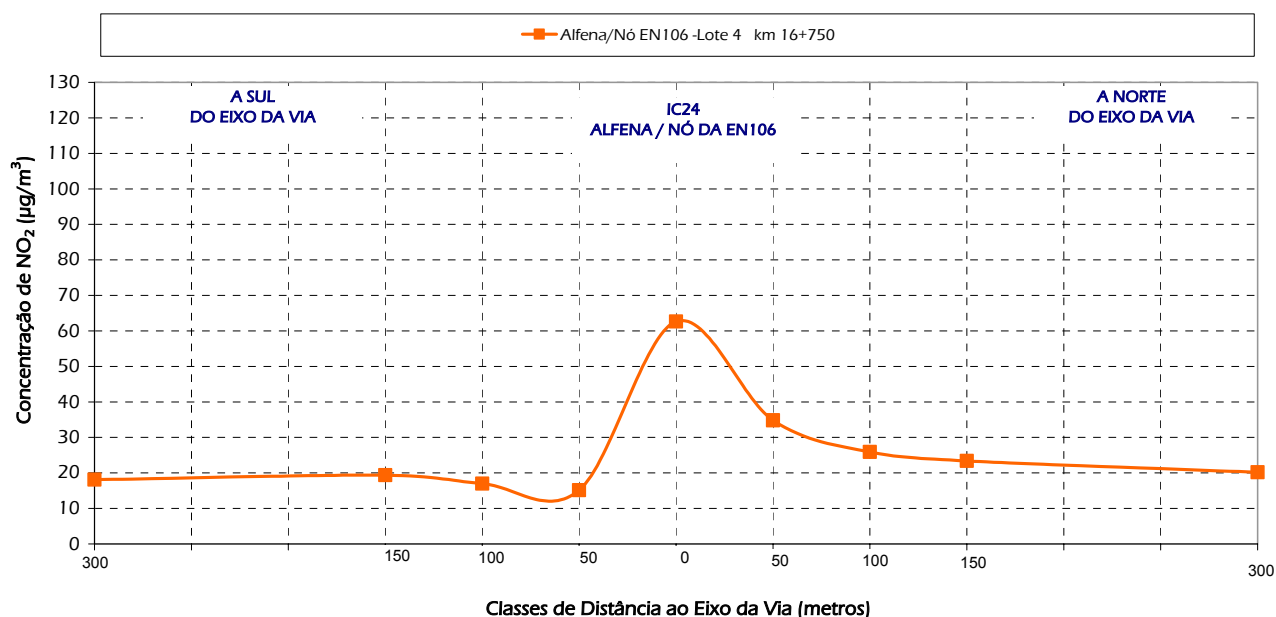


Figura 4 – Distribuição dos valores de NO₂ medidos por amostragem passiva no IC24 Alfena/ Nó de EN 106:

Tal como pode ser observado, verificaram-se as seguintes tendências:

1. As concentrações mais elevadas foram obtidas no eixo da via, com uma diferenciação nítida relativamente aos valores obtidos na envolvente;
2. Os valores a 50 metros decrescem consideravelmente e, regra geral, mantêm-se aproximadamente constantes. As oscilações patentes em alguns casos são consequência de fontes emissoras locais que influenciam directamente cada um dos pontos de amostragem.

A selecção exacta do local de medição em contínuo (a Norte do eixo da via) teve em consideração aspectos relacionados quer com a potencial exposição às emissões da Auto-estrada, quer com a existência ou não de receptores sensíveis. Tiveram-se em conta igualmente factores como a cota da Auto-estrada e o acesso à energia eléctrica.

6.2 CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA

Na Tabela 19 são apresentadas, em resumo, as condições meteorológicas registadas no ponto de medição P1. No Anexo II é possível visualizar os resultados em formato gráfico.

Tabela 19 – Resumo das condições meteorológicas registadas por ponto de medição durante a campanha de medição

	P1
Temperatura Mínima (°C)	13
Temperatura Média (°C)	17
Temperatura Máxima (°C)	23
Humidade Relativa Mínima (%)	53
Humidade Relativa Média (%)	79
Humidade Relativa Máxima (%)	98
Velocidade do Vento Média (km/h)	8
Velocidade do Vento Máxima (km/h)	19
Direcção do Vento Dominante (sectores)	E
Percentagem da Direcção do Vento Dominante (%)	67
Percentagem de Ventos Calmos (%)	10
Radiação Total (kJ/m ²)	40463
Precipitação Total (mm)	17

As condições meteorológicas durante as medições em contínuo em P1, caracterizaram-se pela alternância de céu pouco e muito nublado, com ocorrência de períodos de precipitação nos dias 4, 5 e 6 de Novembro de 2006, com um valor total de 17 mm.

As temperaturas foram relativas ao tempo de Outono, com valores mínimos de 13°C e um máximo de 23°C. O valor médio foi de 17°C.

A velocidade de vento foi característica de ventos calmos (<1,9 km/h), fracos (< 15 km/h) e moderados (< 35 km/h). A ocorrência de ventos calmos não foi muito significativa, tendo sido de 10%. Os ventos dominantes em P1 foram de Este, com ocorrências acima dos 50%.

6.3 INFORMAÇÃO DE TRÁFEGO

Na Tabela 20 é apresentado o valor de tráfego total que circulou no troço de auto-estrada situados na envolvente mais próxima do local de amostragem, durante cada o períodos de medição da campanha em contínuo (Outono de 2006).

Tabela 20 – Resumo do volume de tráfego total nos respectivos troços de auto-estrada durante o período de medição

Local de Medição	P1
Auto-estrada	A41 Alfena
Volume total de tráfego	166501

Na Figura 5 é apresentado o perfil de variação horário dos valores totais horários para o período de campanha.

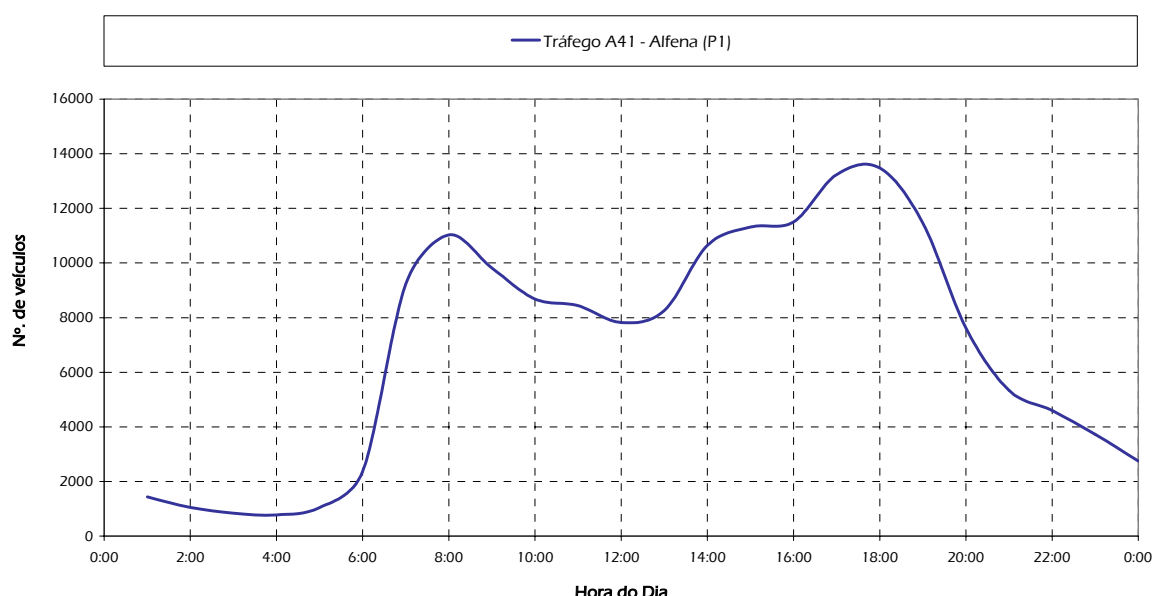


Figura 5 – Perfil de variação horário dos valores totais horários para o período de campanha no troço adjacente ao respectivo local de medição

Em relação ao perfil de variação observa-se que o volume de tráfego foi mais elevado durante o período diurno apresentando dois picos de concentração relativos aos períodos matinal e vespertino. Os valores máximos registaram-se no período vespertino. Estes perfis de variação estão de acordo com os períodos de início e final da maioria das actividades laborais.

6.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS FACE À LEGISLAÇÃO NACIONAL

Na Tabela 21 está resumida a legislação vigente para as concentrações atmosféricas dos poluentes objecto de estudo.

Tabela 21 – Resumo da legislação em vigor para os diversos parâmetros em estudo e comparação com os respectivos valores medidos

Legislação	Parâmetro	Designação	Período	Valor Limite	Valor Máximo P1
DL nº. 111/2002	SO ₂	Valor limite horário para protecção da saúde humana	Horário	350 µg/m ³ que não pode ser excedido mais de 24 vezes durante um ano	< LOI (27 µg/m ³)
		Valor limite diário para protecção da saúde humana	Diário	125 µg/m ³ , que não pode ser excedido mais de 3 vezes durante um ano	< LOI (27 µg/m ³)
		Valor limite para protecção dos ecossistemas	Anual	20 µg/m ³ (3)	< LOI (27 µg/m ³)
		Limiar de alerta	Três horas consecutivas	500 µg/m ³	-
	NO ₂	Valor limite horário para protecção da saúde humana	Horário	240 µg/m ³ NO ₂ (2006) ⁽¹⁾ que não pode ser excedido mais de 18 vezes durante um ano	59
		Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual	48 µg/m ³ NO ₂ (2006) ⁽²⁾	16

Relatório elaborado em 25-07-2007 a pedido de ECOVISÃO, LDA.

O conteúdo deste relatório é confidencial, devendo a SondarLab, Lda. respeitar esse direito.

Os resultados deste relatório referem-se exclusivamente aos itens ensaiados.

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando seja autorizado pela SondarLab, Lda.

Página 35 de 73

REL026B-2007/07/25

MSL0228/02

O SÍMBOLO DE ACREDITAÇÃO APRESENTADO (L0353) REFERE-SE EXCLUSIVAMENTE AO LABORATÓRIO SONDARLAB E AOS ITENS ENSAIADOS POR ESTE NO ÂMBITO DA ACREDITAÇÃO

		Limiar de alerta	Três horas consecutivas	400 µg/m ³ NO ₂	-
NO _x	Valor limite para protecção da vegetação	Anual		30 µg/ m ³ NO _x ⁽³⁾	-
CO	Valor limite para protecção da saúde humana	Máximo diário das médias de 8 horas		10 mg/m ³	0,4
PM ₁₀	Valor limite diário para protecção da saúde humana	Diário		50 µg/m ³ , que não pode ser excedido mais de 35 dias num ano civil	37
	Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual		40 µg/m ³	17
Benzeno	Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual		9 µg/m ³ (2006) ⁽⁴⁾	0,1
Chumbo	Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual		500 ng/m ³	36
Directiva 2004/107/CE	Benzo(a)pireno	Valor alvo	Anual	1 ng/m ³	0,7 ng/m ³

A comparação dos valores obtidos após tratamento estatístico efectuado aos valores medidos durante a monitorização em contínuo, indica não houve ultrapassagens dos limites legislados.

A comparação com valores limite anuais é meramente indicativa, visto estes serem relativos a um ano de dados, enquanto que os valores medidos correspondem a períodos de 7 dias em cada local.

