

RELATÓRIO DE ENSAIO



MONITORIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR DA CONCESSÃO GRANDE PORTO

Relatório Final

REL.026-2007/03/28

ECOVISAO - Tecnologias do Meio Ambiente, LDA

MARÇO 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 28-03-2007 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 1 de 94

REL26-2007/03/28

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

N.º Relatório: REL026-2007/03/28

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: 28/03/2007

Realização dos Ensaios

Local de Medição e Período de Medição:

Campanha de Verão

- Sub-lanço 1 (1 ponto)- IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte – lote 9: km 1+725) – 26/06 a 12/07/2006
- Sublanço 2 (1 ponto)– IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte – lote 9: km 9+375) – 26/06 a 11/07/2006

Campanha de Outono

- Sublanço1 (1 ponto) – IC24 (A41) Alfena – lote 4: km16+750 – 31/10 a 14/11/2006
- Sublanço 2 (1 ponto) – IC24 (A42) Lordelo – lote 5: km 2+000 – 31/10 a 14/11/2006

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

Relatório elaborado em 28-03-2007 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 94

REL26-2007/03/28

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	10
2	GLOSSÁRIO	12
3	METODOLOGIA	13
3.1	LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO.....	13
3.1.1	Amostragem Passiva	13
3.1.2	Medições em Contínuo	16
3.2	ENSAIO / NORMA DE REFERÊNCIA / MÉTODO	18
3.2.1	Amostragem Passiva	18
3.2.2	Medições em Contínuo	18
3.3	POLUENTES EM ESTUDO	20
3.3.1	Óxidos de Azoto.....	20
3.3.2	Monóxido de Carbono.....	20
3.3.3	Dióxido de Enxofre.....	21
3.3.4	Partículas em Suspensão (PTS e PM ₁₀)	22
3.3.5	Benzeno, Tolueno e Xilenos	23
3.3.6	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos	23
3.3.7	Chumbo (Pb)	23
3.4	EQUIPAMENTO UTILIZADO	24
3.4.1	Amostragem Passiva	24
3.4.2	Medições em Contínuo	25
3.5	METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS	26
3.5.1	Amostragem Passiva	26
3.5.2	Medições em Contínuo	26
3.6	DESVIOS AO FUNCIONAMENTO NORMAL	28
4	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	29
4.1	AMOSTRAGEM PASSIVA	29
4.1.1	Dióxido de Azoto (NA)	29
4.2	MEDIÇÕES EM CONTÍNUO – 2ª campanha de medição.....	30
4.2.1	Dióxido de Enxofre (A)	31
4.2.2	Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A)	31
4.2.3	Monóxido de Carbono (A)	32
4.2.4	Partículas PM ₁₀ e PTS (A)	32
4.2.5	Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA)	33
4.2.6	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) (NA)	33

Relatório elaborado em 28-03-2007 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 94

MSL.0228/02

REL26-2007/03/28

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



4.2.7	Chumbo (NA).....	34
5	DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	35
5.1	ANÁLISE DA VARIABILIDADE ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES DE NO ₂ OBTIDAS POR AMOSTRAGEM PASSIVA.....	35
5.2	CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA - 2ª CAMPANHA DE MEDIÇÃO	39
5.3	INFORMAÇÃO DE TRÁFEGO.....	40
5.4	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS FACE À LEGISLAÇÃO NACIONAL	42
5.5	CICLO DE VARIAÇÃO MÉDIA DIÁRIA E COMPARAÇÃO ENTRE LOCAIS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO.....	44
5.5.1	Dióxido de Enxofre.....	44
5.5.2	Dióxido de Azoto e Óxidos de Azoto	45
5.5.3	Monóxido de Carbono.....	47
5.5.4	Partículas PM ₁₀ e PTS	48
5.5.5	Benzeno, Tolueno e Xilenos	50
5.6	CONCENTRAÇÕES ATMOSFÉRICAS DURANTE FIM-DE-SEMANA E SEMANA ÚTIL DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO	52
5.7	ANÁLISE DE CORRELAÇÕES DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO	54
5.8	RELAÇÃO DOS RESULTADOS DAS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO COM AS CARACTERÍSTICAS DO PROJECTO E DA ENVOLVENTE.....	55
5.9	APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR ÀS MEDIÇÕES EM CONTÍNUO.....	58
6	CONCLUSÕES	60
6.1	Medições em Contínuo	60
6.2	Amostragem Passiva.....	62
6.3	Síntese.....	63
	ANEXO I – TABELAS DE RESULTADOS	64
	Dióxido de Enxofre (A)	64
	Dióxido de Azoto (A).....	65
	Óxidos de Azoto (A)	66
	Monóxido de Carbono (A)	67
	PM ₁₀ (A)	68
	PTS (A) 69	
	Benzeno (NA)	70
	Tolueno (NA)	71
	Xilenos (NA)	72
	Volume de Tráfego	73
	ANEXO II – GRÁFICOS DE RESULTADOS	74

Dióxido de Enxofre (A)	74
Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A)	74
Monóxido de Carbono (A)	76
Partículas PM ₁₀ e PTS (A)	78
Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA).....	80
ANEXO III – GRÁFICOS DE RESULTADOS METEOROLÓGICOS	83
Radiação Solar e Quantidade de Precipitação	83
Temperatura do Ar e Humidade Relativa	84
Velocidade e Direcção do Vento.....	86
Rosas dos Ventos.....	87
ANEXO IV – MÉTODOS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO	89
Analizador de Óxidos de Azoto (NO, NO ₂ e NO _x) Horiba® APNA – 360	89
Analizador de Monóxido de Carbono (CO) Horiba® APMA –360.....	89
Analizador de Dióxido de Enxofre (SO ₂) Horiba® APSA –360	90
Monitor de Partículas PM ₁₀ Verewa® F-701	90
Monitor de Partículas PTS Verewa® F-701	91
Analizador de Benzeno, Tolueno e Xilenos (BTX) Syntech Spectras® GC955	91
Amostrador de Chumbo Verewa® F-701	92
Amostrador de HAPs.....	92
ANEXO V – ENQUADRAMENTO ESPACIAL DOS LOCAIS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO.....	93

ÍNDICE DE GRÁFICOS E TABELAS

Índice de Gráficos

Figura 1 – Distribuição espacial das zonas de amostragem no IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte, lote 9).....	15
Figura 2 – Distribuição espacial das zonas de amostragem IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte, lotes 4 e 5).....	15
Figura 3 – Perspectiva da estação móvel de qualidade do ar durante as medições realizadas em P1 – IC24 (A41) Alfena.	17
Figura 4 – Perspectiva da estação móvel de qualidade do ar durante as medições realizadas em P2 – IC24 (A42) Lordelo.	17
Figura 5 – Vista esquemática de um amostrador passivo.	24
Figura 6 – Valores médios de NO ₂ por distância ao eixo da via no IC24 Alfena/ Nó de EN 106.....	36
Figura 7 – Distribuição dos valores de NO ₂ medidos por amostragem passiva no IC24 Alfena/ Nó de EN 106: Campanha de Verão.	37
Figura 8 – Distribuição dos valores de NO ₂ medidos por amostragem passiva no IC24 Alfena/ Nó de EN 106: Campanha de Outono.....	38
Figura 9 – Perfil de variação horário dos valores totais horários para o período de campanha em cada um dos troços adjacentes ao respectivo local de medição.....	41
Figura 10 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO ₂ verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.....	45
Figura 11 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO _x verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.....	46
Figura 12 – Evolução média da variação horária das concentrações de CO verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.....	47
Figura 13 – Evolução média da variação horária das concentrações de PM ₁₀ verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.....	48
Figura 14 – Evolução média da variação horária das concentrações de PTS verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.....	49
Figura 15 – Evolução média da variação horária das concentrações de benzeno verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.	50
Figura 16 – Evolução média da variação horária das concentrações de Tolueno verificadas nas medições realizadas nos três pontos de medição.	51
Figura 17 – Evolução média da variação horária das concentrações de Xilenos verificadas nas medições realizadas nos três pontos de medição.	51
Figura 18 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante os 7 dias completos de medições realizadas em P1 – A41 Alfena.	59
Figura 19 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante os 7 dias completos de medições realizadas em P2 – A42 Lordelo.	59
Figura 22 – Gráfico representativo dos resultados horários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.	74
Figura 23 – Gráfico representativo dos resultados horários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P2.	75
Figura 24 – Gráfico representativo dos resultados diários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.	75
Figura 25 – Gráfico representativo dos resultados diários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P2.	76
Figura 26 – Gráfico representativo dos resultados horários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.....	76
Figura 27 – Gráfico representativo dos resultados horários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P2.....	77
Figura 28 – Gráfico representativo dos resultados máximos octo-horários e diários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.	77
Figura 29 – Gráfico representativo dos resultados máximos octo-horários e diários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P2.	78
Figura 30 – Gráfico representativo dos resultados horários de PM ₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.....	78
Figura 31 – Gráfico representativo dos resultados horários de PM ₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P2.....	79
Figura 32 – Gráfico representativo dos resultados diários de PM ₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.....	79
Figura 33 – Gráfico representativo dos resultados diários de PM ₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P2.....	80
Figura 34 – Gráfico representativo dos resultados horários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.....	80
Figura 35 – Gráfico representativo dos resultados horários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P2.....	81
Figura 36 – Gráfico representativo dos resultados diários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.....	81

Relatório elaborado em 28-03-2007 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 94

REL26-2007/03/28

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

Figura 37 – Gráfico representativo dos resultados diários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P2.....	82
Figura 38 – Variação temporal das médias horárias de radiação solar e de quantidade de precipitação durante as medições ocorridas no Ponto P1.	83
Figura 39 – Variação temporal das médias horárias de radiação solar e de quantidade de precipitação durante as medições ocorridas no Ponto P2.	84
Figura 40 – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar e humidade relativa durante as medições ocorridas no Ponto P1.	84
Figura 41 – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar e humidade relativa durante as medições ocorridas no Ponto P2.	85
Figura 42 – Variação temporal das médias horárias de direcção e velocidade do vento durante as medições ocorridas no Ponto P1.	86
Figura 43 – Variação temporal das médias horárias de direcção e velocidade do vento durante as medições ocorridas no Ponto P2.	86
Figura 44 – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento ocorridas no Ponto P1.	87
Figura 45 – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento ocorridas no Ponto P2.	88
Figura 44 – Enquadramento Espacial do Ponto 1 (IC24 (A41) Alfena).	93
Figura 45 – Enquadramento Espacial do Ponto 2 (IC24 (A42) Lordelo).	94

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Informação dos locais e períodos de amostragem passiva na campanha de Verão.....	13
Tabela 2 – Informação dos locais e períodos de amostragem passiva na campanha de Outono	13
Tabela 3 – Localização dos pontos de medição	16
Tabela 4 – Parâmetros ensaiados por Amostragem Passiva, norma de referência e método usado na campanha de Verão	18
Tabela 5 – Parâmetros ensaiados por Amostragem Passiva, norma de referência e método usado na campanha de Outono.....	18
Tabela 6 – Ensaios realizados, norma de referência e método usado.....	18
Tabela 7 – Datas de Ensaios por ponto de medição	19
Tabela 8 – 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	27
Tabela 9 – Resultados das medições por amostragem passiva na concessão Grande Porto – campanha de Verão	29
Tabela 10 – Resultados das medições por amostragem passiva na concessão Grande Porto – campanha de Outono	30
Tabela 11 – Resumo dos resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição	31
Tabela 12 – Resumo dos resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição	31
Tabela 13 – Resumo dos resultados de Óxidos de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição	32
Tabela 14 – Resumo dos resultados de Monóxido de Carbono (mg/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição	32
Tabela 15 – Resumo dos resultados de Partículas PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição	32
Tabela 16 – Resumo dos resultados de Partículas PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição	32
Tabela 17 – Resumo dos resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição.....	33
Tabela 18 – Resumo dos resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição.....	33
Tabela 19 – Resumo dos resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição.....	33
Tabela 20 – Resumo dos resultados de HAPs (ng/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição	33
Tabela 21 – Resumo dos resultados de chumbo (ng/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição	34
Tabela 22 – Resumo das condições meteorológicas registadas por ponto de medição durante a 2ª campanha de medição – Outono de 2006.....	39
Tabela 23 – Resumo do volume de tráfego total nos respectivos troços de auto-estrada durante cada um dos períodos de medição	40
Tabela 24 – Resumo da legislação em vigor para os diversos parâmetros em estudo e comparação com os respectivos valores medidos	42
Tabela 25 – Valores de concentração médios de fim-de-semana vs semana útil observados nos pontos de medição	53
Tabela 26 – Apresentação dos valores de correlação entre os valores de concentração horários dos diversos poluentes nas medições realizadas em P1 – A41 Alfena	54
Tabela 27 – Apresentação dos valores de correlação entre os valores de concentração horários dos diversos poluentes nas medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	55
Tabela 29 – 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 – IC24 (A42) Alfena.....	56
Tabela 30 – 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 – IC24 (A42) Lordelo.....	57

Relatório elaborado em 28-03-2007 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 8 de 94

MSL.0228/02

REL26-2007/03/28

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

Tabela 31 – Classificação do índice de qualidade do ar relativa aos valores de concentração obtidos nos dois pontos de medição	58
Tabela 32 – Apresentação dos parâmetros responsáveis pela classificação do índice de qualidade do ar relativa aos valores de concentração obtidos nos dois pontos de medição	58
Tabela 34 – Resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	64
Tabela 35 – Resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – Lordelo	64
Tabela 36 – Resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	65
Tabela 37 – Resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	65
Tabela 38 – Resultados de Óxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	66
Tabela 39 – Resultados de Óxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	66
Tabela 40 – Resultados de Monóxido de Carbono (mg/m^3) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	67
Tabela 41 – Resultados de Monóxido de Carbono (mg/m^3) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	67
Tabela 42 – Resultados de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	68
Tabela 43 – Resultados de PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	68
Tabela 44 – Resultados de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	69
Tabela 45 – Resultados de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A41 Lordelo	69
Tabela 46 – Resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	70
Tabela 47 – Resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	70
Tabela 48 – Resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A42 Alfena	71
Tabela 49 – Resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	71
Tabela 50 – Resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena	72
Tabela 51 – Resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	72
Tabela 50 – Resultados de Volume de Tráfego (nº. de veículos) referentes às medições realizadas em P1 – A41 Alfena...	73
Tabela 51 – Resultados de Volume de Tráfego (nº. de veículos) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo	73

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.