6.5 CICLO DE VARIAÇÃO MÉDIA DIÁRIA E COMPARAÇÃO ENTRE LOCAIS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO

6.5.1 Dióxido de Enxofre

Os valores de concentração registados para este poluente foram bastante baixos, inferiores ao Limite Inferior de Quantificação ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$), para todos os locais de medição. Desta forma não é apresentado o gráfico de variação média diária. Os valores de SO_2 são baixos, principalmente devido à diminuição da concentração de compostos com enxofre nos combustíveis utilizados actualmente nos automóveis.

6.5.2 Dióxido de Azoto e Óxidos de Azoto

Na Figura 6 está apresentado o gráfico com o perfil médio diário das concentrações de dióxido de azoto e óxidos de azoto, respectivamente, medidas numa base horária.

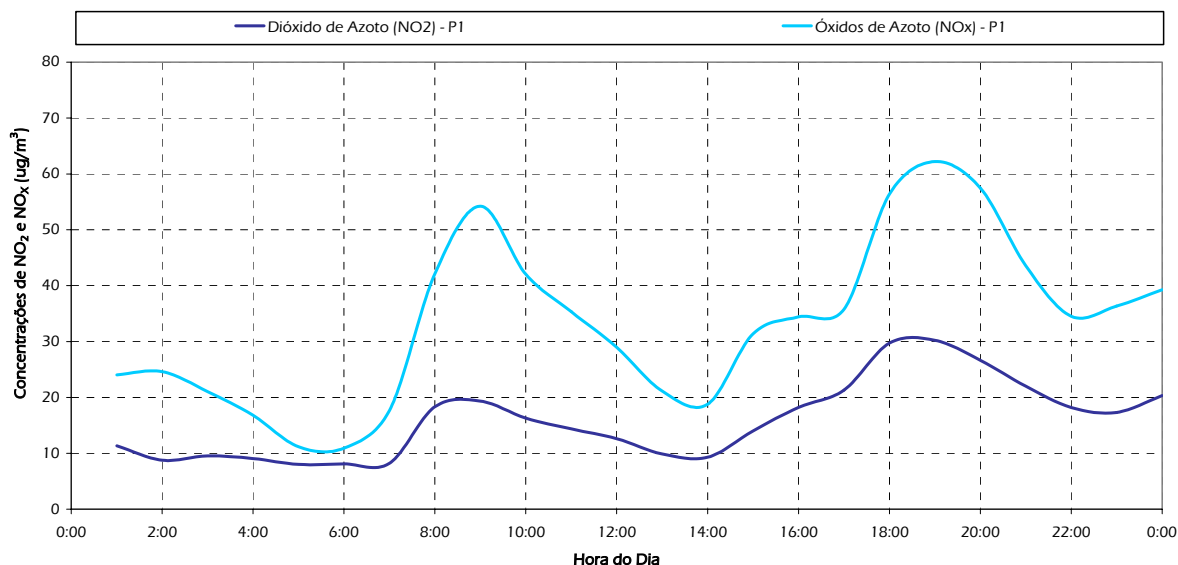


Figura 6 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO_2 e de NO_x verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.

Relativamente ao perfil de variação diário dos óxidos de azoto pode-se observar que existem dois intervalos de tempo onde se observa um aumento significativo dos valores médios de concentração. Estes dois períodos são durante a manhã, entre as 8 e 10 horas, e ao final de tarde/início da noite, entre as 18 e 20 horas. Verifica-se de modo inverso, um decréscimo dos valores médios nos restantes períodos temporais. Estas variações estão directamente ligadas às variações de tráfego automóvel. Os aumentos decorrem em períodos em que o tráfego se intensifica resultante do início das actividades diárias (laborais entre outras).

6.5.3 Monóxido de Carbono

Na Figura 7 está apresentado o gráfico com o perfil médio diário das concentrações de monóxido de carbono medidas numa base horária.

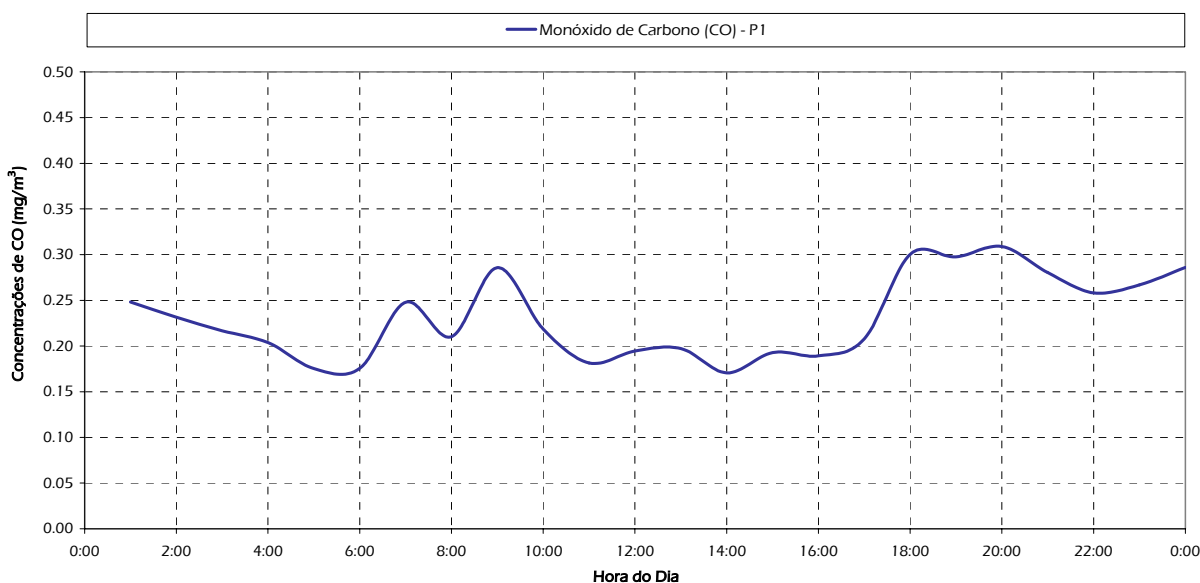


Figura 7 – Evolução média da variação horária das concentrações de CO verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.

O monóxido de carbono pode ter fontes de origem doméstica além do tráfego automóvel. Assim compreende-se o aumento elevado a partir das 18 horas, com proveniência provável das emissões de tráfego associadas às emissões domésticas de início da noite e que conduzem a um valor máximo às 24h00. Nos restantes períodos horários, denotam-se ligeiros aumentos das concentrações médias resultantes de do tráfego ou de outras actividades locais emissoras deste poluente.

6.5.4 Partículas PM₁₀ e PTS

Na Figura 8 é apresentado o gráfico com o perfil médio diário das concentrações de partículas PM₁₀ e PTS.

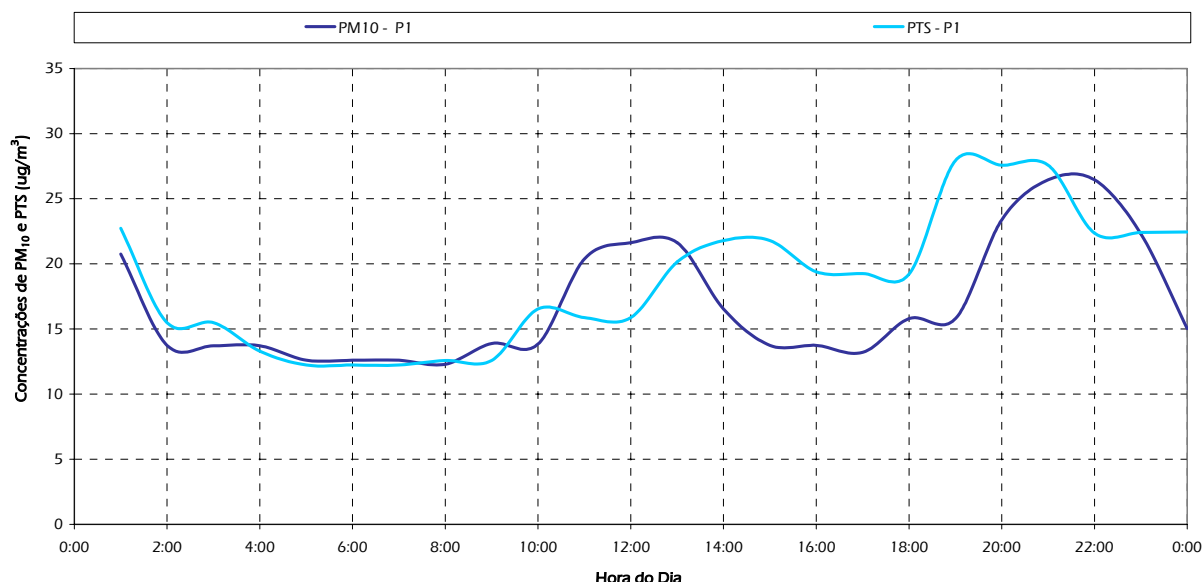


Figura 8 – Evolução média da variação horária das concentrações de PM₁₀ e PTS verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.

Estes dois parâmetros não provêm de uma fonte específica, tendo numerosas fontes a contribuir para o incremento das concentrações medidas (ressuspensão de solos, actividades domésticas, tráfego automóvel, etc.). Existe um aumento mais acentuado com o final da tarde, atingindo os valores mais elevados no período noturno e decrescendo durante a madrugada e manhã, para voltar a aumentar ao final da manhã.

6.5.5 Benzeno, Tolueno e Xilenos

Na Figura 9 é apresentado o gráfico com o perfil médio diário das concentrações de Benzeno, Tolueno e Xilenos, medidas numa base horária.

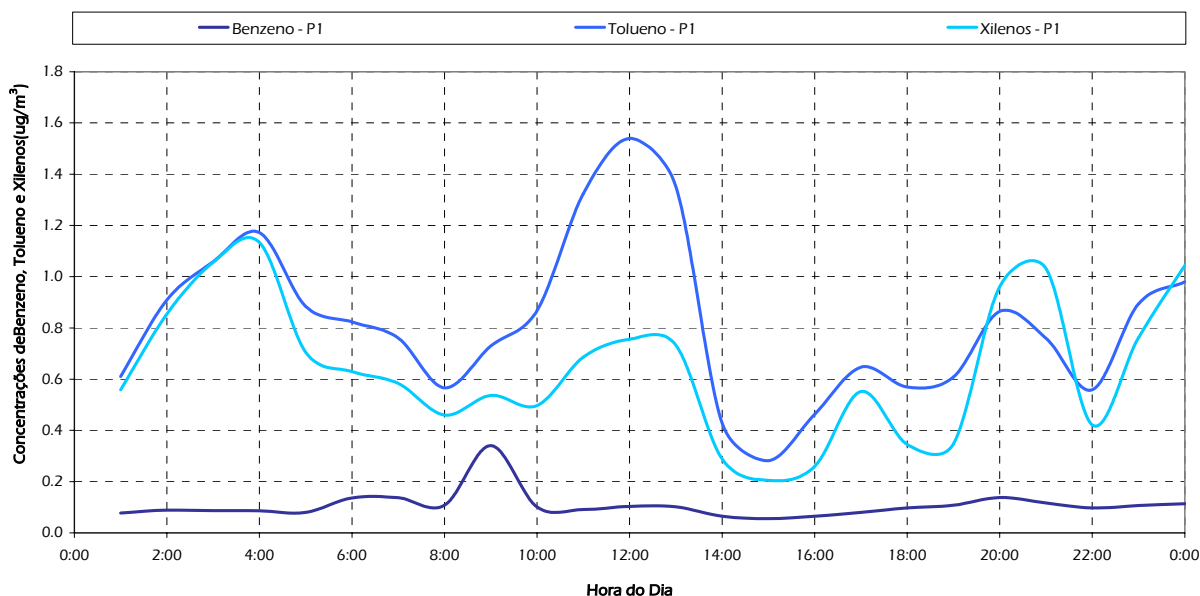


Figura 9 – Evolução média da variação horária das concentrações de benzeno, tolueno e xilenos verificadas nas medições realizadas no ponto de medição P1.

O Benzeno, Tolueno e Xilenos registaram perfis de variação média horária com aumentos bem demarcados e os quais são para iguais períodos horários, para o tolueno e xilenos. Estes apresentam aumentos no período da manhã (entre as 10 e 12 horas), tarde (17 horas) e início da noite (20 - 21 horas), assim como de madrugada (4 horas). Os valores elevados durante a madrugada e o facto do benzeno apenas apresentar aumentos mais significativos pelas 9 horas, poderá indicar a presença de fontes externa ao tráfego de veículos, com maior contribuição em tolueno e xilenos. Visto que alguns dos períodos horários em que se observam aumentos não coincidem aos aumento de tráfego automóvel.

6.6 CONCENTRAÇÕES ATMOSFÉRICAS DURANTE FIM-DE-SEMANA E SEMANA ÚTIL DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO

Na Tabela 22 estão apresentados os valores de concentração médios relativos aos dias de trabalho semanal e aos dias de fim-de-semana. É importante salientar o facto de se estar a proceder a uma análise comparativa com base em apenas 7 dias de medições em cada local, o que a torna apenas representativa do período em que decorreu a campanha.

Assim, em termos estatísticos, não é correcta a sua extrapolação para as condições verificadas ao longo de um ano, em que as condições de sazonalidade climáticas e de actividades antropogénicas são bastante variáveis.

Tabela 22 – Valores de concentração médios de fim-de-semana vs semana útil observados no ponto de medição P1

	P1
SO ₂	Média de Fim-de-Semana < LOI
	Média de Semana Útil < LOI
	Acréscimo de Concentração (%) ~0
NO ₂	Média de Fim-de-Semana 9
	Média de Semana Útil 19
	Acréscimo de Concentração (%) 112%
NO _x	Média de Fim-de-Semana 19
	Média de Semana Útil 40
	Acréscimo de Concentração (%) 110%
CO	Média de Fim-de-Semana 0,19
	Média de Semana Útil 0,25
	Acréscimo de Concentração (%) 33%
PM ₁₀	Média de Fim-de-Semana 9
	Média de Semana Útil 20
	Acréscimo de Concentração (%) 121%
PTS	Média de Fim-de-Semana 9
	Média de Semana Útil 23
	Acréscimo de Concentração (%) 168%
Benzeno	Média de Fim-de-Semana 0,07
	Média de Semana Útil 0,12
	Acréscimo de Concentração (%) 72%
Tolueno	Média de Fim-de-Semana 0,21
	Média de Semana Útil 1,06
	Acréscimo de Concentração (%) 401%
Xilenos	Média de Fim-de-Semana 0,2
	Média de Semana Útil 0,82
	Acréscimo de Concentração (%) 304%

		P1
Tráfego	Média de Fim-de-Semana	852
	Média de Semana Útil	1047
	Acréscimo de Concentração (%)	23%

De um modo geral, verifica-se que o acréscimo de concentração dos dias úteis de semana sobre os dias de fim-de-semana é significativo. O local de medição encontra-se muito próximo da via de tráfego em estudo, cujo volume de veículos em dias úteis é superior aos dias de fim-de-semana, como é possível verificar pelos valores obtidos de acréscimo.

6.7 ANÁLISE DE CORRELAÇÕES DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO

Nesta análise foi assumindo um valor de corte de 0,7, acima do qual se considera que os valores dos poluentes se encontram correlacionados.

Tabela 23 – Apresentação dos valores de correlação entre os valores de concentração horários dos diversos poluentes nas medições realizadas em P1 – A41 Alfena

	NO ₂	NO _x	CO	SO ₂	PM ₁₀	PTS	Benzeno	Tolueno	Xilenos	Tráfego
NO ₂	1									
NO _x	0,9	1								
CO	0,6	0,6	1							
SO ₂	0,0	0,0	0,0	1						
PM ₁₀	0,3	0,3	0,5	0,0	1					
PTS	0,3	0,3	0,5	0,0	0,8	1				
Benzeno	0,4	0,5	0,7	0,0	0,3	0,2	1			
Tolueno	0,4	0,4	0,6	0,0	0,5	0,4	0,4	1		
Xilenos	0,4	0,5	0,7	0,0	0,5	0,5	0,4	0,9	1	
Tráfego	0,4	0,3	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	1

Verifica-se um pequeno numero de parâmetros correlacionados entre si, não se verificando por isso a existência de uma fonte emissora dominante a caracterizar a qualidade do ar do local. Os parâmetros melhor correlacionados foram os óxidos de azoto, provenientes das emissões automóveis, as partículas PM_{10} e PTS e os BTX..

6.8 RELAÇÃO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO COM AS CARACTERÍSTICAS DO PROJECTO E DA ENVOLVENTE

A metodologia de análise neste ponto permite analisar qual a contribuição efectiva da via de tráfego em estudo junto ao local de medição considerado. Foram agrupadas as direcções de vento a montante da via de tráfego e do local de medição, assim como as direcções segundo as restantes direcções de vento a jusante da via e do ponto de medição. Em seguida obtiveram-se os valores médios de concentração dos diversos parâmetros em análise para os grupos de direcções consideradas e para os ventos calmos (velocidade do vento inferior a 1,9 km/h)

Na Tabela 24 estão apresentados os valores médios de concentração resultantes das direcções consideradas e segundo ventos calmos.

Tabela 24 – Apresentação dos valores médios de concentração para cada um dos poluentes medidos segundo as direcções da via em estudo, direcções restantes e ventos calmos para o ponto P1 –A42 Alfena

Poluentes	Concentração		
	Direcções		Ventos calmos
	IC24 (A41) Alfena	Restantes Direcções	
SO_2 ($\mu g/m^3$)	<LOI	<LOI	<LOI
NO_2 ($\mu g/m^3$)	14	23	31
NO_x ($\mu g/m^3$)	28	37	83
CO (mg/m^3)	0.20	0.53	0.46
Benzeno ($\mu g/m^3$)	0.1	0.7	0.3
Tolueno ($\mu g/m^3$)	0.6	5.1	2.9
Xilenos ($\mu g/m^3$)	0.4	3.7	2.7
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	15	37	31
PTS ($\mu g/m^3$)	17	35	33

Poluentes	Concentração		
	Direcções		Ventos calmos
	IC24 (A41) Alfena	Restantes Direcções	
Frequências das Direcções Consideradas	89%	1%	10%

A maioria das direcções de ventos expuseram este local às emissões do tráfego do sub-lanço da auto-estrada em estudo. Apenas os ventos de Noroeste e Norte não faziam com que o local não fosse directamente exposto às referidas emissões. As condições meteorológicas apenas permitiram o registo de um período horário sob ventos de Norte ou Noroeste, não permitindo dessa forma fazer uma análise objectiva acerca da diferença de valores de concentração sob influência directa e sem influência da auto-estrada. Sob condições de ventos calmos, registaram-se os valores mais elevados de óxidos de azoto, em resultado das condições de fraca dispersão associadas às emissões provenientes da auto-estrada e habitações existentes nas imediações.

6.9 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR ÀS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO

Com base nos critérios de avaliação previstos pelo Instituto do Ambiente para 2006, calcularam-se os índices de qualidade do ar diários referentes às medições em contínuo. Na Figura 10 são apresentadas as percentagens de ocorrência de cada uma das cinco classificações possíveis nos 7 dias completos de medição, no local de medição P1.

Tabela 25 – Classificação do índice de qualidade do ar relativa aos valores de concentração obtidos nos ponto de medição P1 e apresentação dos parâmetros responsáveis pelas classificações obtidas.

Dia de Campanha	Classificação IQAr	Poluente
	P1	
1º	Médio	PM ₁₀
2º	Muito Bom	TODOS
3º	Muito Bom	TODOS
4º	Muito Bom	TODOS
5º	Muito Bom	TODOS
6º	Muito Bom	TODOS
7º	Muito Bom	TODOS

Da aplicação do Índice de Qualidade do Ar verifica-se que 6 dos 7 dias de medição obtiveram classificação Muito Bom. Neste local apenas o primeiro dia obteve classificação Médio, tendo sido as partículas PM₁₀ o poluente com maior contribuição para a degradação da Qualidade do Ar. No entanto é possível considerar que a qualidade do ar em P1 se apresentou bastante boa, para o período de medição da presente campanha em estudo.

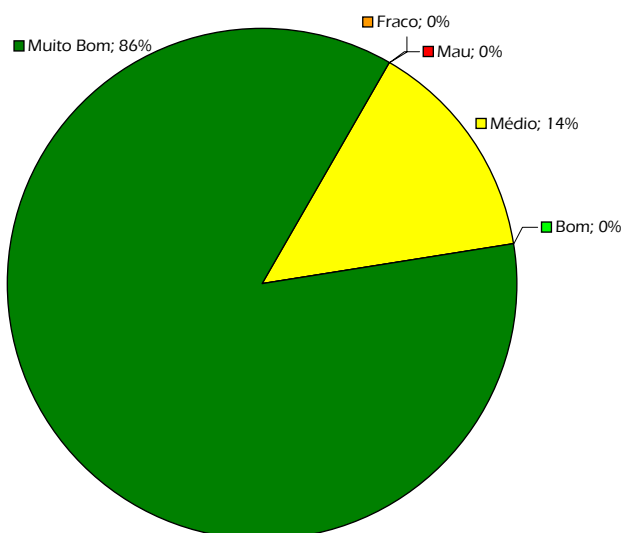


Figura 10 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante os 7 dias completos de medições realizadas em P1 – A41 Alfena.

7 CONCLUSÕES

No âmbito da Monitorização da Qualidade do Ar da Concessão do Grade Porto foram utilizadas duas metodologias de análise diferentes, complementares entre si, nas campanhas de monitorização. Desta forma, realizaram-se medições com amostradores passivos de NO₂ (indicador da contribuição automóvel), para caracterizar no espaço a variabilidade do poluente relativamente à distância em relação ao centro da via de tráfego em estudo. Complementarmente, mediram-se vários parâmetros em contínuo (NO₂, NO_x, SO₂, CO, benzeno, tolueno, xilenos PM₁₀, PTS, chumbo e HAPs) e parâmetros meteorológicos. As medições decorreram no lote 4 da A41.

Medições em Contínuo

Das medições efectuadas, em contínuo, podem-se retirar as seguintes informações:

- As condições meteorológicas foram características da estação do ano em questão, o Outono. O céu apresentou-se nublado, com ocorrência de períodos de precipitação em especial nos últimos dias de medição para cada um dos locais. As temperaturas registadas foram amenas, com mínimas de 13°C e máximas de 23°C. A velocidade de vento máxima foi da ordem dos ventos moderados (<35km/h), com direcções maioritárias de Este, a ocorrência de ventos calmos foi pouco significativa, observaram-se, 10% de ocorrências.
- O perfil de variação do número de veículos apresentou dois picos máximos relativos aos períodos matinal e vespertino, coincidindo com o início e término de actividades laborais, entre outras.
- Relativamente aos valores de concentração medidos, verifica-se que não existiram ultrapassagens dos valores limite presentes na legislação portuguesa, evidenciando valores de concentração baixos.
- O perfil de variação diário das concentrações horárias apresentou um padrão caracterizado por dois picos de concentração no início da manhã e final da tarde/início da noite, coincidente com o perfil de variação típico do tráfego automóvel e do aumento das emissões domésticas no final de tarde/início da noite.