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 às campanhas de medições integrada na fase de exploração das concessões de cada um dos sublanços em estudo, durante a estação seca (Verão de 2006) e estação húmida (Outono de 2006).

O estudo realizado foi constituído por duas fases principais:

- Avaliação da variação da concentração de NO_2 em função da distância ao eixo da via (realizado nas campanhas de Verão e Outono);
- Avaliação em contínuo da Qualidade do ar nos locais identificados na primeira fase como sendo de maior impacte na envolvente (campanha de Outono).

Numa primeira fase foram utilizados amostradores passivos de forma a possibilitar a visualização prévia da variabilidade espacial das concentrações de um poluente atmosférico indicativo da contribuição do tráfego automóvel, o dióxido de azoto. Esta fase foi efectuada durante uma campanha de Verão.

Numa segunda etapa, estava prevista uma segunda campanha com amostradores passivos e uma campanha de medição de parâmetros em contínuo, em um local a seleccionar como representativo do pior cenário, com a estação móvel de medição da qualidade do ar e de parâmetros meteorológicos (no local sob maior influência da via de tráfego em estudo). No entanto, devido a um erro na primeira fase na colocação dos amostradores passivos, a medição em contínuo decorreu nos dois locais em estudo.

Desta forma realizou-se o estudo em contínuo nos dois locais previstos para aferir qual o mais afectado pelas emissões provenientes da auto-estrada. 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 respectiva estação do ano.

Cada campanha de medições em contínuo por local 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 do vento e radiação solar.

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

3.1 LOCAIS E PERÍODOS DE MEDIÇÃO

3.1.1 Amostragem Passiva

Foram efectuadas duas campanhas de amostragem passiva, uma no Verão e outra no Outono, nos sublanços em estudo. 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 nas Tabelas 1 e 2, nas quais está resumida a informação dos períodos de medição de cada campanha, Verão e Outono. Na primeira campanha de amostragem, Verão, os locais onde foram instalados os amostradores passivos não foram os correctos. Estes foram colocados no lote 9 (Tabela 1), em vez dos lotes 4 e 5. Desta forma a escolha dos locais de medição em contínuo, durante a campanha de Outono, recaiu nos dois locais previstos para a instalação dos amostradores passivos durante a campanha de Verão (lotes 4 e 5), visto não ter sido possível aferir qual seria o receptor mais afectado pelas emissões provenientes da via em estudo.

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

Concessão	Via	Sublanço	Quilómetro	Campanha de Verão	
				Início	Fim
Grande Porto	IC24	Alfena / Nó da EN106 Norte (Lote 9)	1+725	26/06/06	12/07/06
	IC24	Alfena / Nó da EN106 Norte (Lote 9)	9+375	26/06/06	11 e 12/07/06

Tabela 2 – Informação dos locais e períodos de amostragem passiva na campanha de Outono

Concessão	Via	Sublanço	Quilómetro	Campanha de Outono	
				Início	Fim
Grande Porto	IC24 (A41)	Alfena (Lote 4)	16+750	31/10 e 02/11/06	14/11/06
	IC24 (A42)	Lordelo (Lote 5)	2+000	31/10/06	14/11/06

A primeira campanha foi realizada com o objectivo de se obter uma avaliação prévia da variabilidade espacial de NO₂, a fim de identificar os locais cujo impacte das vias em estudo é mais significativo. Os locais 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, quer na primeira quer na segunda campanha, 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.

Nas Figuras seguintes é possível visualizar a distribuição espacial dos locais de amostragem passiva face às vias em estudo.

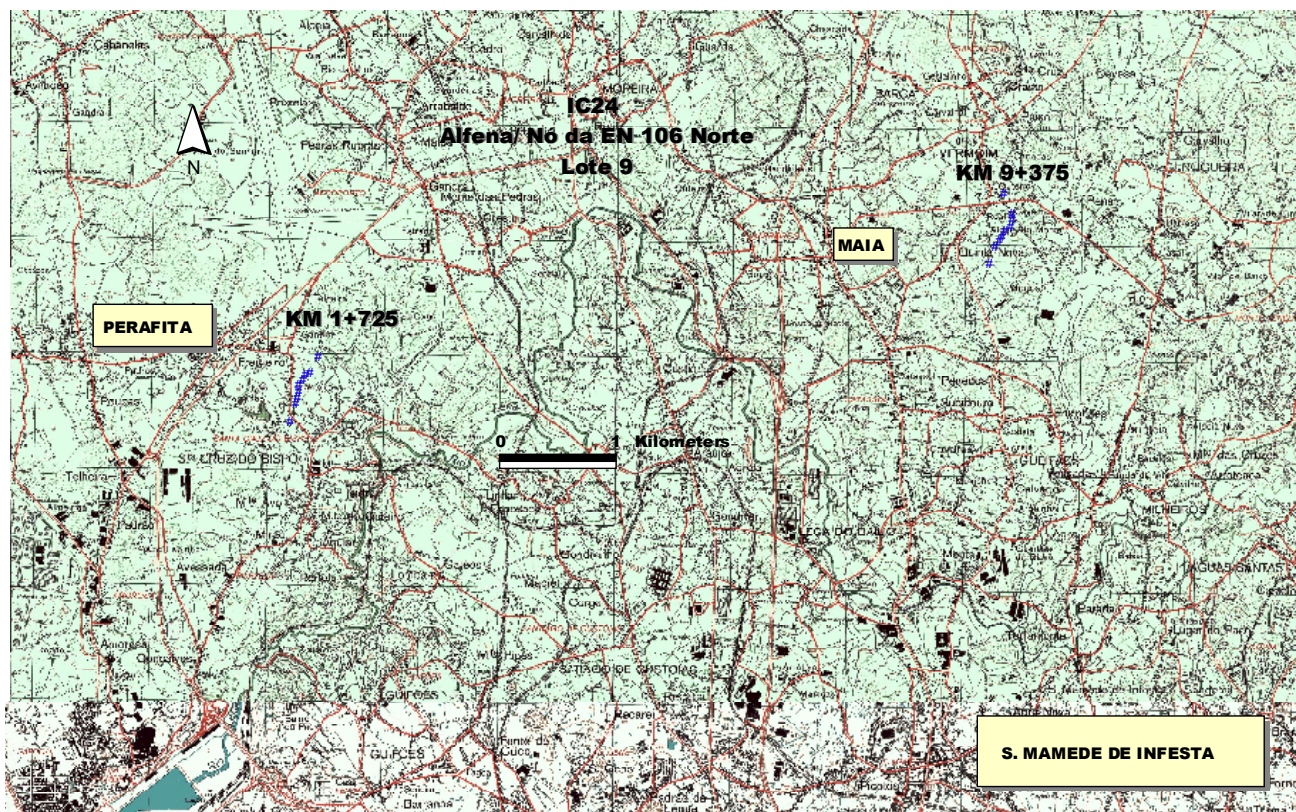


Figura 1 – Distribuição espacial das zonas de amostragem no IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte, lote 9).

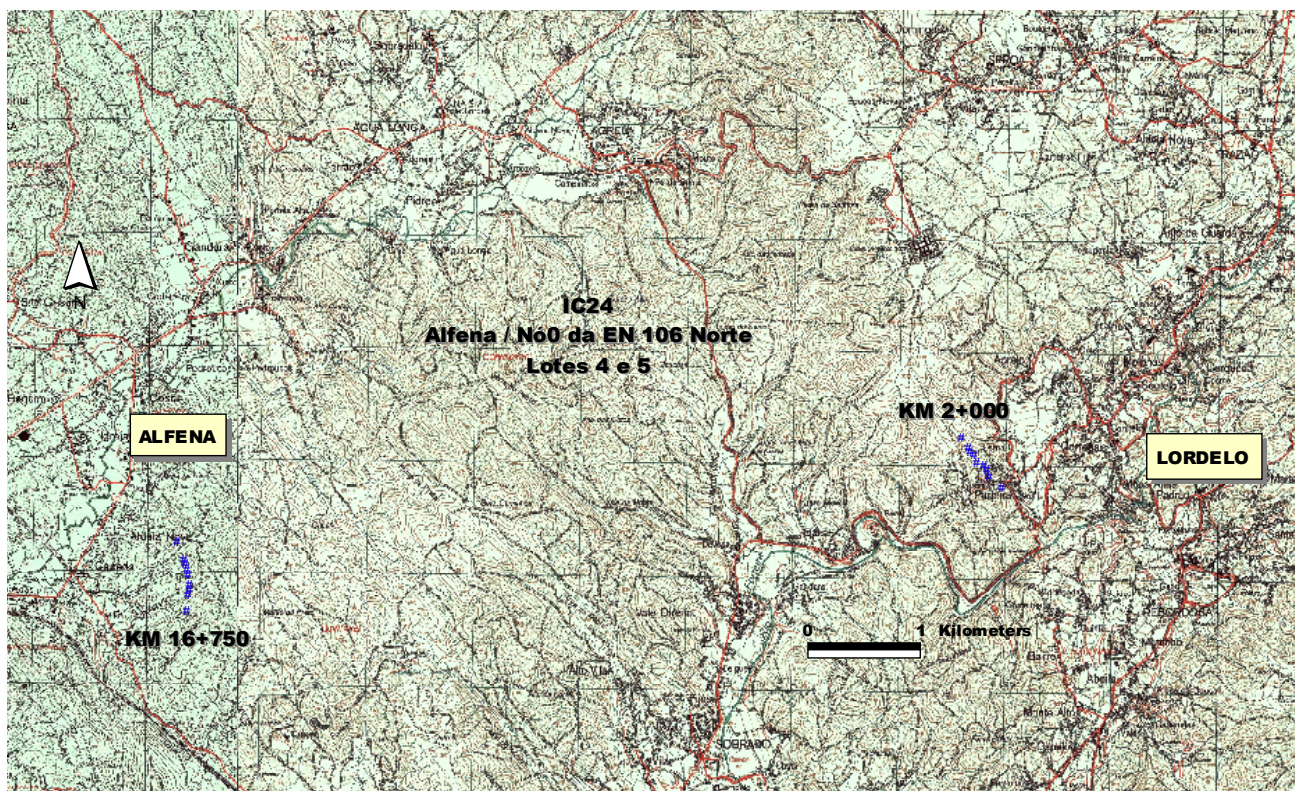


Figura 2 – Distribuição espacial das zonas de amostragem IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte, lotes 4 e 5).

3.1.2 Medições em Contínuo

As medições em contínuo ocorridas no âmbito deste estudo foram efectuadas em dois locais nos lotes 4 e 5 das vias de tráfego IC24 (A41) e IC24 (A42), respectivamente..

Foi seleccionado por cada sublanço um local de amostragem correspondente ao pior cenário encontrado no que diz respeito ao impacte das vias em estudo na envolvente.

Os locais propostos como mais expostos às emissões das vias em estudo foram seleccionados 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 3 é referida a localização de cada um dos pontos de medição no qual se posicionou a estação móvel de qualidade do ar.

Tabela 3 – Localização dos pontos de medição

Ref. do Local	Localização	Morada	Lugar	Freguesia / Município
P1	IC24 (A41) Alfena Km 16+750, 50 m a Norte do eixo da via	Centro de Assistência e Manutenção da Aenor	Barqueiros	Alfena
P2	IC24 (A42) Lordelo Km 2+000, 50 m a Sul do eixo da via	Rua São Torninho	Lugar de Parteira	Lordelo, Paredes

Nas Figuras 3 e 4 é possível visualizar os locais onde foi instalada a estação móvel de qualidade do ar durante as medições efectuadas no Outono. 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 3 – Perspectiva da estação móvel de qualidade do ar durante as medições realizadas em P1 – IC24 (A41) Alfena.



Figura 4 – Perspectiva da estação móvel de qualidade do ar durante as medições realizadas em P2 – IC24 (A42) Lordelo.

3.2 ENSAIO / NORMA DE REFERÊNCIA / MÉTODO

3.2.1 Amostragem Passiva

Tabela 4 – Parâmetros ensaiados por Amostragem Passiva, norma de referência e método usado na campanha de Verão

Ensaio	Princípio de Medição	Acreditação		Período de Amostragem
		Amostragem	Ensaio	
NO ₂	Amostragem passiva com análise por Espectro-fotometria de UV-Vis	NA	SCA	26/06 a 12/07/06

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

Tabela 5 – Parâmetros ensaiados por Amostragem Passiva, norma de referência e método usado na campanha de Outono

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.

3.2.2 Medições em Contínuo

Tabela 6 – Ensaios realizados, norma de referência e método usado

Ensaio	Princípio de Medição	Gama de Medição	Acreditação
			Amostragem/Ensaio
NO ₂ , NO _x	NP 4172:1992: Determinação da concentração em massa dos óxidos de azoto no ar ambiente. Método automático por quimiluminescência	10 – 755 µg/m ³	A
CO	NP 4339:1998: Determinação da concentração em massa do monóxido de carbono no ar ambiente. Método infravermelho não dispersivo ^[1]	0,23 – 5,80 mg/m ³	A
SO ₂	ISO 10498:2004 – Determination of sulphur dioxide – Ultraviolet Fluorescence Method ^[2]	27 – 399 µg/m ³	A
PM ₁₀ , PTS	ISO 10473:2000 : “Measurement of the mass of particulate matter on a filter medium – Beta-ray absorption method” ^[3]	17 – 1000 µg/m ³	A
Benzeno, Tolueno e Xilenos	Amostragem por adsorção/ desadsorção térmica e análise por cromatografia gasosa e detecção por foto-ionização	0,2 – 500 µg/m ³	NA

Relatório elaborado em 28-03-2007 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 18 de 94 REL26-2007/03/28
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

Ensaio	Princípio de Medição	Gama de Medição	Acreditação Amostragem/ Ensaio
Chumbo	Amostragem por filtração e análise pelo método de extracção EPA I.O 3.1 e análise por ICP	< 31 ng/m ³	NA / SCA
HAP	Amostragem por filtração e análise por cromatografia Gasosa	< 0,1 ng/m ³	NA / SCNA

Legenda: A – Acreditado NA – Não Acreditado SCNA – Subcontratado a Laboratório Não Acreditado
SCA – Subcontratado a análise da amostra a Laboratório Acreditado

[1] - O método de medição de CO da SondarLab apresenta um desvio em relação à norma NP 4339:1998 que consiste na utilização de um equipamento de análise constituído por apenas uma célula de detecção, contrariamente ao especificado pela NP 4339:1998 que define a utilização de um equipamento de análise com duas células. O método da SondarLab que inclui a utilização de um equipamento apenas com uma célula foi validado, alcançando os parâmetros de desempenho exigidos pela norma.