- A análise da contribuição efectiva da auto-estrada face às restantes direcções e segundo os ventos calmos permitiu verificar que em P1 a influência local é preponderante face às restantes direcções de vento. Isto porque os valores de concentração provenientes dos ventos calmos (velocidade inferior a 1,9km/h) foram superiores para a maioria dos poluentes em análise. A inexistência de ventos provenientes de direcções que não da auto-estrada em P1, não permitiu fazer uma comparação entre estes dois cenários de ventos.
- Apesar dos níveis de concentração terem sido baixos em P1, verificou-se que os níveis de concentrações neste local dependeram das emissões do tráfego da auto-estrada. A diferença de valores observados entre os dias de semana útil e de fim-de-semana foi bastante acentuada, tendo sido igualmente neste local observada uma boa correlação entre os óxidos de azoto e o tráfego automóvel.
- As concentrações de SO₂ foram de uma forma global baixas, não evidenciando influência por parte das emissões de tráfego automóvel, muito devido à redução do enxofre nos combustíveis automóveis. Este parâmetro é geralmente mais influenciado por fontes industriais.
- A atribuição de classificações segundo o Índice de Qualidade do Ar permite perceber de modo qualitativo qual a degradação do ar junto aos receptores sensíveis. Assim, da análise efectuada observa-se que o local P1 apresentou 86% de dias com classificação Muito Bom e nenhum dia com classificação Fraco. O poluente cujas concentrações contribuíram de forma mais significativa para a degradação da Qualidade do Ar foram as partículas PM₁₀.

Amostragem Passiva

- Relativamente à variação das concentrações, verifica-se que as concentrações no centro da via são sempre mais elevadas, decrescendo abruptamente aos 50 metros do centro. De facto esta análise permite visualizar a diminuição das concentrações à medida que a distância ao eixo da via aumenta.

Síntese

Em suma, face aos resultados obtidos nas campanhas de medições de Qualidade do Ar afectas à Concessão do Grande Porto – A41 Alfena, verifica-se que os valores se mantiveram abaixo dos valores limite da legislação Apesar deste local de medição ter sido maioritariamente exposto a emissões provenientes do tráfego automóvel, os valores foram reduzidos e ficaram aquém dos respectivos valores limite.

ANEXO I – TABELAS DE RESULTADOS

Dióxido de Enxofre (A)

Tabela 26 – Resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	< 27	< 27	VERF	< 27	< 27	< 27	< 27
2	< 27	< 27	< 27	VERF	< 27	< 27	< 27
3	< 27	< 27	< 27	< 27	VERF	< 27	< 27
4	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	VERF	< 27
5	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	VERF
6	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
7	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
8	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
9	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
10	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
11	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
12	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
13	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
14	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
15	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
16	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
17	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
18	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
19	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
20	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
21	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
22	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
23	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
24	VERF	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUUP - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

Dióxido de Azoto (A)

Tabela 27 – Resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	23	< 10	VERF	15	< 10	< 10	16
2	29	< 10	< 10	VERF	< 10	< 10	< 10
3	33	< 10	< 10	< 10	VERF	< 10	< 10
4	19	< 10	< 10	< 10	< 10	VERF	17
5	24	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	VERF
6	23	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	10
7	20	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	14
8	19	21	21	< 10	< 10	25	33
9	16	18	19	< 10	< 10	32	42
10	16	17	21	< 10	< 10	22	29
11	< 10	19	21	< 10	< 10	21	25
12	< 10	15	15	< 10	< 10	20	24
13	< 10	11	13	< 10	< 10	14	17
14	< 10	10	14	< 10	< 10	12	15
15	< 10	16	20	11	< 10	18	23
16	< 10	19	25	13	10	22	33
17	11	21	22	12	11	26	47
18	27	24	25	16	25	33	58
19	20	24	28	22	22	37	59
20	15	27	26	17	14	29	58
21	15	16	24	13	12	25	49
22	12	11	15	11	15	21	44
23	11	< 10	16	13	< 10	35	37
24	VERF	< 10	22	17	14	33	31

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUUP - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

Óxidos de Azoto (A)

Tabela 28 – Resultados de Óxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	68	12	VERF	21	17	< 10	22
2	98	< 10	< 10	VERF	14	13	13
3	95	< 10	< 10	12	VERF	< 10	< 10
4	43	< 10	< 10	12	15	VERF	21
5	37	< 10	< 10	11	< 10	< 10	VERF
6	37	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	15
7	38	16	16	13	< 10	12	24
8	52	51	53	17	< 10	51	66
9	48	44	48	24	< 10	64	147
10	52	45	54	22	11	46	65
11	17	46	55	23	< 10	42	59
12	15	33	36	23	10	39	46
13	11	23	28	20	10	28	28
14	< 10	21	31	18	< 10	24	28
15	12	30	54	24	10	45	44
16	11	35	61	30	18	42	44
17	16	34	46	29	17	50	57
18	50	37	51	39	45	70	104
19	31	44	59	46	38	70	147
20	23	46	49	31	23	52	178
21	21	26	35	24	19	38	142
22	16	18	24	17	21	27	119
23	17	11	34	27	17	56	92
24	VERF	< 10	39	38	25	57	72

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUF - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

Monóxido de Carbono (A)

Tabela 29 – Resultados de Monóxido de Carbono (mg/m³) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	ug/m ³						
1	0.47	< 0,23	VERF	0.29	0.26	< 0,23	0.24
2	0.57	< 0,23	< 0,23	VERF	0.23	< 0,23	0.24
3	0.60	< 0,23	< 0,23	0.23	VERF	< 0,23	< 0,23
4	0.52	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	VERF	0.24
5	0.47	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	VERF
6	0.53	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23
7	0.83	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	0.32
8	0.51	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	0.37
9	0.43	< 0,23	0.24	< 0,23	< 0,23	0.27	0.71
10	0.40	< 0,23	0.24	0.25	< 0,23	< 0,23	0.30
11	0.26	< 0,23	0.26	< 0,23	< 0,23	< 0,23	0.28
12	0.25	< 0,23	0.24	0.24	< 0,23	< 0,23	0.29
13	0.25	< 0,23	0.24	0.26	< 0,23	< 0,23	0.27
14	0.24	< 0,23	0.25	0.24	< 0,23	< 0,23	< 0,23
15	0.26	< 0,23	0.24	0.26	< 0,23	< 0,23	0.23
16	< 0,23	< 0,23	0.27	0.29	< 0,23	< 0,23	0.31
17	0.25	< 0,23	0.25	0.30	< 0,23	< 0,23	0.31
18	0.42	0.23	0.27	0.32	0.29	0.25	0.30
19	0.30	0.25	0.32	0.37	0.25	0.26	0.33
20	0.32	0.29	0.35	0.33	< 0,23	0.26	0.50
21	0.31	0.25	0.34	0.30	< 0,23	0.27	0.37
22	0.27	0.23	0.27	0.29	< 0,23	0.27	0.37
23	0.25	< 0,23	0.32	0.30	< 0,23	0.37	0.39
24	VERF	< 0,23	0.33	0.32	< 0,23	0.38	0.45

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUP - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

PM₁₀ (A)

Tabela 30 – Resultados de PM₁₀ (µg/m³) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	ug/m ³						
1	60	31	20	<17	<17	<17	<17
2	35	19	<17	<17	<17	<17	<17
3	35	19	<17	<17	<17	<17	<17
4	35	19	<17	<17	<17	<17	<17
5	37	<17	<17	<17	<17	<17	<17
6	37	<17	<17	<17	<17	<17	<17
7	37	<17	<17	<17	<17	<17	<17
8	35	<17	<17	<17	<17	<17	<17
9	35	<17	<17	<17	<17	<17	20
10	35	<17	<17	<17	<17	<17	20
11	46	33	19	<17	<17	<17	20
12	46	33	19	18	<17	<17	19
13	46	32	19	18	<17	<17	19
14	33	<17	20	18	<17	<17	19
15	33	<17	21	<17	<17	<17	<17
16	33	<17	20	<17	<17	<17	<17
17	25	25	<17	<17	<17	<17	<17
18	25	25	<17	<17	<17	<17	27
19	25	25	<17	<17	<17	<17	27
20	45	34	32	<17	<17	<17	27
21	45	34	32	<17	<17	19	38
22	45	34	32	<17	<17	19	38
23	31	19	32	<17	<17	18	38
24	31	20	<17	<17	<17	<17	20

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUF - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

PTS (A)

Tabela 31 – Resultados de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	77	40	<17	<17	<17	<17	<17
2	42	24	<17	<17	<17	<17	<17
3	42	24	<17	<17	<17	<17	<17
4	42	<17	<17	<17	<17	<17	<17
5	35	<17	<17	<17	<17	<17	<17
6	35	<17	<17	<17	<17	<17	<17
7	35	<17	<17	<17	<17	<17	<17
8	37	<17	<17	<17	<17	<17	<17
9	37	<17	<17	<17	<17	<17	<17
10	37	27	18	<17	<17	<17	<17
11	32	27	18	<17	<17	<17	<17
12	32	27	18	<17	<17	<17	<17
13	32	31	30	<17	<17	<17	23
14	43	31	30	<17	<17	<17	23
15	44	31	30	<17	<17	<17	23
16	43	27	31	<17	<17	<17	<17
17	42	27	31	<17	<17	<17	<17
18	42	27	31	<17	<17	<17	<17
19	42	42	40	<17	<17	21	33
20	40	42	40	<17	<17	21	33
21	40	42	40	<17	<17	21	33
22	40	30	25	<17	<17	<17	37
23	40	30	25	<17	<17	<17	37
24	40	30	25	<17	<17	<17	37

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUF - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

Benzeno (NA)

Tabela 32 – Resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	0.2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2	0.3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
3	0.3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4	0.3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
5	0.3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
6	0.7	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
7	0.4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0.4
8	0.3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0.2
9	0.3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	1.8
10	0.3	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0.2
11	0.2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0.1
12	0.1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0.2
13	0.1	<0,10	<0,10	0.1	<0,10	<0,10	0.1
14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
15	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
16	<0,10	<0,10	<0,10	0.1	<0,10	<0,10	0.1
17	<0,10	<0,10	<0,10	0.1	<0,10	<0,10	0.2
18	0.1	<0,10	0.1	0.1	<0,10	<0,10	0.1
19	<0,10	<0,10	0.2	0.2	<0,10	<0,10	0.1
20	0.1	0.1	0.2	0.2	<0,10	<0,10	0.2
21	0.1	<0,10	0.2	0.1	<0,10	0.1	0.1
22	<0,10	<0,10	0.1	0.1	<0,10	<0,10	0.2
23	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0.1	0.2
24	<0,10	<0,10	0.2	0.1	<0,10	0.1	0.2

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUF - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

Tolueno (NA)

Tabela 33 – Resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A42 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	3.0	<0,10	0.3	0.6	0.2	<0,10	0.2
2	4.9	<0,10	0.2	0.8	0.1	<0,10	0.2
3	6.4	0.1	0.1	0.4	0.1	<0,10	0.2
4	7.3	0.1	0.1	0.3	0.1	<0,10	0.3
5	5.5	<0,10	<0,10	0.3	0.1	<0,10	0.2
6	5.1	<0,10	<0,10	0.2	0.1	<0,10	0.2
7	4.5	<0,10	<0,10	0.2	0.1	<0,10	0.4
8	3.1	0.1	<0,10	0.2	0.1	<0,10	0.3
9	3.3	0.2	0.1	0.2	0.1	<0,10	1.2
10	2.7	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	1.5
11	1.3	1.0	1.3	0.6	0.1	0.4	4.6
12	0.8	1.1	1.3	0.4	0.1	1.6	5.4
13	0.6	0.8	1.1	0.3	<0,10	1.3	5.2
14	0.2	0.4	0.6	0.2	<0,10	<0,10	1.5
15	<0,10	0.4	0.5	0.2	<0,10	0.2	0.6
16	<0,10	0.6	0.7	0.2	<0,10	0.5	1.1
17	<0,10	0.9	0.8	0.3	<0,10	0.9	1.5
18	0.1	0.8	0.9	0.3	<0,10	1.2	0.5
19	0.2	1.0	1.6	0.4	<0,10	0.7	0.3
20	0.1	1.1	2.2	0.4	<0,10	0.5	1.7
21	0.1	0.9	1.5	0.3	<0,10	1.0	1.5
22	0.1	0.7	0.7	0.2	<0,10	0.4	1.7
23	<0,10	0.4	0.5	0.2	0.2	1.0	3.9
24	<0,10	0.3	0.8	0.2	<0,10	0.6	4.8