[2] - A ISO 10498:2004 define quatro metodologias para o método de calibração primário. A SondarLab não utiliza nenhum desses métodos, utilizando um método de calibração com padrão de transferência, também previsto na norma, em que a mistura padrão de referência da SondarLab é preparada segundo o método de calibração primário.

[3] a) Calibração detector de massa Gueiger-Muller

A norma ISO 10473:2000 no seu capítulo 5 define um conjunto de procedimentos relativos à calibração do detector da massa de partículas Gueiger-Muller, baseado na comparação directa de amostras lidas pelo equipamento de ensaio com valores gravimétricos dessas mesmas amostras. Devido à impossibilidade de realizar esse tipo de procedimento, a SondarLab efectua a calibração fazendo intercomparações do método com o método de referência para a determinação de partículas em suspensão PM₁₀, de acordo com o documento "Guidance to Member States on PM10 Monitoring and Intercomparisons with Reference Method", realizado pelo grupo de trabalho da União Europeia para a matéria particulada atmosférica.

A SondarLab encontra-se acreditada segundo a norma de referência NP EN ISO/IEC 17025 desde 2 de Setembro de 2005 para os principais parâmetros de qualidade do ar com o certificado de acreditação nº L0353 emitido em 2005-09-02 pelo IPAC – Instituto Português de Acreditação.

Tabela 7 – Datas de Ensaios por ponto de medição

Ref. do Local	Nome do Local	Data de Ensaio
P1	IC24 (A41) Alfena - Km 16+750, 50 m a Norte do eixo da via	01 a 07/11/06
P2	IC24 (A42) Lordelo – Km 2+000, 50 m a Sul do eixo da via	10 a 16/11/06

Relatório elaborado em 28-03-2007 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 19 de 94

REL26-2007/03/28

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

3.3 POLUENTES EM ESTUDO

3.3.1 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).

3.3.2 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.

3.3.3 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 µg/m³ 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.

3.3.4 Partículas em Suspensão (PTS e PM₁₀)

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 PM₁₀ (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. Em resultado da variação normal das concentrações diárias de PM₁₀, as concentrações médias de 24 horas regularmente excedem os 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, especialmente durante as inversões térmicas de Outono.

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

3.3.5 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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $5 - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

3.3.6 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 $1 - 10 \text{ ng}/\text{m}^3$. Em áreas rurais, as concentrações são inferiores a $1 \text{ ng}/\text{m}^3$.

3.3.7 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 $500 \text{ ng}/\text{m}^3$.

3.4 EQUIPAMENTO UTILIZADO

3.4.1 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 5).

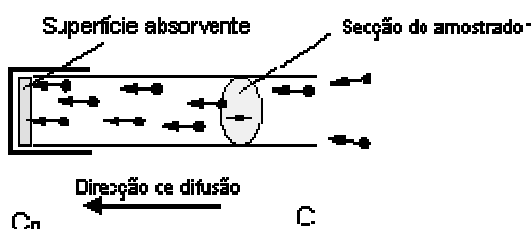


Figura 5 – Vista esquemática de um amostrador passivo.

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.

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)

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.

3.4.2 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.

3.5 METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS

3.5.1 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.

3.5.2 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 nos diversos locais. 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 nos diferentes locais, e que permite obter uma informação sintetizada das condições meteorológicas prevalecentes em cada um dos locais. 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 8. Optou-se por inserir a classe de ventos calmos (<1,9km/h) de forma independente da direcção do vento.

Tabela 8 – 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 NO₂, NO_x, CO, SO₂, PM₁₀ 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 em cada um dos locais.

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 em cada um dos locais.

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 avaliar 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).

3.6 DESVIOS AO FUNCIONAMENTO NORMAL

Durante a campanha de Verão durante as medições com amostradores passivos houve um erro na instalação dos amostradores na via de tráfego. Os locais previstos correspondiam aos lotes 4 e 5 e a instalação dos referidos amostradores decorreu em dois quilómetros do lote 9. Por esta razão as medições em contínuo, durante o Outono, decorreram nos lotes 4 e 5 do IC24 (A41) e IC24 (A42), respectivamente, por não se ter determinado qual o local de maior afectação pela estrada em estudo.

Durante as campanhas 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.

4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

4.1 AMOSTRAGEM PASSIVA

4.1.1 Dióxido de Azoto (NA)

Os resultados obtidos durante o período de medição são apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 – Resultados das medições por amostragem passiva na concessão Grande Porto – campanha de Verão

LANÇO	QUILÓMETRO	LOCAL	CONCENTRAÇÕES	COORDENADAS UTM	
			NO ₂ (µg/m ³)	(WGS84)	
			1ª campanha (Verão 2006)	ESTE (X)	NORTE (Y)
IC24 Alfena Lote 9	Km 1+725	300 S	-	527051	4563870
		150 S	29	527110	4564031
		100 S	29	527119	4564083
		50 S	30	527130	4564124
		0 (EIXO VIA)	102	527129	4564187
		50 N	35	527168	4564240
		100 N	30	527188	4564279
		150 N	29	527225	4564304
		300 N	33	527297	4564433
IC24 Alfena Lote 9	Km 9+375	300 S	29	533084	4565244
		150 S	25	533129	4565385
		100 S	33	533165	4565438
		50 S	-	533193	4565476
		0 (EIXO VIA)	-	533216	4565520
		50 N	28	533264	4565555
		100 N	25	533275	4565617
		150 N	22	533280	4565670
		300 N	25	533197	4565838

Tabela 10 – Resultados das medições por amostragem passiva na concessão Grande Porto – campanha de Outono

LANÇO	QUILÓMETRO	LOCAL	CONCENTRAÇÕES	COORDENADAS UTM	
			NO ₂ (µg/m ³)	(WGS84)	
			2ª campanha (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
IC24 (A42) Lordelo Lote 5	2+000	300 S	18	547391	4565069
		150 S	20	547284	4565169
		100 S	18	547255	4565229
		50 S	15	547236	4565261
		0 (EIXO VIA)	43	547169	4565290
		50 N	19	547150	4565366
		100 N	20	547110	4565391
		150 N	21	547096	4565419
		300 N	18	547034	4565511

4.2 MEDIÇÕES EM CONTÍNUO – 2ª campanha de medição

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).

4.2.1 Dióxido de Enxofre (A)

Tabela 11 – Resumo dos resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

SO ₂	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	< LQI	< LQI
Máximo Horário	< LQI	< LQI
Máximo Diário	< LQI	< LQI

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

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

Tabela 12 – Resumo dos resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

NO ₂	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	16	18
Máximo Horário	59	74
Máximo Diário	30	26

Tabela 13 – Resumo dos resultados de Óxidos de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

NO _x	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	34	32
Máximo Horário	178	193
Máximo Diário	67	52

4.2.3 Monóxido de Carbono (A)

Tabela 14 – Resumo dos resultados de Monóxido de Carbono (mg/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição

CO	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	0,23	0,33
Máximo Horário	0,83	1,29
Máximo Octo-Horário	0,56	0,88
Máximo Diário	0,38	0,55

4.2.4 Partículas PM₁₀ e PTS (A)

Tabela 15 – Resumo dos resultados de Partículas PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

PM ₁₀	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	17	28
Máximo Diário	37	57

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

PTS	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	19	44
Máximo Diário	40	79

4.2.5 Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA)

Tabela 17 – Resumo dos resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

Benzeno	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	0,1	1,0
Máximo Horário	1,8	7,0
Máximo Diário	0,2	2,0

Tabela 18 – Resumo dos resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

Tolueno	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	0,8	11
Máximo Horário	7,3	127
Máximo Diário	2,1	25

Tabela 19 – Resumo dos resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) por ponto na 2ª campanha de medição

Xilenos	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	0,6	8,2
Máximo Horário	6,9	83
Máximo Diário	1,8	18

4.2.6 Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs) (NA)

Tabela 20 – Resumo dos resultados de HAPs (ng/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição

HAPs (valor médio da campanha de medição)	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Benzo(a)pireno	0,70	0,86
Dibenzo(a,h)antraceno	<0,10	0,15
Benzo(g,h,i)perileno	1,00	1,83
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,90	1,52

(1) Valor inferior ao limite da quantificação

4.2.7 Chumbo (NA)

Tabela 21 – Resumo dos resultados de chumbo (ng/m^3) por ponto na 2ª campanha de medição

Chumbo	2ª campanha – Outono 2006	
	P1	P2
Média	36	<31 ⁽¹⁾
Máximo Diário	54	<31 ⁽¹⁾

(1) Valor inferior ao limite da quantificação

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

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

Na Figura 6 são apresentados os valores médios de NO₂ obtidos nas diferentes classes de distância ao eixo da via, para as duas campanhas de amostragem.

Tal como pode ser observado, em todos os troços analisados 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 registados no Lote 9 foram em geral mais elevados, quando comparados com os Lotes 4 e 5. Este facto deve-se às diferenças acentuadas de tráfego automóvel e de densidade rodoviária e habitacional das áreas envolventes aos locais em estudo;
3. 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.

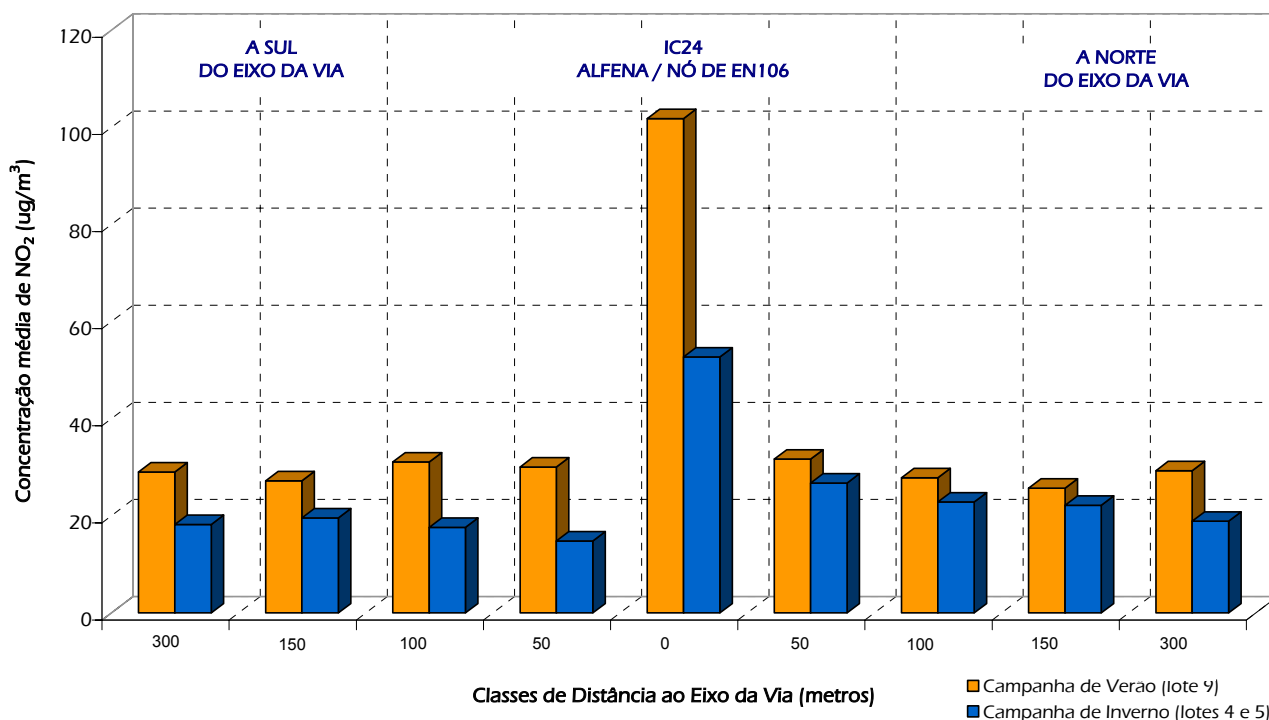


Figura 6 – Valores médios de NO₂ por distância ao eixo da via no IC24 Alfena/ Nó de EN 106.

Nas Figuras 7 e 8 são apresentados os gráficos com 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.

IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte) lote 9 – Campanha de Verão

Os valores de concentração obtidos na campanha de Verão no lote 9 apresentaram-se de um modo geral superiores no km 1+725. Contudo, no km 9+375 o ponto central desapareceu, desta forma não é possível comparar os valores medidos neste local, para os dois troços do IC24.

É de facto notório e expectável que os valores de concentração nos pontos centrais das vias e estudo se apresentem mais elevados.

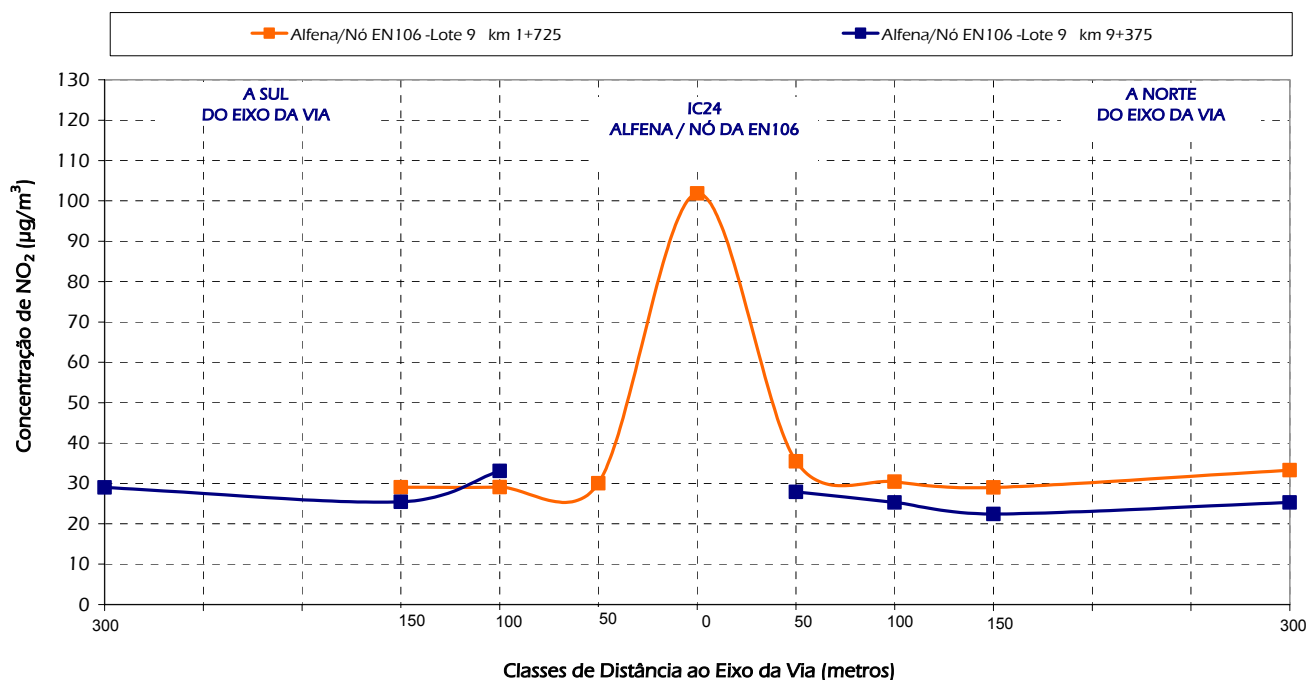


Figura 7 – Distribuição dos valores de NO₂ medidos por amostragem passiva no IC24 Alfena/ Nó de EN 106: Campanha de Verão.

IC24 (Alfena/ Nó da EN 106 Norte) lotes 4 e 5 – Campanha de Outono

Durante a campanha de Outono os resultados obtidos dos amostradores passivos permitem verificar, novamente, que as concentrações de NO₂ nos pontos centrais dos sub-lanços em estudo são mais elevadas do que nas restantes localizações.

Os valores a sul e a norte do eixo da via, para os dois locais, são mais elevados, em consequência do regime de ventos que se faz sentir nesta altura do ano. Nos pontos centrais verifica-se que no lote 4 o valor é superior ao do lote 5. Contudo, importa referir que os valores registados são baixos.

A selecção exacta dos locais de medição em contínuo (a Norte ou a Sul 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. Assim, em P1 (km 16+750) foi possível localizar o ponto de medição em contínuo a 50 metros a Norte do eixo da via, correspondendo este local ao que apresentava valores mais elevados.

Em P2 (km 2+000), contudo, as medições em contínuo foram efectuadas a 50 metros a Sul do eixo da via, dado que a Norte não existiam receptores sensíveis, nem condições de acessibilidade.

As medições com amostradores passivos revelaram, contudo, que nesta zona os valores são muito homogéneos a Norte e a Sul do eixo da via, confirmando-se desta forma os locais seleccionados.

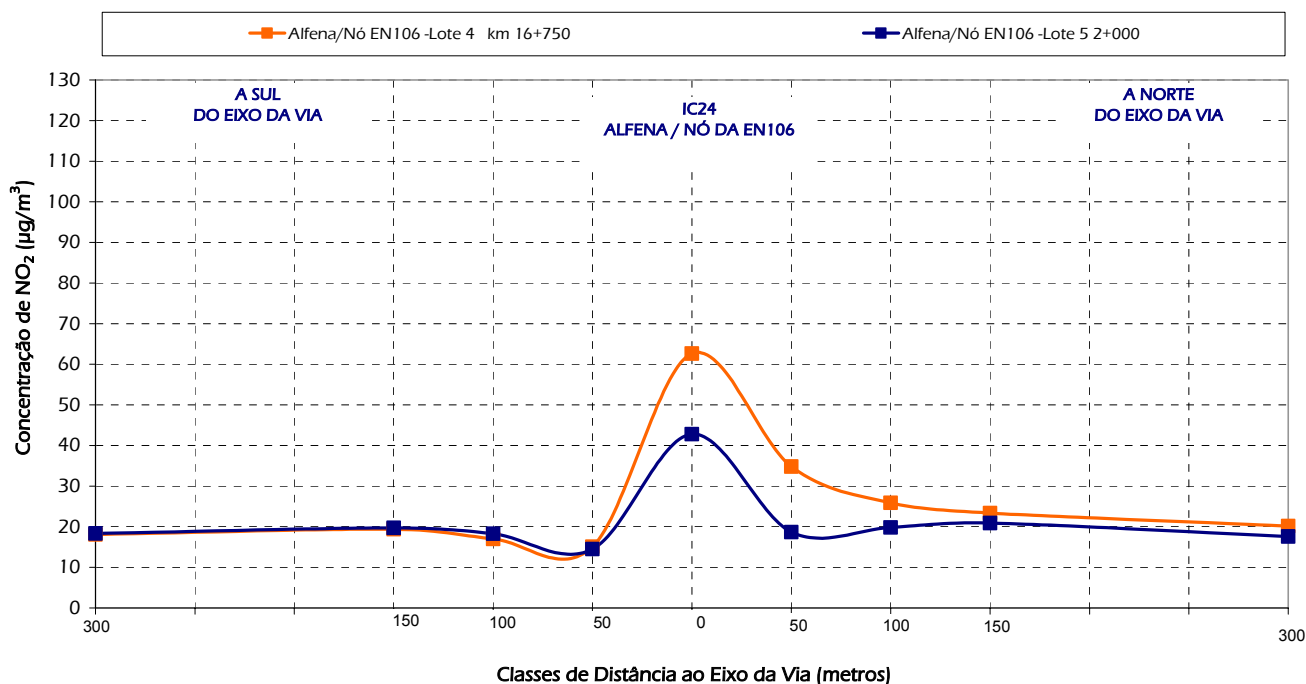


Figura 8 – Distribuição dos valores de NO₂ medidos por amostragem passiva no IC24 Alfena/ Nó de EN 106: Campanha de Outono.

5.2 CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA - 2ª CAMPANHA DE MEDIÇÃO

Na Tabela 22 são apresentadas, em resumo, as condições meteorológicas registadas em cada ponto de medição. No Anexo II é possível visualizar os resultados em formato gráfico por local de medição.

Tabela 22 – Resumo das condições meteorológicas registadas por ponto de medição durante a 2ª campanha de medição – Outono de 2006

	P1	P2
Temperatura Mínima (°C)	13	8
Temperatura Média (°C)	17	15
Temperatura Máxima (°C)	23	23
Humidade Relativa Mínima (%)	53	49
Humidade Relativa Média (%)	79	79
Humidade Relativa Máxima (%)	98	99
Velocidade do Vento Média (km/h)	8	8
Velocidade do Vento Máxima (km/h)	19	26
Direcção do Vento Dominante (sectores)	E	NE
Percentagem da Direcção do Vento Dominante (%)	67	47
Percentagem de Ventos Calmos (%)	10	6
Radiação Total (kJ/m²)	40463	48161
Precipitação Total (mm)	17	39

As condições meteorológicas durante as medições em contínuo nos locais considerados, caracterizaram-se pela alternância de céu pouco e muito nublado, com ocorrência de períodos de precipitação. No local P1 registaram-se períodos de chuva nos dias 4, 5 e 6 de Novembro de 2006, com um valor total de 17 mm. Em P2 a ocorrência de precipitação sentiu-se no final da campanha, a partir do dia 15 de Novembro. Tendo sido a madrugada do dia 16, o período em que os aguaceiros foram mais intensos, num total de 37 mm em P2.

As temperaturas foram relativas ao tempo de Outono, com valores mínimos de 13 e 8°C, em P1 e P2 respectivamente e um máximo de 23°C em ambos os locais. Os valores médios rondaram os 17°C em P1 e 15°C em P2.

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% em P1 e 6% em P2. Os ventos dominantes em P1 foram de Este e em P2 de Nordeste, com ocorrências muito próximas ou acima dos 50%.

5.3 INFORMAÇÃO DE TRÁFEGO

Na Tabela 23 estão resumidos os valores de tráfego total que circulou nos troços de auto-estradas situados na envolvente mais próxima de cada um dos locais de amostragem, durante cada um dos períodos de medição da campanha em contínuo (Outono de 2006).

Tabela 23 – Resumo do volume de tráfego total nos respectivos troços de auto-estrada durante cada um dos períodos de medição

Local de Medição	P1	P2
Auto-estrada	A41 Alfena	A42 Lordelo
Volume total de tráfego	166501	156028

Na Figura 9 são apresentados para cada um dos sublanços, o perfil de variação horário dos valores totais horários para o período de campanha.

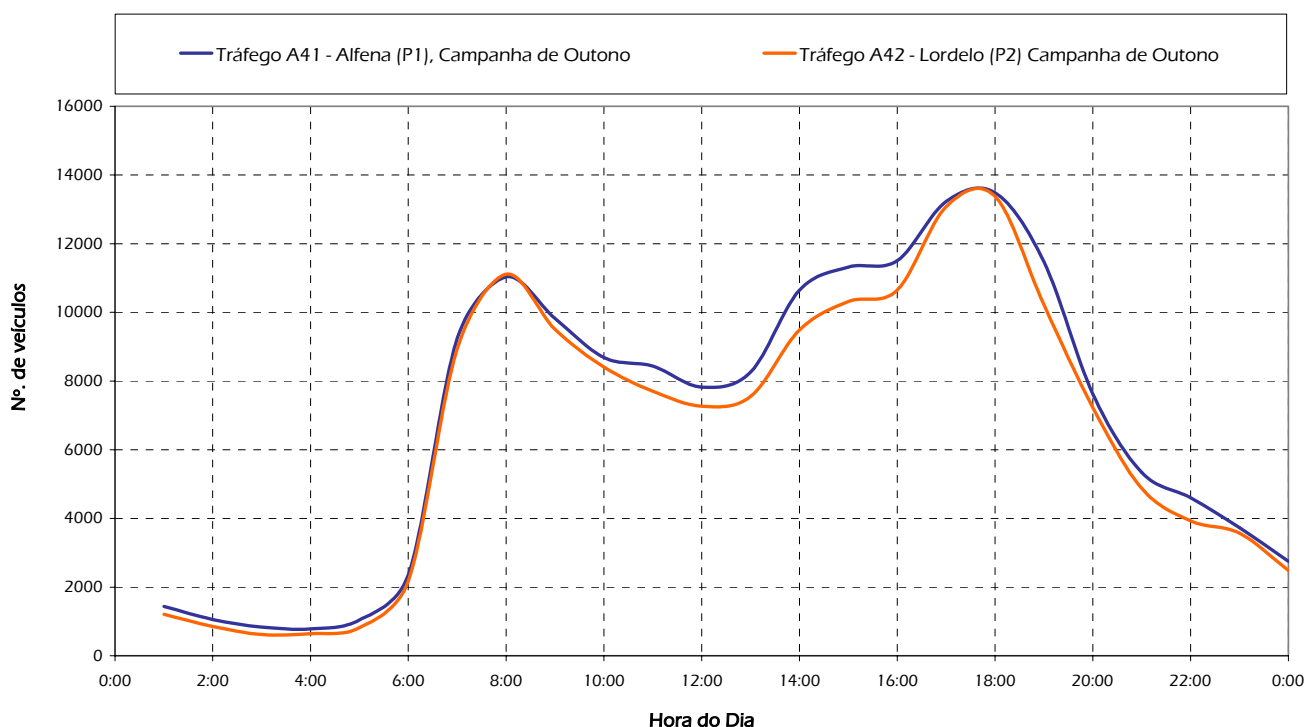


Figura 9 – Perfil de variação horária dos valores totais horários para o período de campanha em cada um dos troços adjacentes ao respectivo local de medição

Dos dois sub-lanços em estudo, verificou-se na A41 - Alfena maior volume de tráfego para os dias de campanha de medição.

Em relação ao perfil de variação observa-se que nos dois locais 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.

5.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS FACE À LEGISLAÇÃO NACIONAL

Na Tabela 24 está resumida a legislação vigente para as concentrações atmosféricas dos poluentes objecto de estudo.

Tabela 24 – 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	P2
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)	< LOI (27µg/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)	< LOI (27µg/m ³)
		Valor limite para protecção dos ecossistemas	Anual	20 µg/m ³ ⁽³⁾	< LOI (27 µg/m ³)	< LOI (27µg/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	74
		Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual	48 µg/m ³ NO ₂ (2006) ⁽²⁾	16	18
		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	Máximo diário das médias de 8 horas	10 mg/m ³	0,4	0,6

Relatório elaborado em 28-03-2007 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 42 de 94
MSL.0228/02
REL26-2007/03/28

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

		da saúde humana				
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	57 (1x)
		Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual	40 µg/m ³	17	28
Benzeno		Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual	9 µg/m ³ (2006) ⁽⁴⁾	0,1	1,0
Chumbo		Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual	500 ng/m ³	36	<31 ng/m ³ ⁽⁵⁾
Directiva 2004/107/CE	Benzo(a)pireno	Valor alvo	Anual	1 ng/m ³	0,7 ng/m ³	0,9 ng/m ³

Nota:

- (1) - Margem de Tolerância incluída – 40 µg/m³ – 80 µg/m³ à data de entrada em vigor do diploma, devendo sofrer uma redução, a partir de 1 de Janeiro de 2003 e depois, de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.
- (2) - Margem de Tolerância incluída – 9 µg/m³ – 16 µg/m³ à data de entrada em vigor do diploma, devendo sofrer uma redução, a partir de 1 de Janeiro de 2003 e depois, de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.
- (3) – Não aplicável neste estudo. Os pontos de amostragem que visam a protecção dos ecossistemas e da vegetação devem ser instalados a uma distância de, pelo menos, 20 km das aglomerações ou de 5 km de outra área construída ou instalação industrial ou auto-estrada.
- (4) - Margem de Tolerância incluída – 1 µg/m³ – 5 µg/m³ à data de entrada em vigor do diploma, devendo sofrer uma redução, em 1 de Janeiro de 2006 e no final de cada período de 12 meses subsequente, 1 µg/m³ para atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.
- (5) – Valor inferior ao Limite de Quantificação do laboratório subcontratado para a análise de chumbo (LQ= 0,75µg/m³/volume amostrado)

A comparação dos valores obtidos após tratamento estatístico efectuado aos valores medidos durante a monitorização em contínuo, indica que houve apenas uma ultrapassagem dos valores legislados para as partículas PM₁₀ em P2. O limite diário de protecção da saúde humana (50 µg/m³) foi excedido apenas num dia de campanha em P2. O benzo(a)pireno apresentou valores próximos do valor alvo presente na Directiva Europeia, em especial para P2. Os restantes parâmetros em estudo registaram valores bastante inferiores aos respectivos 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.