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUF - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

Xilenos (NA)

Tabela 34 – Resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	2.7	<0,10	0.3	0.5	0.2	<0,10	0.2
2	4.6	0.2	0.3	0.5	0.2	<0,10	0.2
3	6.2	0.1	0.2	0.4	0.2	<0,10	0.2
4	6.9	0.1	0.2	0.3	0.2	<0,10	0.2
5	4.1	0.1	<0,10	0.3	0.1	<0,10	0.2
6	3.7	0.1	<0,10	0.3	0.1	<0,10	0.1
7	3.2	0.1	<0,10	0.2	0.1	<0,10	0.3
8	2.3	0.1	0.1	0.2	0.1	<0,10	0.3
9	2.2	0.2	0.1	0.2	0.1	<0,10	0.8
10	2.0	0.2	0.2	0.3	0.1	<0,10	0.5
11	1.5	0.4	0.5	0.3	0.1	0.1	1.8
12	1.0	0.5	0.6	0.3	0.1	0.7	2.1
13	0.9	0.5	0.6	0.3	0.1	0.7	2.1
14	0.2	0.4	0.4	0.2	<0,10	0.1	0.6
15	<0,10	0.3	0.3	0.2	<0,10	0.1	0.4
16	<0,10	0.4	0.4	0.2	<0,10	0.3	0.5
17	<0,10	0.5	0.4	0.3	<0,10	0.5	2.0
18	0.1	0.5	0.5	0.3	<0,10	0.6	0.4
19	0.1	0.6	0.7	0.3	<0,10	0.4	0.2
20	0.1	0.7	1.1	0.3	<0,10	0.3	4.2
21	0.1	0.6	0.9	0.3	<0,10	0.7	4.5
22	<0,10	0.5	0.6	0.2	<0,10	0.3	1.0
23	<0,10	0.4	0.5	0.2	0.2	0.8	3.2
24	<0,10	0.3	0.5	0.3	<0,10	0.5	5.6

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUF - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

Volume de Tráfego

Tabela 35 – Resultados de Volume de Tráfego (nº. de veículos) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	1	2	3	4	5	6	7
Hora	ug/m ³						
1	288	104	147	313	368	111	107
2	245	66	88	200	324	71	62
3	175	70	82	150	228	66	65
4	151	76	71	140	160	103	80
5	132	157	164	165	150	137	139
6	178	470	376	317	172	454	402
7	328	2048	1926	759	306	1898	1974
8	547	2268	2282	1058	341	2227	2308
9	810	1819	1865	1065	528	1844	1885
10	941	1493	1505	1026	679	1500	1537
11	1031	1429	1417	1057	844	1382	1277
12	922	1203	1303	1066	853	1268	1206
13	854	1340	1350	1070	801	1468	1381
14	1244	1599	1712	1300	1598	1761	1433
15	1342	1628	1684	1381	2109	1807	1365
16	1241	1751	1853	1415	1866	1912	1470
17	1400	2137	2197	1591	1982	2223	1703
18	1398	2325	2285	1362	1783	2440	1887
19	1031	1800	1981	1220	1371	1874	2195
20	686	1088	1494	988	1022	1104	1236
21	558	657	969	872	886	685	708
22	631	574	719	806	781	515	575
23	399	474	665	740	532	486	433
24	544	226	311	515	651	249	253

VERF – Valor Horário Inválido devido à realização de procedimento de verificação da Resposta do Analisador.

ENRG - Valor Horário Inválido devido a falha de fornecimento de energia eléctrica.

EQUF - Valor Horário Inválido devido a problema operacional no equipamento.

ANEXO II – GRÁFICOS DE RESULTADOS

Dióxido de Enxofre (A)

Relativamente ao SO₂ não serão apresentados os gráficos de variação horária e diária, dado que os resultados obtidos para este parâmetro foram inferiores ao Limite de Quantificação Inferior (27µg/m³).

Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A)

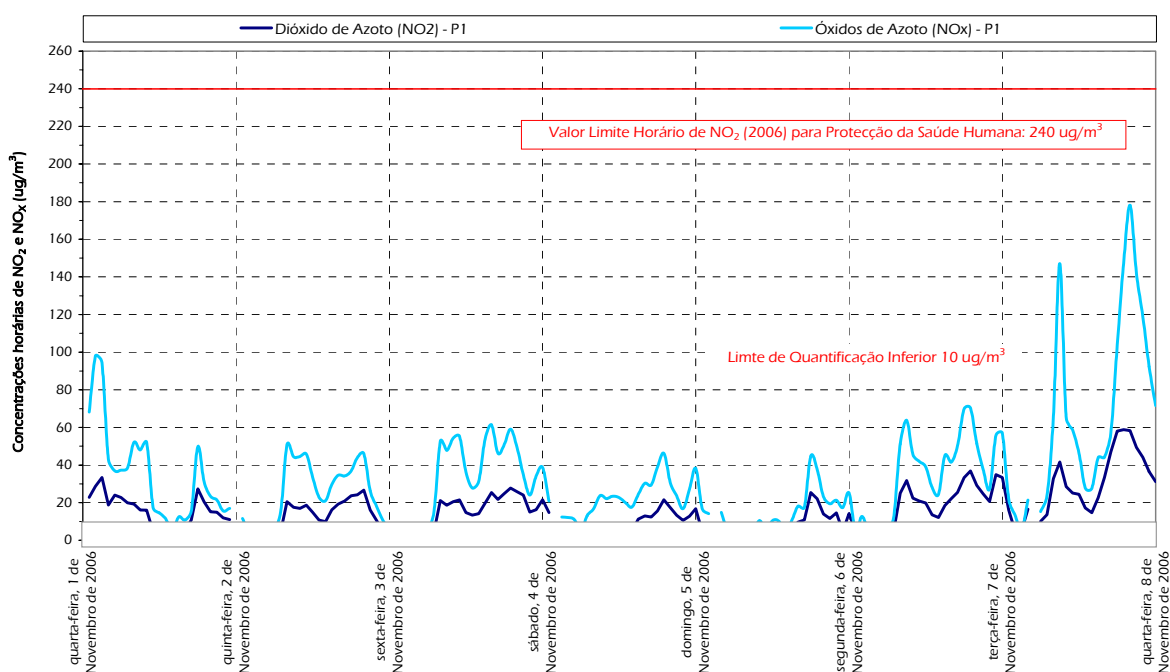


Figura 11 – Gráfico representativo dos resultados horários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.

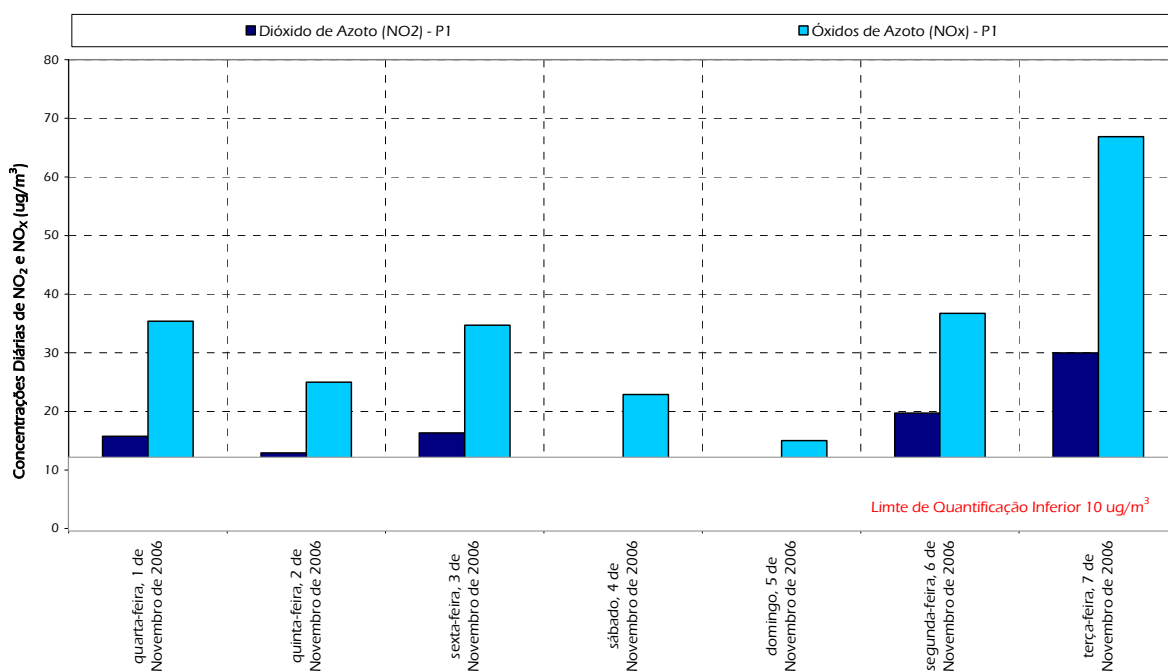


Figura 12 – Gráfico representativo dos resultados diários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.

Monóxido de Carbono (A)

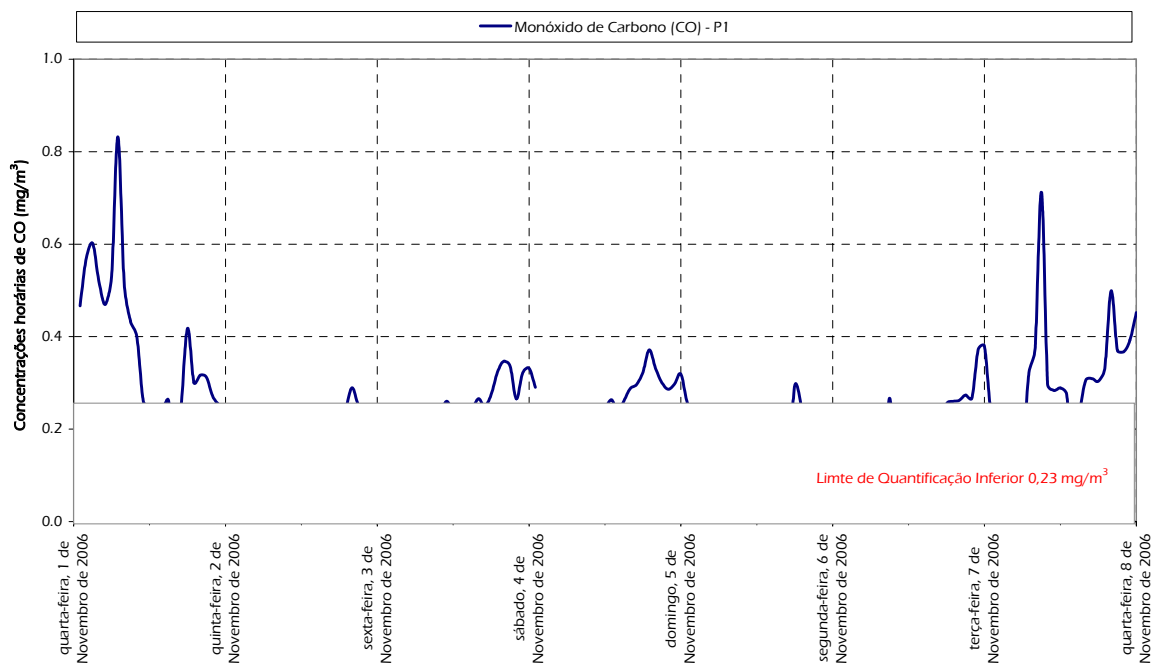


Figura 13 – Gráfico representativo dos resultados horários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.

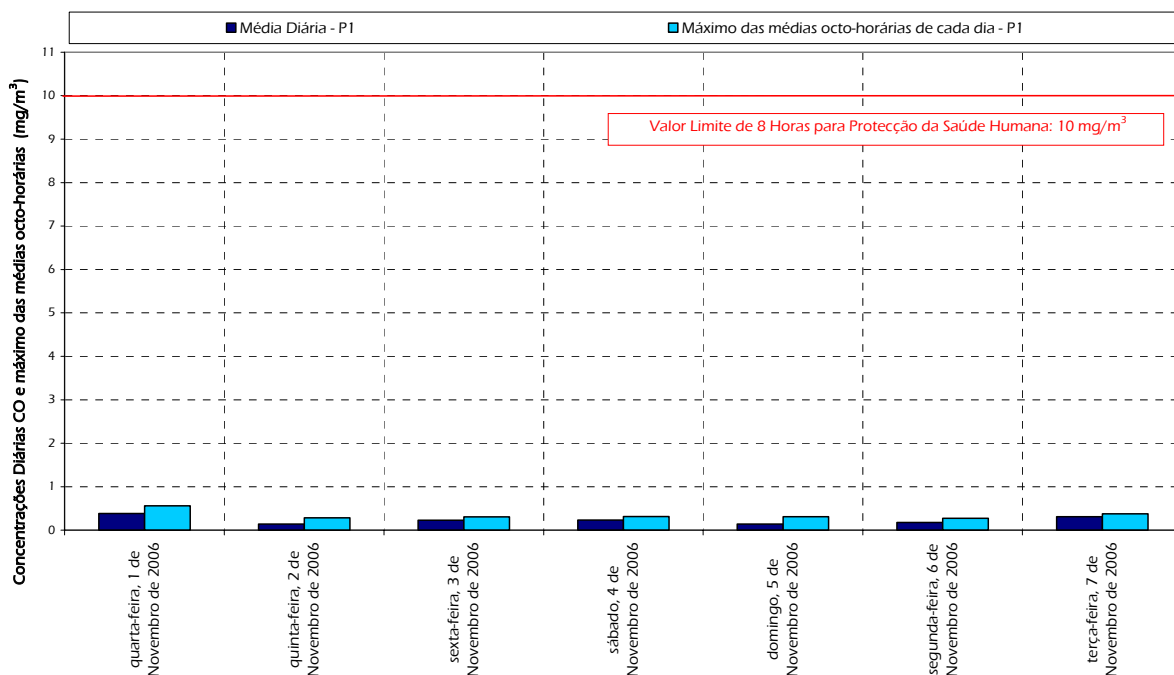


Figura 14 – Gráfico representativo dos resultados máximos octo-horários e diários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.

Partículas PM₁₀ e PTS (A)

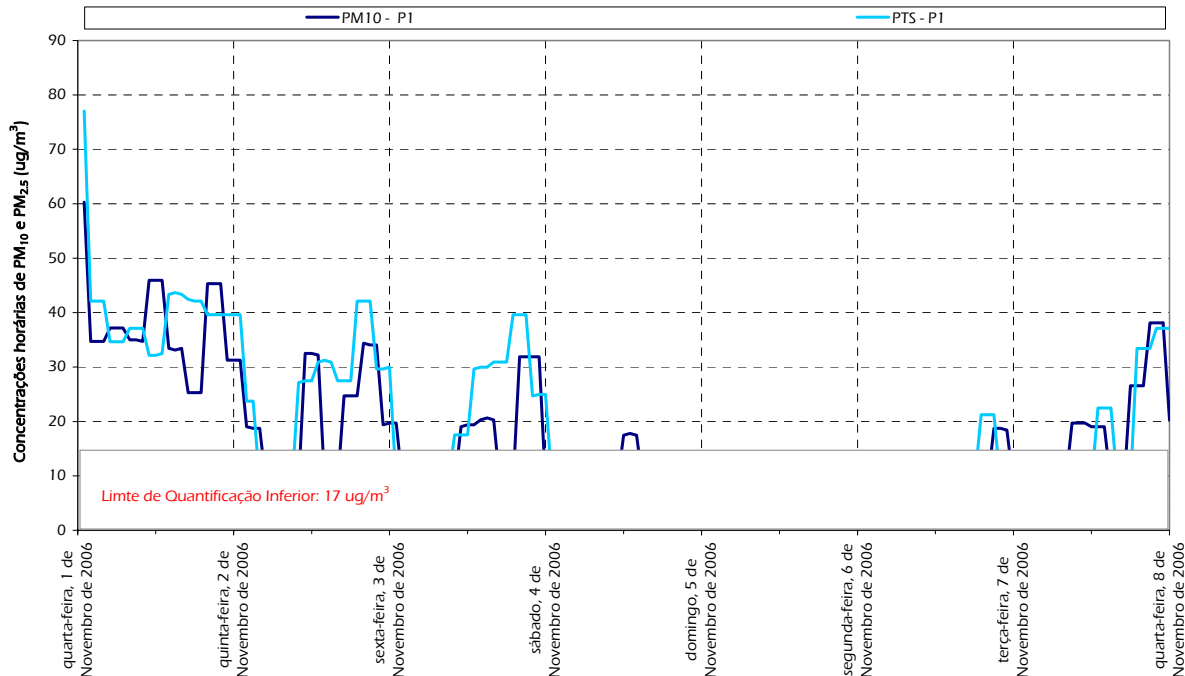


Figura 15 – Gráfico representativo dos resultados horários de PM₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.

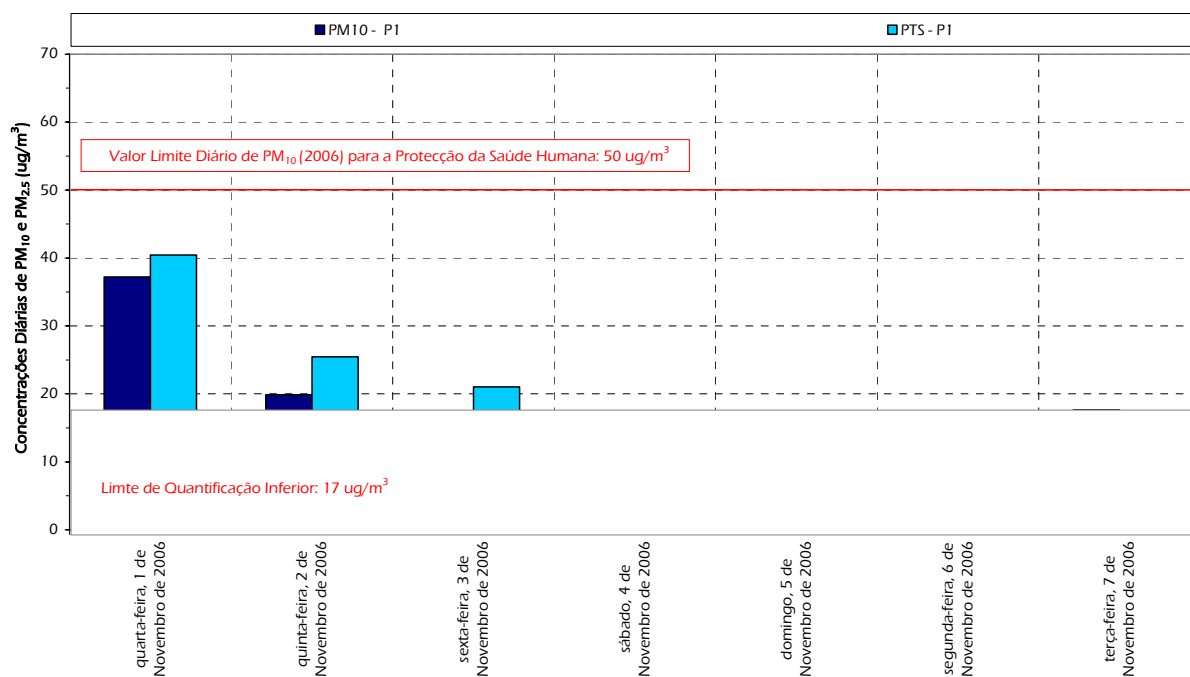


Figura 16 – Gráfico representativo dos resultados diários de PM₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.

Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA)

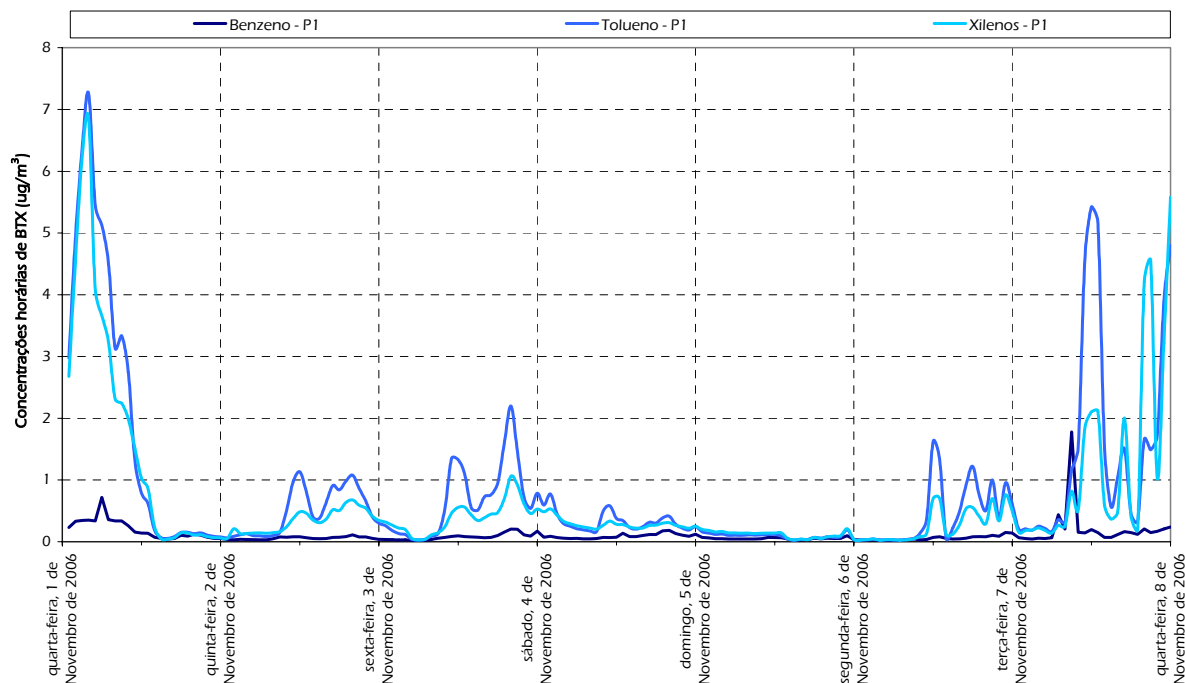


Figura 17 – Gráfico representativo dos resultados horários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.