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

5.5.1 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.

5.5.2 Dióxido de Azoto e Óxidos de Azoto

Nas Figuras 10 e 11 estão apresentados os gráficos com o perfil médio diário das concentrações de dióxido de azoto e óxidos de azoto, respectivamente, medidas numa base horária.

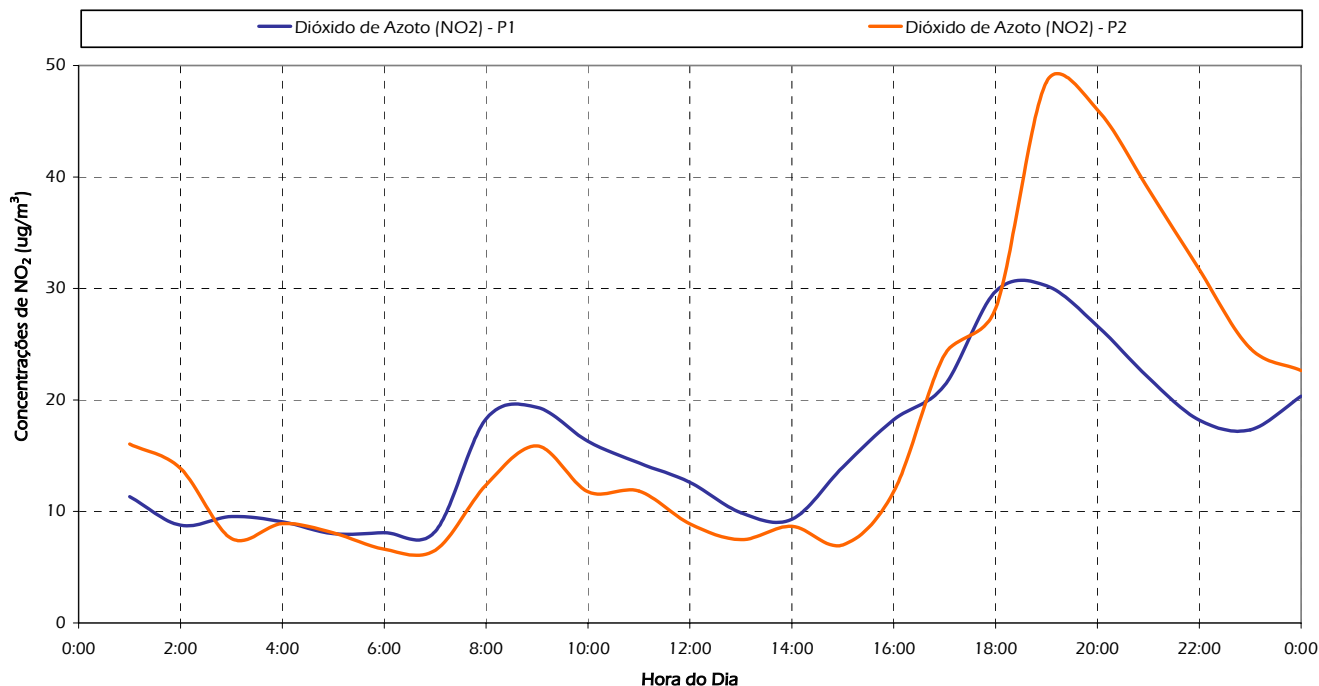


Figura 10 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO₂ verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.

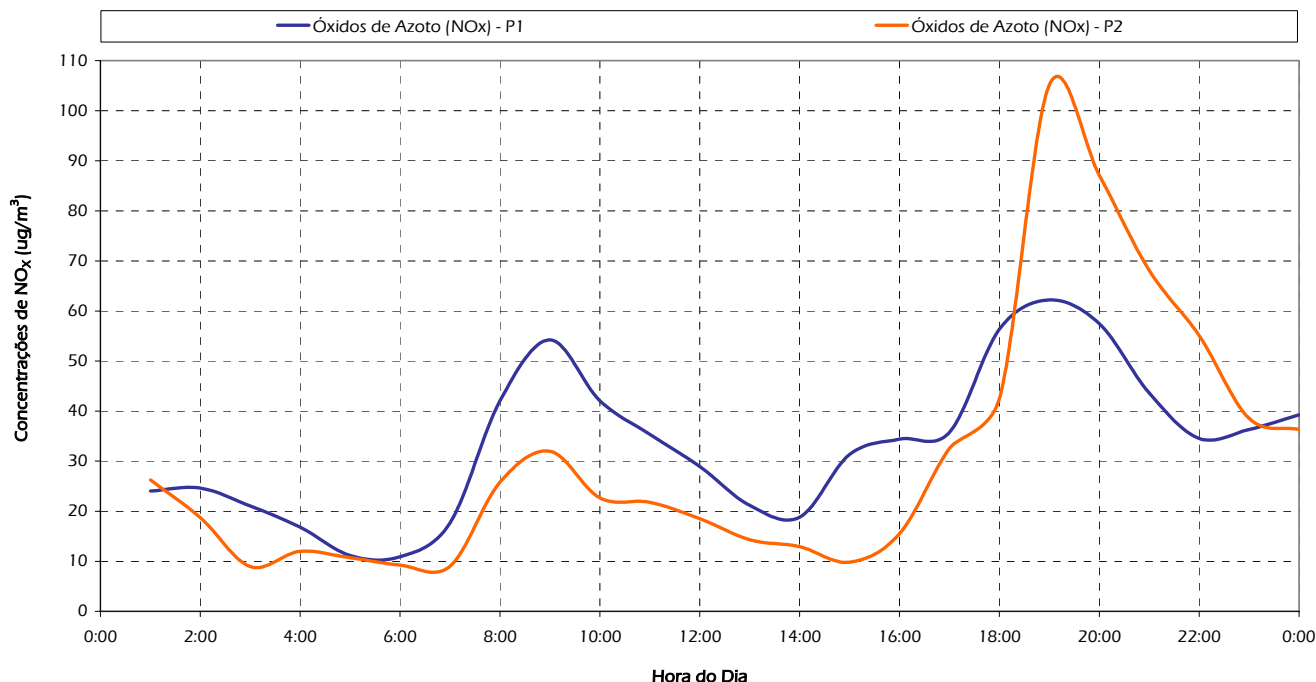


Figura 11 – Evolução média da variação horária das concentrações de NO_x verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.

Relativamente ao perfil de variação diário dos óxidos de azoto pode-se observar que, em ambos os casos (NO₂ e NO_x), 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).

Em P2 observa-se que durante grande parte do dia os valores são inferiores aos obtidos em P1, contudo a partir das 18 horas denota-se que em P2 os valores passam a ser significativamente superiores, apesar do volume de tráfego, neste período, ser muito semelhante para os dois locais de medição. Este facto pode ser consequência de diferentes condições de dispersão dos poluentes entre locais ou a existência em P2 de outro tipo de emissões de combustão, nomeadamente de origem doméstica.

5.5.3 Monóxido de Carbono

Na Figura 12 está apresentado o gráfico com o perfil médio diário das concentrações de monóxido de carbono medidas numa base horária.

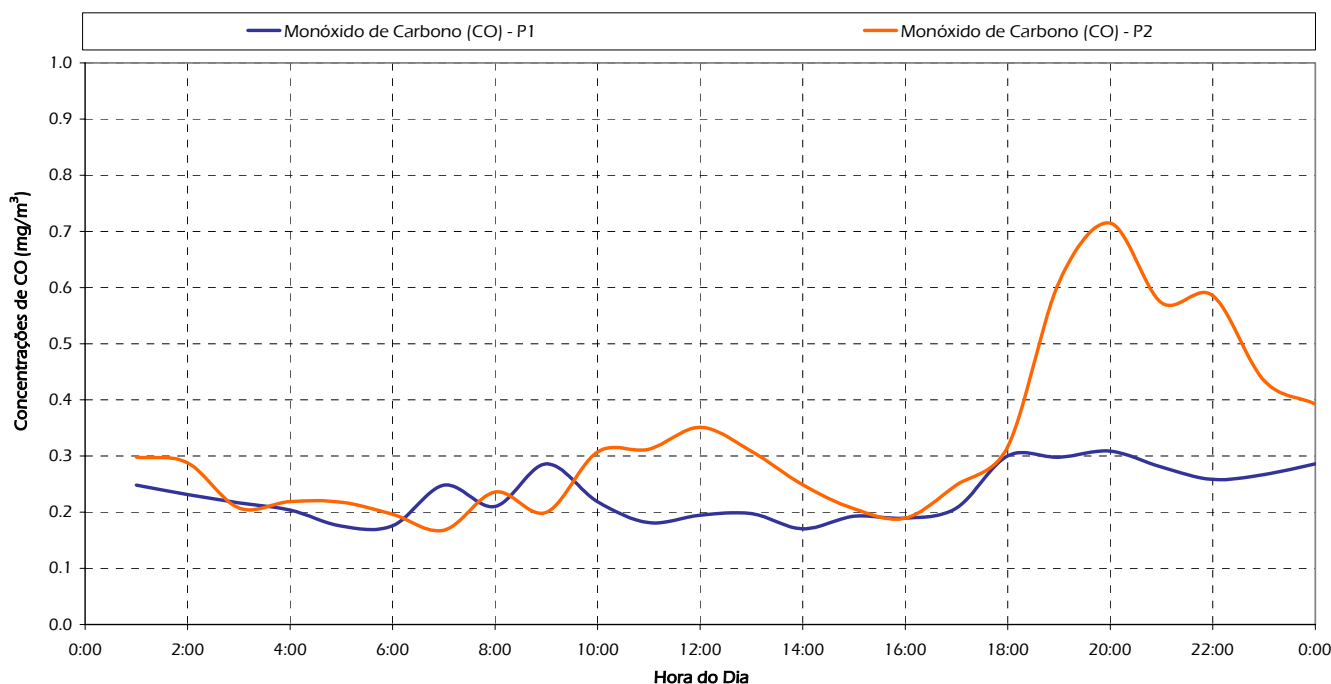


Figura 12 – Evolução média da variação horária das concentrações de CO verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.

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, principalmente em P2, mas também, embora em menor escala, em P1. O local P2 estava situado numa rua com habitações unifamiliares, e sendo a altura do ano em que se realizaram as medições, de tempo frio, a queima em lareiras é mais frequente. Nos restantes períodos horários, em ambos os locais, denotam-se ligeiros aumentos das concentrações médias resultantes de do tráfego ou de outras actividades locais emissoras deste poluente.

5.5.4 Partículas PM₁₀ e PTS

Nas Figuras 13 e 14 está apresentado o gráfico com o perfil médio diário das concentrações de partículas PM₁₀ e PTS.

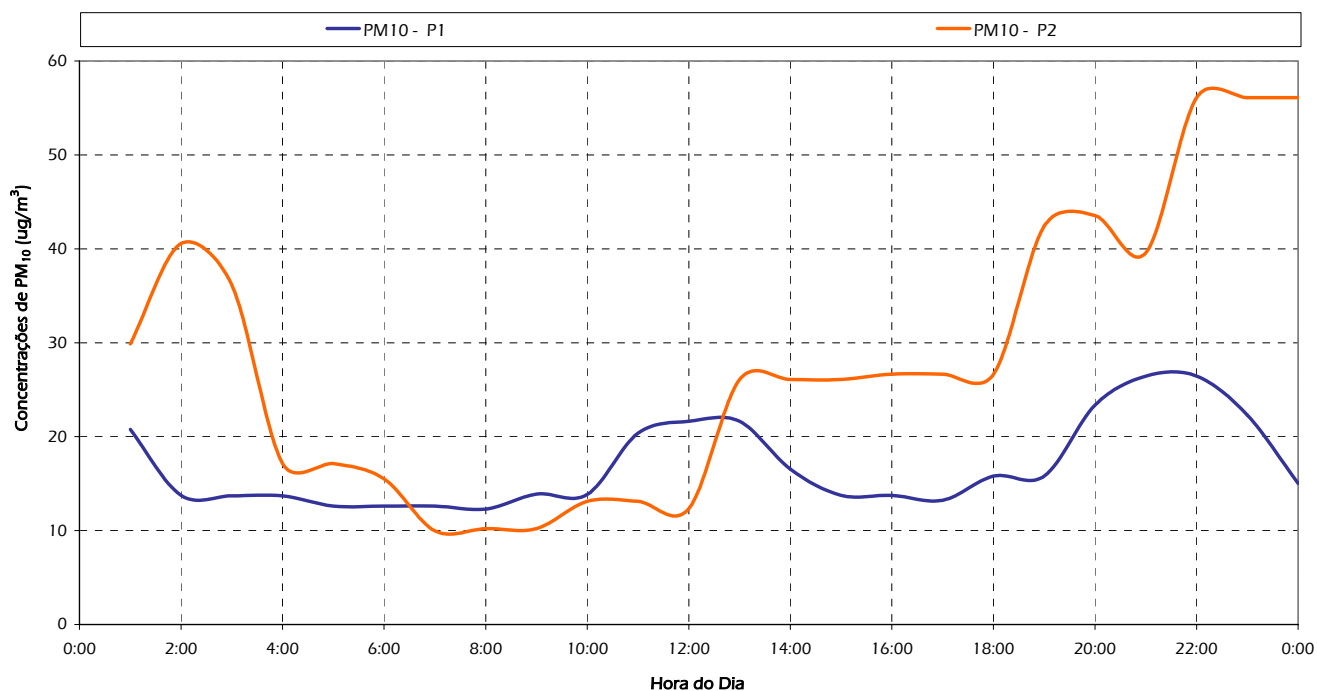


Figura 13 – Evolução média da variação horária das concentrações de PM₁₀ verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.

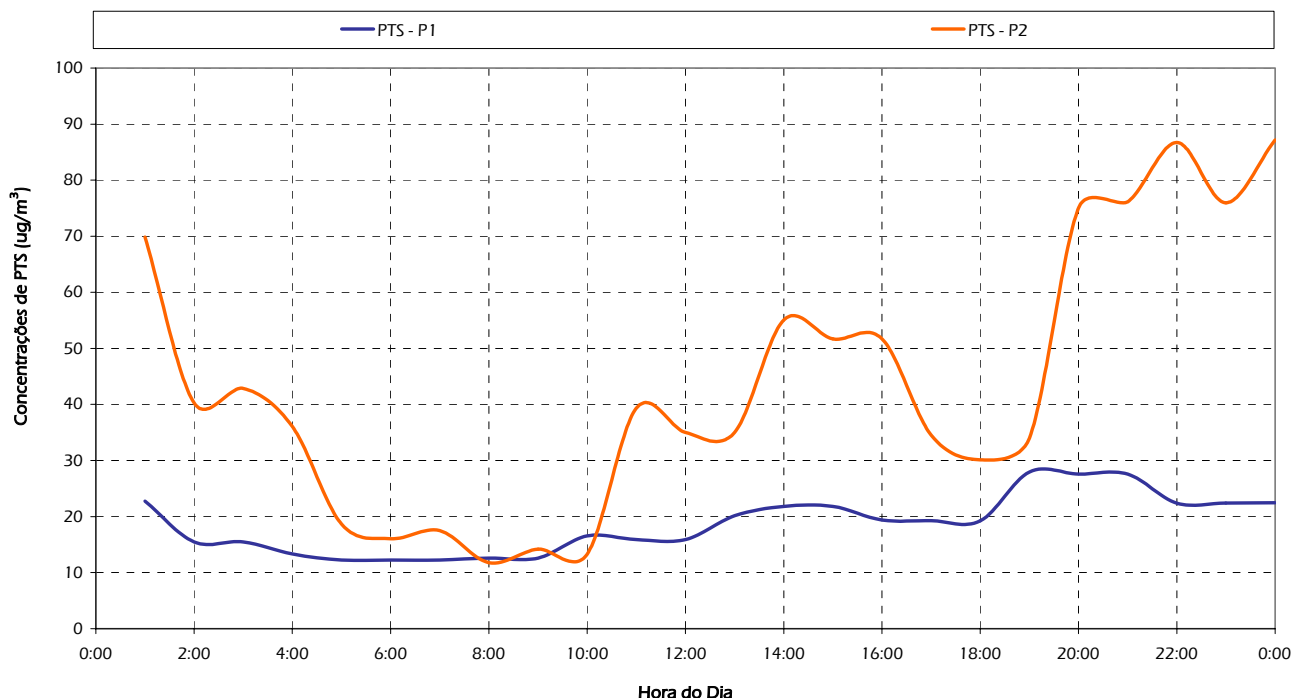


Figura 14 – Evolução média da variação horária das concentrações de PTS verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.

Estes dois parâmetros não provêm de uma fonte específica, tendo numerosas fontes a contribuir para o incremento das concentrações medidas. Neste caso verifica-se que a proximidade de habitações, no caso de P2, exerce uma influência marcante, através da influência das emissões provenientes de lareiras. Existe um aumento mais acentuado com o final da tarde, atingindo os valores mais elevados no período nocturno e decrescendo durante a madrugada e manhã. Em P1 a variação decorre de forma semelhante, para valores médios inferiores, denotando que a proximidade a fontes emissoras de partículas não é tão elevada neste local de medição.

5.5.5 Benzeno, Tolueno e Xilenos

Nas Figuras 15 a 17 estão apresentados os gráficos com o perfil médio diário das concentrações de Benzeno, Tolueno e Xilenos, medidas numa base horária.

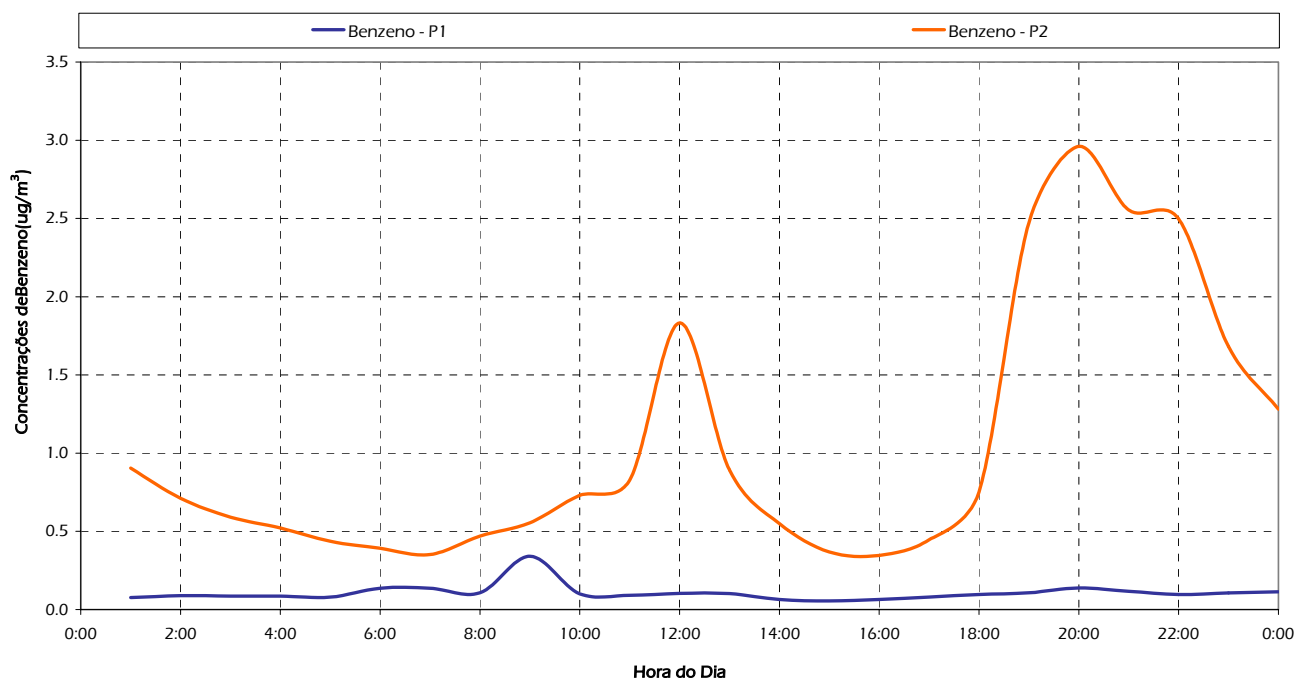


Figura 15 – Evolução média da variação horária das concentrações de benzeno verificadas nas medições realizadas nos dois pontos de medição.

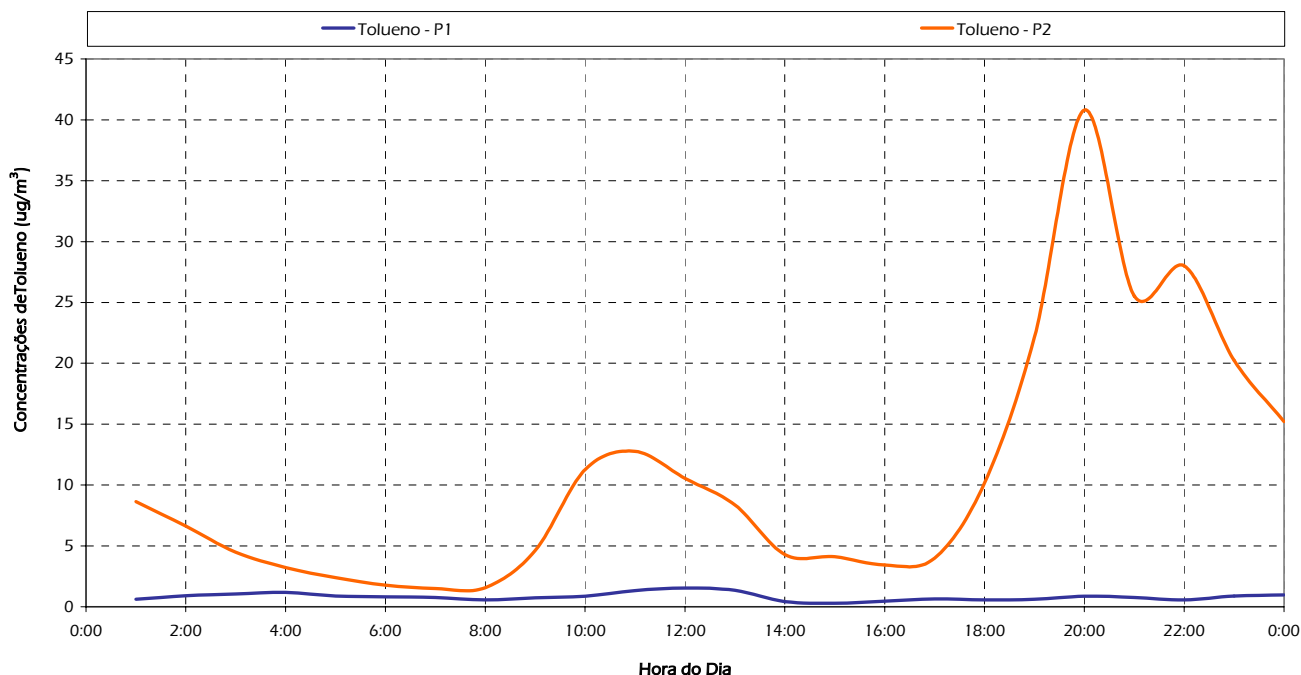


Figura 16 – Evolução média da variação horária das concentrações de Tolueno verificadas nas medições realizadas nos três pontos de medição.

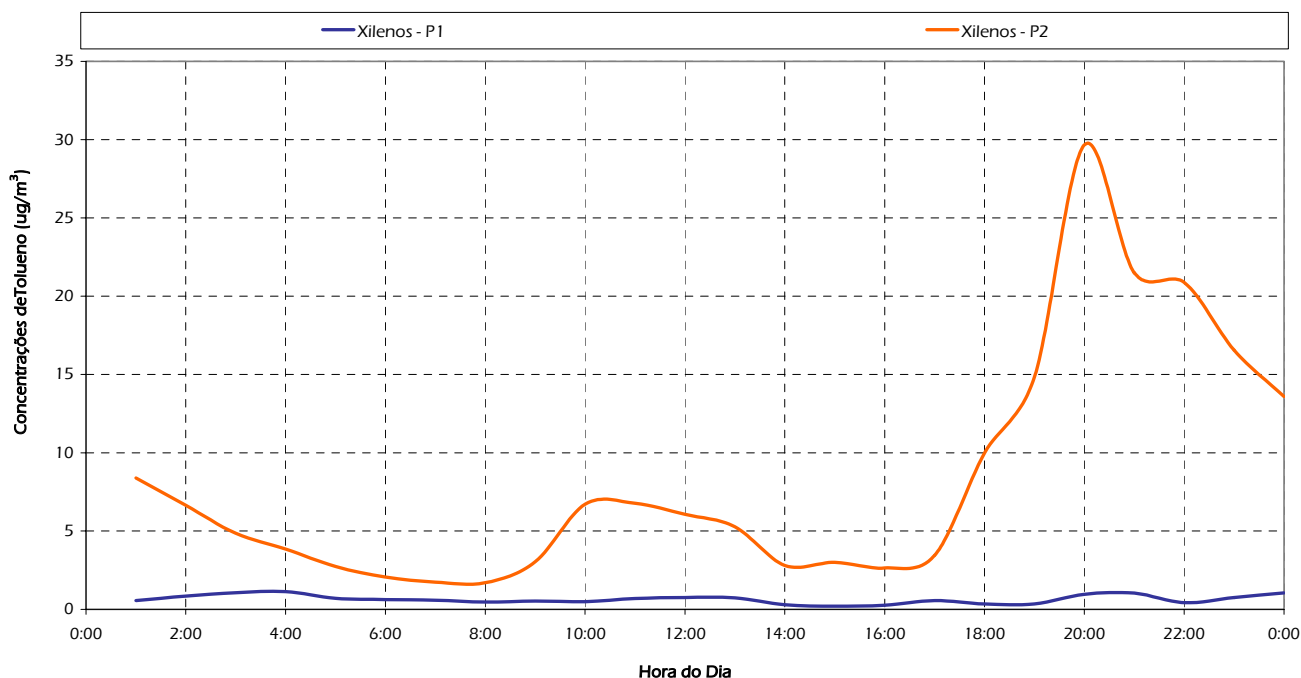


Figura 17 – Evolução média da variação horária das concentrações de Xilenos verificadas nas medições realizadas nos três pontos de medição.

O Benzeno, Tolueno e Xilenos registaram valores médios de concentração nitidamente mais elevados em P2. O local P1 apresentou valores mais baixos, com ligeiras variações.

Em relação a P2 observa-se que os aumentos acontecem em períodos horários idênticos para os 3 parâmetros. Durante a manhã entre as 10 e 12 horas, e durante o fim da tarde/noite entre as 18 e as 22 horas. Este perfil de variação apresenta no período matinal um desfasamento de cerca duas horas com o período de maior tráfego. Este facto associado aos elevados valores de concentração verificados ao início da noite sugerem a existência de uma fonte emissora dominante, que não o tráfego que circula na auto-estrada. A proximidade de habitações e actividades de combustão nas mesmas poderá ser um contributo importante. Este facto foi detectado para os restantes poluentes analisados.