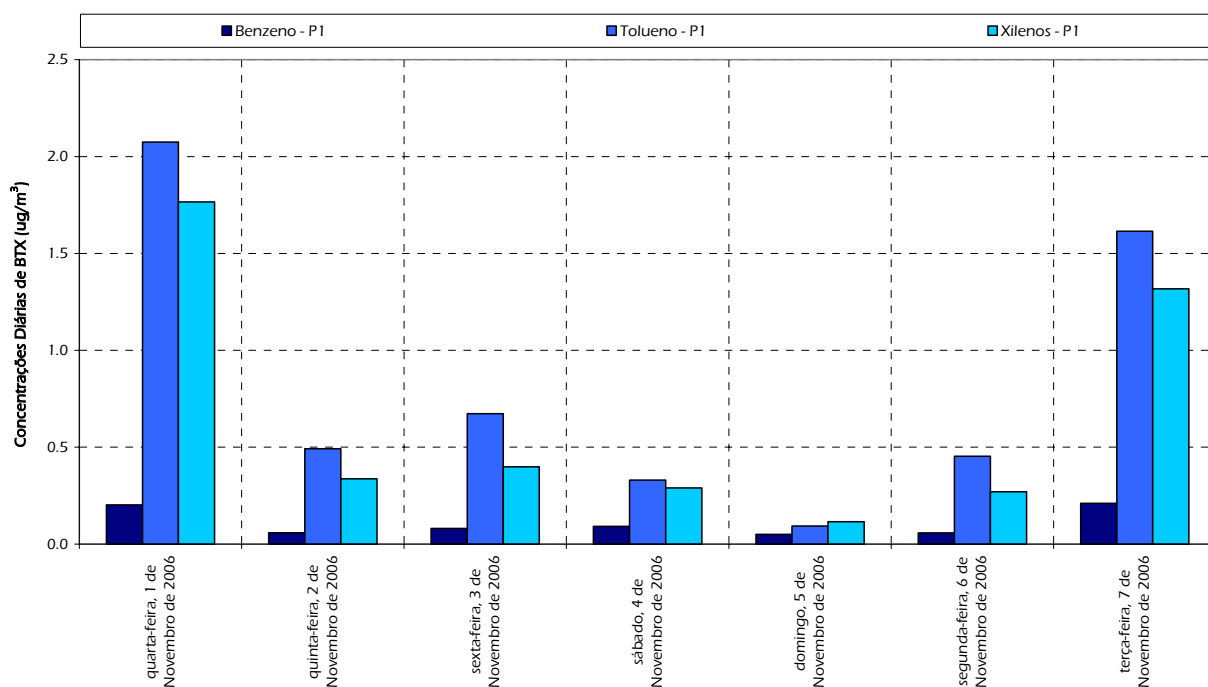


Figura 18 – Gráfico representativo dos resultados diários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.

ANEXO III – GRÁFICOS DE RESULTADOS METEOROLÓGICOS

Radiação Solar e Quantidade de Precipitação

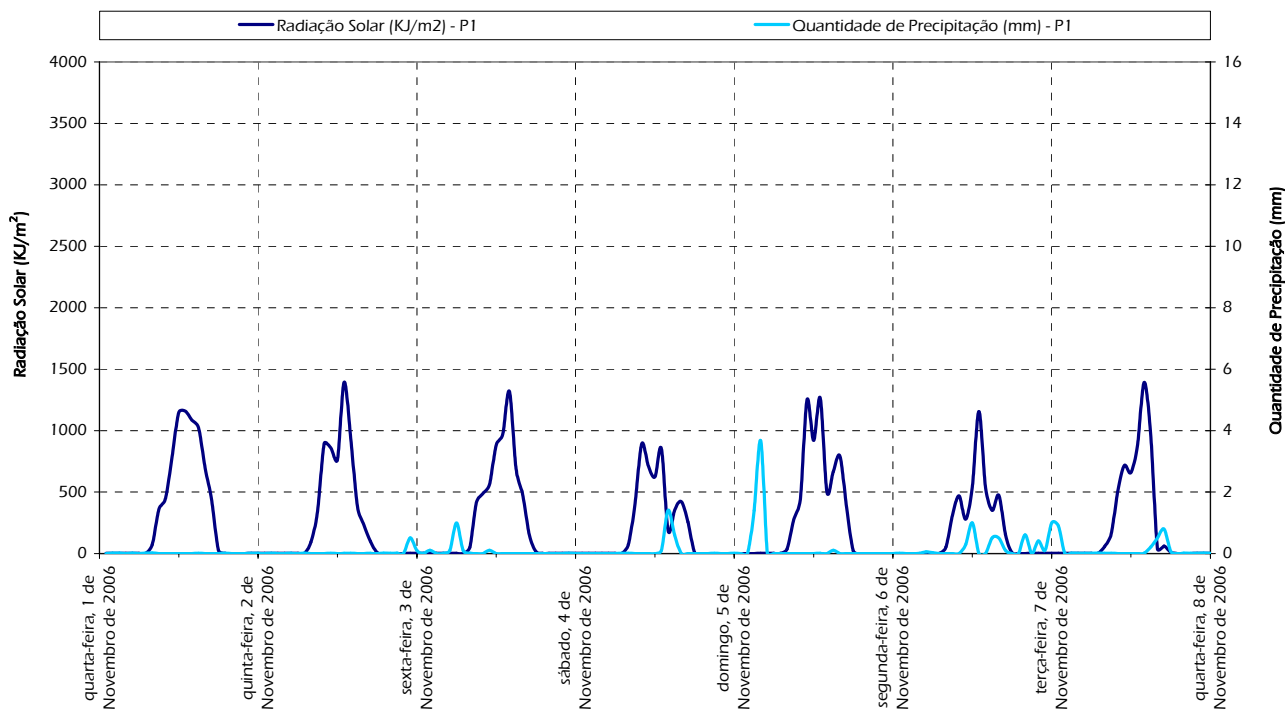


Figura 19 – Variação temporal das médias horárias de radiação solar e de quantidade de precipitação durante as medições ocorridas no Ponto P1.

Temperatura do Ar e Humidade Relativa

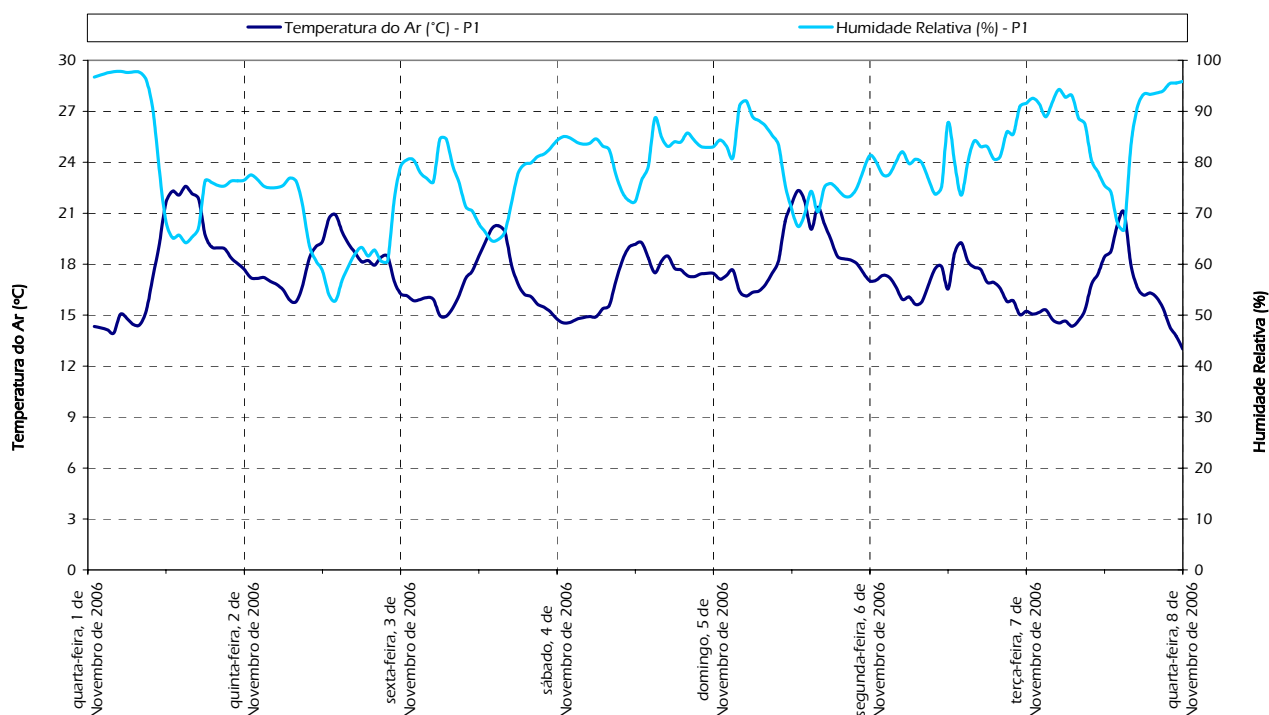


Figura 20 – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar e humidade relativa durante as medições ocorridas no Ponto P1.

Velocidade e Direcção do Vento

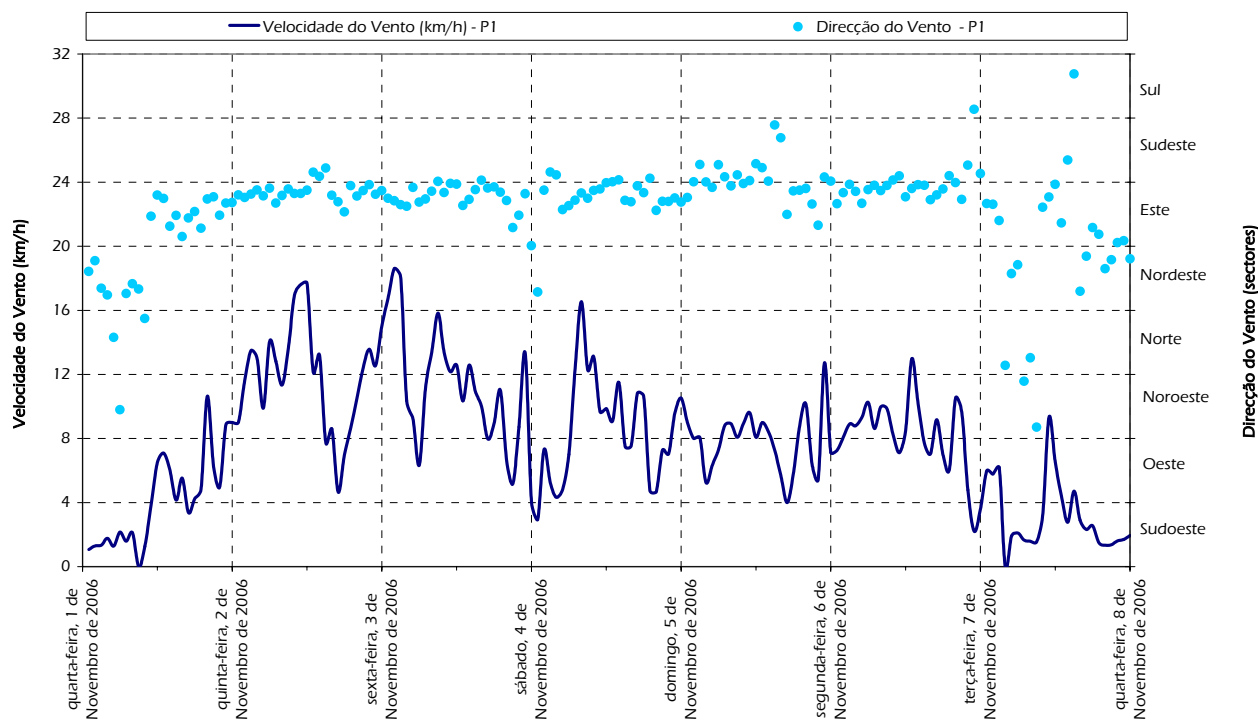


Figura 21 – Variação temporal das médias horárias de direcção e velocidade do vento durante as medições ocorridas no Ponto P1.

Rosas dos Ventos

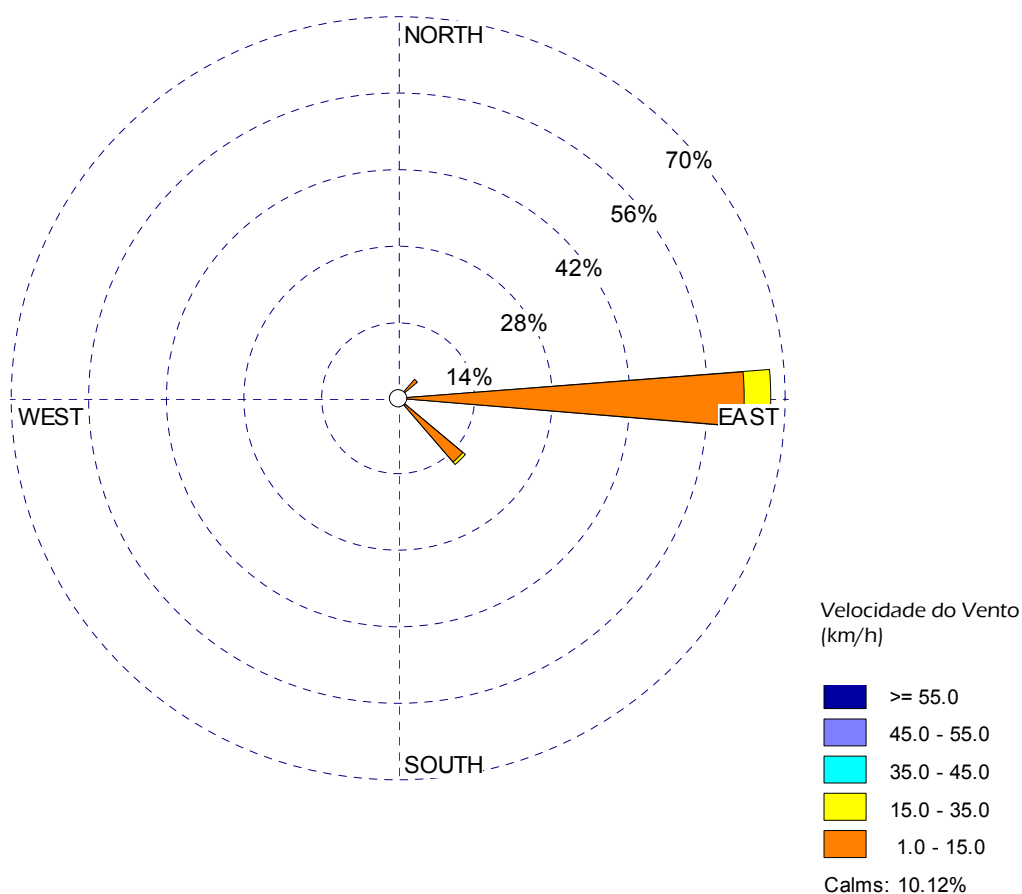


Figura 22 – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento ocorridas no Ponto P1.

ANEXO IV – MÉTODOS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO

Analizador de Óxidos de Azoto (NO , NO_2 e NO_x) Horiba® APNA – 360

O analisador de óxidos de azoto baseia o seu método de medição na oxidação do óxido de azoto (NO) a dióxido de azoto (NO_2), através da reacção com o ozono (O_3). Parte do NO_2 gerado está num estado de energia excitado e emite luz quando volta ao seu estado de energia normal. A este fenómeno é denominado quimiluminescência. A reacção do NO com o O_3 é bastante rápida, sem quase nenhuma interferência de outros gases. Se o NO está presente em baixas concentrações, a quantidade de luminescência é proporcional à sua concentração. A medição das concentrações de NO baseada nesta reacção é conhecido como o método de quimiluminescência.

Depois do sistema de filtração, o analisador separa a amostra gasosa em duas partes. Num dos percursos, o NO_2 presente na corrente gasosa é reduzido a NO através de um dispositivo de conversão de NO_x e essa corrente gasosa da amostra é usada para a medição de NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$). No outro percurso, o fluxo gasoso não sofre qualquer transformação, sendo o NO o único parâmetro medido através deste percurso.

Estes dois fluxos gasosos, juntamente com o fluxo de gás de referência, são alternadamente conduzidos à câmara de reacção por válvulas solenóides cada 0,5 segundos.

Por outro lado, o ar ambiente presente dentro do analisador é sugado separadamente através de um filtro, depois de ser desumidificado por um sistema auto-regenerador de sílica gel, é introduzido num gerador de ozono e de seguida introduzido na câmara de reacção.

Analizador de Monóxido de Carbono (CO) Horiba® APMA –360

O analisador de CO baseia o seu método de medição na propriedade que as moléculas têm para absorver radiação infravermelha. Neste método de análise, a amostra gasosa, depois de ter sido previamente filtrada, é conduzida a um dispositivo que tem como finalidade nivelar a humidade a um valor fixo, para que variações de concentração de humidade presente na amostra gasosa não interfiram do sistema de detecção. O instrumento de análise utiliza uma válvula solenoide operando a uma frequência de 1 Hz, que conduz alternadamente a amostra gasosa e ar isento de CO para a célula de medição.

Quando o ar ambiente contendo CO atravessa a célula de medição, este composto absorve uma parte da radiação infravermelha, havendo uma queda de transmissão luminosa, proporcional à concentração de CO no gás de amostra.

Analizador de Dióxido de Enxofre (SO₂) Horiba® APSA –360

O analisador de SO₂ baseia o seu método de medição na propriedade que as moléculas têm para emitir uma luz fluorescente, quando são sujeitas a uma radiação com um determinado comprimento de onda. Neste método de análise, a amostra gasosa, depois de ter sido previamente filtrada, é conduzida a um dispositivo que remove os hidrocarbonetos presentes na amostra, para que estes não interfiram no processo de detecção. Seguidamente a amostra gasosa é conduzida para a célula de medição.

A amostra gasosa que entra na célula de medição, é exposta a uma radiação ultravioleta (220 nm a 10Hz) proveniente de uma lâmpada de Xénon, provocando a excitação das moléculas de SO₂. Estas, ao decaírem para o seu estado de energia primordial, emitem uma luz de diferentes comprimentos de onda, desde 240 a 420 nm com um pico característico de 320 nm. A primeira é referida como radiação de excitação e a última é denominada como luz fluorescente. Um detector de luz fotomultiplicador faz a medição da intensidade de radiação fluorescente emitida pelas moléculas excitadas de SO₂. O sinal do sistema de detecção é proporcional à diferença de luz fluorescente detectada alternadamente quando a lâmpada de Xénon emite e não emite radiação ultravioleta.

Monitor de Partículas PM₁₀ Verewa® F-701

Neste método de medição, o ar é sugado por uma cabeça de amostragem que elimina da corrente gasosa as partículas com um diâmetro aerodinâmico equivalente superior a 10 µm. De seguida o fluxo gasoso é conduzido por um rolo de filtro de fibra de vidro, enquanto que o caudal volumétrico do ar amostrado é registado pelo monitor. As partículas com um diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 10 µm (PM₁₀) são colhidas na superfície do filtro e medidas radiometricamente. A medição radiométrica é realizada utilizando para o efeito uma fonte de radiação β (C-14) e um contador Geiger-Müller.

O princípio de medição na determinação de massa de partículas baseia-se no facto de a radiação β ser absorvida quando passa através de qualquer tipo de matéria. Neste método de medição, a intensidade da radiação é medida após a passagem desta pelo filtro limpo antes de ser utilizado na amostragem. Depois da amostragem das partículas, a radiação que passa pelo filtro é novamente medida.

A relação entre as duas intensidades de radiação é correlacionada com a espessura da película de partículas depositadas no filtro, assumindo que esta está homogeneamente distribuída na superfície do filtro. Desta forma consegue-se obter uma medição da massa absoluta das partículas depositadas no filtro, que dividida pelo volume de ar amostrado resulta na obtenção da concentração de partículas PM_{10} presentes no ar ambiente.

Monitor de Partículas PTS Verewa® F-701

O sistema de medição de partículas totais em suspensão é idêntico ao descrito para o PM_{10} , sendo a única diferença, tal como o nome indica, a utilização de uma cabeça de amostragem que capta todas as partículas em suspensão na atmosfera.

Analizador de Benzeno, Tolueno e Xilenos (BTX) Syntech Spectras® GC955

O analisador de BTX tem como fundamento de medição a cromatografia gasosa de alta resolução acoplada a um sistema de injeção por desadsorção térmica. Neste sistema de medição, o ar é sugado por uma bomba de pistão permitindo, que desta forma, o fluxo gasoso passe por um tubo de adsorção aço-inox cheio de um polímero específico que tem a capacidade de reter os compostos aromáticos que se pretendem medir. Paralelamente, é registado pelo analisador o volume de ar amostrado. Após o término do tempo de amostragem, a troca de posição de uma válvula de dez vias de duas posições, permite a passagem do gás de arrasto do cromatógrafo gasoso pelo tubo de adsorção. Ao mesmo tempo, o tubo é aquecido instantaneamente, promovendo desta forma a desadsorção e injeção dos compostos aromáticos do tubo de aço-inox para dentro da coluna cromatográfica onde estes são separados. O sistema de detecção no final da coluna é constituído por um detector de fotoionização que à saída de cada composto produz um pico cuja área é proporcional à massa de composto adsorvida no tubo para um dado volume de ar amostrado. As concentrações de xilenos são o resultado da soma das concentrações individuais de cada um dos três isómeros (para-xileno, meta-xileno e orto-xileno).

Amostrador de Chumbo Verewa® F-701

O monitor de partículas PM_{10} foi utilizado, paralelamente com a determinação das concentrações de PM_{10} , como amostrador para posterior análise de Chumbo. As partículas ficam retidas numa fita de filtro de fibra de vidro purificado, correspondendo cada amostragem sequencial a um período de amostragem de duas horas. Após cada uma das amostragens, a amostra é coberta por uma membrana de forma a preservar a sua integridade. Desta forma obtêm-se, para cada dia, doze amostragens de partículas que serão analisadas em laboratório com uma única amostra. A massa de chumbo presente nas doze amostragens realizadas durante um dia de medições é dividida pelo volume total de ar amostrado durante as vinte e quatro horas. A extracção das amostras é realizada pelo método da US EPA IO-3.1 – Selection, Preparation and Extraction of Filter Material (Compendium of Methods for the Determination of Inorganic Compounds in Ambient Air - USEPA). A análise foi realizada por Espectrometria de ICP.

Amostrador de HAPs

O amostrador de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos é constituído por um equipamento que permite a recolha de partículas atmosféricas num filtro de fibra de vidro purificado. Para tal, o equipamento é constituído por um porta filtros, um contador de gás seco, e uma bomba de secção, permitindo desta forma a passagem pelo filtro de uma quantidade de volume de ar preciso para um período de amostragem igualmente definido. Para cada período de medição realizado em cada um dos locais foram efectuadas duas amostragens com a duração de uma semana cada. De forma a evitar que o filtro colmate, a amostragem semanal foi realizada de forma composta, sendo a amostra recolhida durante 15 minutos por cada 45 minutos.

Os filtros depois de amostrados são analisados em laboratório segundo a Norma Alemã VDI 2463, com recurso a cromatografia de alta resolução e detecção por espectroscopia de massa.

ANEXO V – ENQUADRAMENTO ESPACIAL DO LOCAL DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO



Figura 23 – Enquadramento Espacial do Ponto 1 (IC24 (A41) Alfena).

ANEXO VI – ESBOÇO COROGRÁFICO