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

Na Tabela 25 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 25 – Valores de concentração médios de fim-de-semana vs semana útil observados nos pontos de medição

		P1	P2
SO ₂	Média de Fim-de-Semana	< LOI	< LOI
	Média de Semana Útil	< LOI	< LOI
	Acréscimo de Concentração (%)	~0	~0
NO ₂	Média de Fim-de-Semana	9	16
	Média de Semana Útil	19	19
	Acréscimo de Concentração (%)	112%	15%
NO _x	Média de Fim-de-Semana	19	23
	Média de Semana Útil	40	33
	Acréscimo de Concentração (%)	110%	42%
CO	Média de Fim-de-Semana	0,19	0,35
	Média de Semana Útil	0,25	0,32
	Acréscimo de Concentração (%)	33%	-7%
PM ₁₀	Média de Fim-de-Semana	9	27
	Média de Semana Útil	20	30
	Acréscimo de Concentração (%)	121%	10%
PTS	Média de Fim-de-Semana	9	36
	Média de Semana Útil	23	46
	Acréscimo de Concentração (%)	168%	29%
Benzeno	Média de Fim-de-Semana	0,07	0,9
	Média de Semana Útil	0,12	1,1
	Acréscimo de Concentração (%)	72%	29%
Tolueno	Média de Fim-de-Semana	0,21	2
	Média de Semana Útil	1,06	15
	Acréscimo de Concentração (%)	401%	658%
Xilenos	Média de Fim-de-Semana	0,2	1
	Média de Semana Útil	0,82	12
	Acréscimo de Concentração (%)	304%	716%
Tráfego	Média de Fim-de-Semana	852	986
	Média de Semana Útil	1047	776
	Acréscimo de Concentração (%)	23%	27%

De um modo geral, à excepção do monóxido de carbono em P2, verifica-se que o acréscimo de concentração dos dias úteis de semana sobre os dias de fim-de-semana é significativo. Os locais de medição encontram-se muito próximos das vias 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. No local P1 os acréscimos relativos dos dias de semana útil são de uma forma geral mais significativos que os verificados em P2. Este local (P2), apesar de ter registado os níveis de concentração mais elevados, não evidencia grande diferença de valores entre os dias de semana e fim-de-semana, presumivelmente em resultado da inexistente variação de intensidade de emissão das fontes domésticas nos dias de fim-de-semana.

5.7 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 26 – 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

Tabela 27 – Apresentação dos valores de correlação entre os valores de concentração horários dos diversos poluentes nas medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

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

Verifica-se em P1, A41 – Alfena um menor 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. Em P2, A42 – Lordelo, existe um maior número de parâmetros correlacionáveis entre si. A elevada correlação observada entre NO₂, NO_x, CO e BTX, evidencia a existência de uma fonte dominante de combustão, que pelas análises aos dados realizadas anteriormente não deverá ser apenas provenientes das emissões do tráfego da auto-estrada, mas sim de combustões de origem doméstica. Acresce o facto de o NO₂ e NO_x terem demonstrado menor factor de correlação com o tráfego automóvel em P2 do que em P1.

5.8 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)

Nas Tabelas 29 e 30 estão apresentados os valores médios de concentração resultantes das direcções consideradas e segundo ventos calmos.

Tabela 28 – 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 – IC24 (A42) Alfena

Poluentes	Concentração		
	Direcções		Ventos calmos
	IC24 (A41) Alfena	Restantes Direcções	
SO ₂ (µg/m ³)	<LOI	<LOI	<LOI
NO ₂ (µg/m ³)	14	23	31
NO _x (µg/m ³)	28	37	83
CO (mg/m ³)	0.20	0.53	0.46
Benzeno (µg/m ³)	0.1	0.7	0.3
Tolueno (µg/m ³)	0.6	5.1	2.9
Xilenos (µg/m ³)	0.4	3.7	2.7
PM ₁₀ (µg/m ³)	15	37	31
PTS (µg/m ³)	17	35	33
Frequências das Direcções Consideradas	89%	1%	10%

A maioria das direcções de ventos expunham 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.

Tabela 29 – 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 – IC24 (A42) Lordelo

Poluentes	Concentração		
	Direcções		Ventos calmos
	IC24 (A42) Lordelo	Restantes Direcções	
SO ₂ (µg/m ³)	<LOI	<LOI	<LOI
NO _x (µg/m ³)	20	16	37
NO ₂ (µg/m ³)	31	28	72
CO (mg/m ³)	0.27	0.35	0.40
Benzeno (µg/m ³)	0.7	1.1	3.1
Tolueno (µg/m ³)	7.9	9.8	48.5
Xilenos (µg/m ³)	6.0	7.5	41.8
PM ₁₀ (µg/m ³)	22	30	24
PTS (µg/m ³)	34	46	69
Frequências das Direcções Consideradas	33%	61%	6%

Os valores médios de concentração, em P2, foram superiores segundo os ventos calmos, excepto para as partículas PM₁₀. De igual forma ao que foi registado em P1, verifica-se que a influência local assume uma importância significativa, apesar da ocorrência de ventos calmos ser baixa. A proximidade a fontes emissoras tais como as habitações unifamiliares, vias de acesso local, e a própria auto-estrada exportam poluentes até aos receptores localizados nas respectivas envolventes. É no entanto importante salientar que os níveis de concentração associados a massas de ar provenientes do sublanço de Auto-estrada exibem níveis de concentração inferiores às restantes direcções, à excepção do NO₂ e NO_x. Tal como se referiu anteriormente, os valores elevados registados neste local serão reflexo de outro tipo emissões de combustão, como por exemplo emissões domésticas.

5.9 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. Nas Figuras 18 e 19 são apresentadas as percentagens de ocorrência de cada uma das cinco classificações possíveis nos 7 dias completos de medição, nos dois locais de medição.

Tabela 30 – Classificação do índice de qualidade do ar relativa aos valores de concentração obtidos nos dois pontos de medição

Dia de Campanha	Classificação IQAr	
	P1	P2
1º	Médio	Muito Bom
2º	Muito Bom	Médio
3º	Muito Bom	Bom
4º	Muito Bom	Bom
5º	Muito Bom	Fraco
6º	Muito Bom	Bom
7º	Muito Bom	Muito Bom

Tabela 31 – Apresentação dos parâmetros responsáveis pela classificação do índice de qualidade do ar relativa aos valores de concentração obtidos nos dois pontos de medição

Dia de Campanha	Poluente	
	P1	P2
1º	PM ₁₀	TODOS
2º	TODOS	PM ₁₀
3º	TODOS	PM ₁₀
4º	TODOS	PM ₁₀
5º	TODOS	PM ₁₀
6º	TODOS	PM ₁₀
7º	TODOS	TODOS

A aplicação do Índice de Qualidade do Ar as classificações obtidas para os dois locais de medição demonstra que em P1 as classificações foram mais favoráveis do que em P2. O local P1 obteve 6 dos 7 dias de medição com classificação Muito Bom. Neste local apenas o primeiro dia obteve classificação Médio, tendo sido as partículas PM_{10} o poluente com maior contribuição para a degradação da Qualidade do Ar. Em P2 dois dias registaram classificação Muito Bom, três Bom, um Médio e um Fraco. De novo as partículas PM_{10} foram o poluente responsável pelas classificações inferiores a Muito Bom. Este local de medição apresentou os Índices de Qualidade do Ar mais desfavoráveis. A proximidade a fontes emissoras de partículas PM_{10} volta a ser notável.

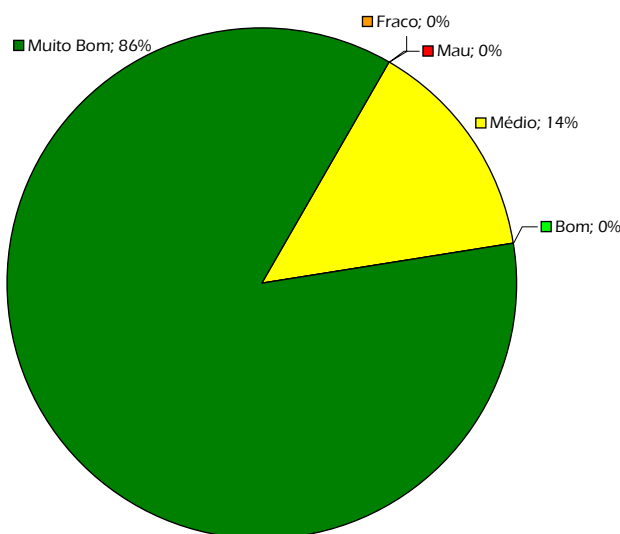


Figura 18 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante os 7 dias completos de medições realizadas em P1 – A41 Alfena.

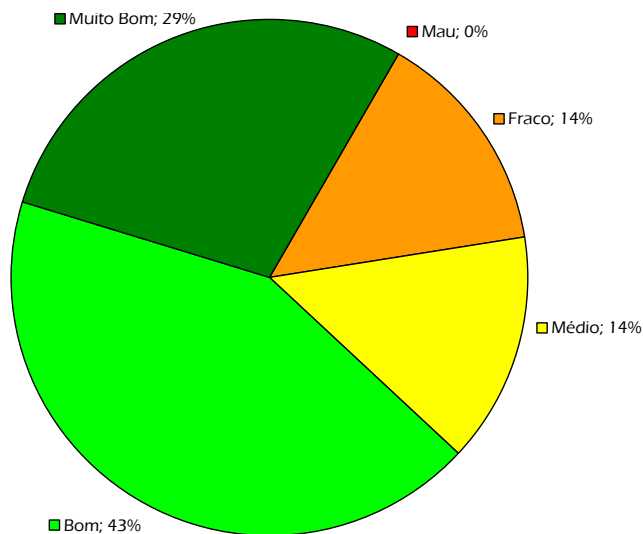


Figura 19 – Gráfico com as percentagens das diferentes classificações observadas durante os 7 dias completos de medições realizadas em P2 – A42 Lordelo.

6 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 de Verão e Outono de 2006. Desta forma, numa primeira etapa 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. Na segunda etapa, campanha de Outono, mediram-se, em dois locais, um para cada sub-lanço em estudo, vários parâmetros em contínuo (NO₂, NO_x, SO₂, CO, benzeno, tolueno, xilenos PM₁₀, PTS, chumbo e HAPs) e parâmetros meteorológicos. Inicialmente foram previstas amostragens passivas nos lotes 4 e 5 da A41 e A42 respectivamente, contudo ocorreu uma troca na instalação dos amostradores e o lote seleccionado foi o lote 9 (na campanha de Verão). Para colmatar este erro as medições em contínuo realizaram-se em dois locais, um por cada lote previsto (lotes 4 e 5) e realizaram-se simultaneamente medições com amostradores passivos, para caracterizar correctamente a variação das concentrações de NO₂ em relação ao local de emissão máxima (centro da via).

6.1 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, P1 e P2. As temperaturas registadas foram amenas, com mínimas de 8°C e máximas de 23°C. A velocidade de vento máxima foi da ordem dos ventos moderados (<35km/h), com direcções maioritárias de Este (P1) e Nordeste (P2), a ocorrência de ventos calmos foi pouco significativa, observaram-se, em P1 10% e em P2 6% de ocorrências.
- O volume total de tráfego registado foi bastante semelhante para as vias de tráfego em estudo. O sublanço relativo ao local P1, A41 - Alfena, apresentou 7% de veículos acima do número de veículos contabilizados no sublanço relativo ao local P2, A42 - Lordelo. O perfil de variação do número de veículos apresentou-se também muito aproximado, exibindo 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 em P2 os valores foram todos mais elevados do que os medidos em P1, à excepção do chumbo que apresentou um valor substancialmente superior em P1, no entanto muito afastado do limite legislado. Foi observado em P2 a ultrapassagem do limiar de protecção da saúde humana, para as partículas PM₁₀, apenas durante um período diário. O valor medido foi superior ao limite de 50 µg/m³ em 14%. Os valores de concentração para o benzo(a)pireno apresentaram-se, em ambos os locais, muito próximos do valor presente da Directiva Europeia (1 ng/m³).
- Apesar do perfil de variação diário das concentrações horárias ter apresentado um padrão semelhante nos dois locais, caracterizado com picos de concentração no início da manhã e final da tarde/início da noite, o ciclo de P2 exibiu valores mais acentuados. Apesar dos ciclos de variação de tráfego automóvel terem sido equivalentes nos dois locais, P2 apresenta um acréscimo bastante mais acentuado no período de final da tarde/início da noite, para os poluentes em geral. Este facto sugere que a contribuição dominante neste período do dia, seja provenientes de emissões domésticas, nomeadamente de lareiras. Os valores mais elevados registados neste período tiveram como consequência um acréscimo geral de concentrações neste local.
- A análise da contribuição efectiva da auto-estrada face às restantes direcções e segundo os ventos calmos permitiu verificar que em P1 e P2 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. Em P2 verificou-se de forma clara, à excepção dos NO₂ e NO_x, que as concentrações mais elevadas foram provenientes de sectores não influenciados pela auto-estrada, sendo a maior contribuição as emissões domésticas.
- Apesar dos níveis de concentração terem sido mais baixos em P1, verificou-se que os níveis de concentrações neste local dependeram mais 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 mais acentuado, tendo sido igualmente neste local observado a maior correlação entre os óxidos de azoto e o tráfego automóvel. O local P2, para além da contribuição do tráfego automóvel, foi exposto à contribuição de fontes domésticas, entre outras que possam existir na envolvente, nomeadamente no período de final da tarde e início da noite.

- As concentrações de SO₂ foram de uma forma global baixas para os dois locais medidos, 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 é claramente visível que em P2 a Qualidade do Ar é menor. O local P1 apresentou 86% de dias com classificação Muito Bom e nenhum dia com classificação Fraco. Já em P2 apenas 29% dos dias obtiveram Muito Bom e 14% apresentaram a classificação mais baixa da campanha, Fraco. O poluente cujas concentrações contribuíram de forma mais significativa para a degradação da Qualidade do Ar foram as partículas PM₁₀, principalmente em P2, onde se observaram valores elevados de partículas no período nocturno derivados possivelmente às emissões das lareiras domésticas.

6.2 Amostragem Passiva

- Os resultados obtidos durante as campanhas com amostradores passivos, foram relativos a sub-lanços distintos durante a campanha de Verão e Outono. Desta forma a comparação entre as duas campanhas deixa de ser tão relevante. No entanto pode-se registar que no lote 9 do IC24, durante o Verão, a concentração média de NO₂ é bastante superior à concentração média nos lotes 4 e 5. Este facto deve-se essencialmente ao maior número de fontes existentes na envolvente dos locais do lote 9.
- Relativamente à variação das concentrações, em cada campanha, verifica-se que durante o Outono os valores medidos no lote 4 foram superiores aos do lote 5, no eixo da via e a Norte do mesmo. Foi possível confirmar que a 50 metros a Norte do eixo da auto-estrada as concentrações de NO₂ são mais elevadas, e que a distâncias superiores ocorre já a influência de outras fontes aí existentes.

6.3 Síntese

Em suma, face aos resultados obtidos nas campanhas de medições de Qualidade do Ar afectas à Concessão do Grande Porto, verifica-se que os valores mantiveram-se abaixo dos valores limite da legislação à excepção dum valor médio diário de PM_{10} em P2 (Lordelo). Contudo, este valor resulta da maior exposição deste local a emissões de outro tipo de combustão que não provenientes de auto-estradas, nomeadamente de habitações domésticas (lareiras), existentes nas imediações e em direcções diferentes do posicionamento da auto-estrada. Apesar de em P1 (Alfena), o local de medição ter sido maioritariamente exposto a emissões provenientes do tráfego automóvel, os valores foram mais reduzidos e ficaram aquém dos respectivos valores limite. Verifica-se finalmente que são as partículas PM_{10} , com fontes emissoras mais expressivas que o tráfego automóvel, que condicionam de forma clara a apreciação qualitativa da Qualidade do Ar.

ANEXO I – TABELAS DE RESULTADOS

Dióxido de Enxofre (A)

Tabela 32 – 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

Tabela 33 – Resultados de Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
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	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
9	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
10	ENRG	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
11	ENRG	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
12	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
13	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
14	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
15	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
16	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
17	ENRG	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27	< 27
18	ENRG	< 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.

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

Dióxido de Azoto (A)

Tabela 34 – 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

Tabela 35 – Resultados de Dióxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	< 10	12	VERF	17	54	< 10	< 10
2	< 10	14	17	VERF	38	< 10	< 10
3	< 10	10	16	< 10	VERF	< 10	< 10
4	< 10	< 10	10	< 10	24	VERF	< 10
5	< 10	< 10	< 10	< 10	25	< 10	VERF
6	< 10	< 10	< 10	< 10	18	< 10	< 10
7	< 10	< 10	< 10	< 10	17	< 10	< 10
8	ENRG	11	< 10	11	24	< 10	19
9	ENRG	14	< 10	14	22	< 10	36
10	ENRG	ENRG	< 10	12	21	< 10	17
11	ENRG	ENRG	< 10	13	20	< 10	16
12	ENRG	< 10	< 10	< 10	20	< 10	14
13	ENRG	< 10	< 10	< 10	14	< 10	12
14	ENRG	< 10	< 10	10	12	< 10	16
15	ENRG	10	< 10	< 10	< 10	< 10	12
16	ENRG	14	< 10	20	12	< 10	15
17	ENRG	11	21	47	38	< 10	23
18	ENRG	< 10	24	44	44	< 10	47
19	74	41	36	67	46	< 10	71
20	73	54	40	64	38	< 10	49
21	59	44	35	64	35	< 10	29
22	40	39	41	57	27	< 10	12
23	17	35	29	58	19	< 10	10
24	VERF	33	25	55	14	< 10	< 10

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.

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

Óxidos de Azoto (A)

Tabela 36 – 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

Tabela 37 – Resultados de Óxido de Azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	< 10	15	VERF	21	101	11	< 10
2	< 10	17	22	VERF	59	< 10	< 10
3	< 10	13	22	< 10	VERF	< 10	< 10
4	< 10	10	14	< 10	34	VERF	< 10
5	< 10	< 10	11	< 10	34	< 10	VERF
6	< 10	11	11	< 10	24	< 10	< 10
7	< 10	10	< 10	< 10	30	< 10	< 10
8	ENRG	16	11	18	74	< 10	31
9	ENRG	25	< 10	22	73	< 10	63
10	ENRG	ENRG	< 10	21	56	< 10	26
11	ENRG	ENRG	< 10	23	45	< 10	31
12	ENRG	12	17	13	40	< 10	25
13	ENRG	11	12	15	25	< 10	18
14	ENRG	12	< 10	14	18	< 10	25
15	ENRG	13	< 10	12	< 10	< 10	19
16	ENRG	19	< 10	28	14	< 10	23
17	ENRG	14	27	67	51	< 10	32
18	ENRG	< 10	32	68	76	< 10	69
19	171	53	56	193	88	< 10	171
20	192	79	60	140	54	< 10	79
21	111	64	48	147	61	< 10	41
22	68	53	57	147	41	< 10	15
23	22	47	39	120	24	< 10	13
24	VERF	48	33	112	16	< 10	< 10

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.

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

Monóxido de Carbono (A)

Tabela 38 – 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

Tabela 39 – Resultados de Monóxido de Carbono (mg/m³) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

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	< 0,23	0.26	VERF	0.31	0.63	0.36	< 0,23
2	< 0,23	0.26	0.37	VERF	0.56	0.31	< 0,23
3	< 0,23	0.25	0.35	< 0,23	VERF	0.29	< 0,23
4	< 0,23	0.23	0.29	< 0,23	0.44	VERF	< 0,23
5	< 0,23	< 0,23	0.27	< 0,23	0.43	0.27	VERF
6	< 0,23	< 0,23	0.26	< 0,23	0.38	0.27	< 0,23
7	< 0,23	< 0,23	0.24	< 0,23	0.35	< 0,23	< 0,23
8	ENRG	< 0,23	0.24	0.24	0.47	0.23	< 0,23
9	ENRG	0.26	< 0,23	< 0,23	0.47	< 0,23	< 0,23
10	ENRG	ENRG	0.26	0.28	0.77	< 0,23	< 0,23
11	ENRG	ENRG	0.31	0.31	0.71	< 0,23	< 0,23
12	ENRG	0.31	0.81	0.24	0.51	< 0,23	< 0,23
13	ENRG	0.31	0.57	0.27	0.47	< 0,23	< 0,23
14	ENRG	0.28	0.33	0.28	0.37	< 0,23	< 0,23
15	ENRG	0.25	0.27	0.25	0.24	< 0,23	< 0,23
16	ENRG	0.26	< 0,23	0.26	0.27	< 0,23	< 0,23
17	ENRG	0.28	0.32	0.35	0.31	< 0,23	< 0,23
18	ENRG	0.25	0.41	0.36	0.65	< 0,23	< 0,23
19	0.72	0.64	0.43	0.71	1.15	< 0,23	0.52
20	1.04	0.63	0.48	0.92	1.29	< 0,23	0.52
21	0.76	0.65	0.50	0.83	0.70	< 0,23	0.46
22	0.82	0.61	0.54	1.18	0.55	< 0,23	0.29
23	0.31	0.58	0.39	0.91	0.46	< 0,23	0.26
24	VERF	0.52	0.40	0.66	0.41	< 0,23	0.25

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 40 – 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

Tabela 41 – Resultados de PM₁₀ (µg/m³) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	ug/m ³						
1	<17	51	47	26	EQUIP	38	<17
2	<17	51	47	26	104	38	<17
3	<17	20	47	26	104	38	<17
4	<17	20	23	<17	43	<17	<17
5	<17	20	23	<17	43	<17	<17
6	<17	<17	23	<17	43	<17	<17
7	<17	<17	<17	<17	19	<17	<17
8	ENRG	<17	<17	<17	19	<17	<17
9	ENRG	<17	<17	<17	19	<17	<17
10	ENRG	ENRG	<17	<17	<17	23	18
11	ENRG	ENRG	<17	<17	<17	23	18
12	ENRG	<17	<17	<17	<17	23	18
13	ENRG	27	24	21	42	33	<17
14	ENRG	27	24	21	42	33	<17
15	ENRG	27	24	21	42	33	<17
16	ENRG	27	<17	30	42	43	<17
17	ENRG	27	<17	30	42	43	<17
18	ENRG	27	<17	30	42	43	<17
19	36	35	21	63	98	25	19
20	EQUIP	35	21	63	98	25	19
21	EQUIP	35	21	EQUIP	98	25	19
22	EQUIP	78	32	EQUIP	111	<17	51
23	EQUIP	78	32	EQUIP	111	<17	51
24	EQUIP	78	32	EQUIP	111	<17	51

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.

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

PTS (A)

Tabela 42 – 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

Tabela 43 – Resultados de PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A41 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	<17	51	47	26	EQUIP	38	<17
2	<17	51	47	26	104	38	<17
3	<17	20	47	26	104	38	<17
4	<17	20	23	<17	43	<17	<17
5	<17	20	23	<17	43	<17	<17
6	<17	<17	23	<17	43	<17	<17
7	<17	<17	<17	<17	19	<17	<17
8	ENRG	<17	<17	<17	19	<17	<17
9	ENRG	<17	<17	<17	19	<17	<17
10	ENRG	ENRG	<17	<17	<17	23	18
11	ENRG	ENRG	<17	<17	<17	23	18
12	ENRG	<17	<17	<17	<17	23	18
13	ENRG	27	24	21	42	33	<17
14	ENRG	27	24	21	42	33	<17
15	ENRG	27	24	21	42	33	<17
16	ENRG	27	<17	30	42	43	<17
17	ENRG	27	<17	30	42	43	<17
18	ENRG	27	<17	30	42	43	<17
19	36	35	21	63	98	25	19
20	EQUIP	35	21	63	98	25	19
21	EQUIP	35	21	EQUIP	98	25	19
22	EQUIP	78	32	EQUIP	111	<17	51
23	EQUIP	78	32	EQUIP	111	<17	51
24	EQUIP	78	32	EQUIP	111	<17	51

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.

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

Benzeno (NA)

Tabela 44 – 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

Tabela 45 – Resultados de Benzeno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	0.2	0.3	1.2	0.8	2.7	1.0	<0,10
2	0.2	0.3	0.8	0.4	2.5	0.7	<0,10
3	0.2	0.3	0.7	0.3	2.0	0.6	<0,10
4	0.2	0.2	0.4	0.3	1.6	0.4	EQUIP.
5	0.2	0.2	0.4	0.2	1.4	0.3	EQUIP.
6	0.1	0.2	0.4	0.2	1.2	0.2	EQUIP.
7	0.2	0.2	0.4	0.2	1.0	0.2	EQUIP.
8	0.8	0.2	0.3	0.2	1.1	0.2	EQUIP.
9	0.7	0.4	0.3	0.3	1.5	0.2	EQUIP.
10	0.6	0.5	0.4	0.5	2.0	0.4	EQUIP.
11	0.4	0.7	0.8	0.8	1.8	0.4	EQUIP.
12	0.3	0.8	7.0	0.6	2.0	0.3	EQUIP.
13	0.2	0.7	1.7	0.5	2.1	0.1	EQUIP.
14	0.2	0.4	0.7	0.5	1.3	<0,10	EQUIP.
15	0.1	0.2	0.6	0.4	0.7	0.1	EQUIP.
16	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.3	EQUIP.
17	0.2	0.4	0.4	0.7	0.7	0.3	EQUIP.
18	1.2	0.3	0.6	0.6	1.5	0.3	EQUIP.
19	3.4	2.1	0.6	1.7	6.9	0.2	EQUIP.
20	2.9	2.0	1.1	6.9	4.8	0.2	EQUIP.
21	2.4	2.1	1.7	6.0	3.1	<0,10	EQUIP.
22	2.9	2.1	1.6	6.2	2.2	<0,10	EQUIP.
23	0.6	1.9	1.1	5.3	1.2	<0,10	EQUIP.
24	0.3	1.4	0.9	3.8	1.2	<0,10	EQUIP.

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.

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

Tolueno (NA)

Tabela 46 – 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

Tabela 47 – Resultados de Tolueno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	1.7	1.0	2.2	1.2	47.7	6.6	<0,10
2	0.9	0.9	1.2	0.9	38.3	4.1	<0,10
3	0.4	0.7	1.1	0.6	25.3	3.2	<0,10
4	0.6	0.5	0.6	0.6	14.9	2.1	EQUIP.
5	0.4	0.6	0.5	0.5	12.1	0.4	EQUIP.
6	0.4	0.4	0.5	0.4	8.6	0.3	EQUIP.
7	0.5	0.5	0.8	0.4	6.6	0.2	EQUIP.
8	1.1	0.6	0.6	0.4	6.5	0.3	EQUIP.
9	9.1	4.1	0.7	1.2	11.1	1.5	EQUIP.
10	17.4	11.4	0.8	6.7	26.1	5.2	EQUIP.
11	8.6	11.0	0.9	15.9	29.8	10.5	EQUIP.
12	3.8	7.3	1.6	12.7	31.8	6.1	EQUIP.
13	2.5	4.5	1.1	6.8	34.2	1.1	EQUIP.
14	0.7	2.9	0.8	5.2	14.9	1.3	EQUIP.
15	2.0	1.2	0.9	4.0	13.0	3.8	EQUIP.
16	4.8	0.5	0.8	3.4	8.3	2.8	EQUIP.
17	9.5	0.6	0.9	3.2	6.5	3.4	EQUIP.
18	33.8	0.3	1.1	2.7	16.0	7.3	EQUIP.
19	60.8	5.9	0.9	23.8	40.1	1.3	EQUIP.
20	69.2	2.5	1.1	115.2	56.5	0.3	EQUIP.
21	35.9	4.2	1.2	78.1	33.6	0.2	EQUIP.
22	16.2	4.2	1.5	126.7	19.2	<0,10	EQUIP.
23	2.5	3.3	1.4	105.6	8.7	<0,10	EQUIP.
24	1.1	2.5	1.4	77.4	8.7	<0,10	EQUIP.

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.

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

Xilenos (NA)

Tabela 48 – 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

Tabela 49 – Resultados de Xilenos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
1	1.7	1.3	1.7	0.9	45.5	7.6	<0,10
2	1.0	0.9	0.8	0.8	37.4	5.3	<0,10
3	0.5	0.8	0.8	0.7	26.8	4.3	<0,10
4	0.6	0.6	0.4	0.7	17.9	2.9	EQUIP.
5	0.5	0.6	0.3	0.6	13.9	0.4	EQUIP.
6	0.4	0.4	0.4	0.6	10.3	0.3	EQUIP.
7	0.4	0.5	0.7	0.6	7.9	0.2	EQUIP.
8	1.0	0.6	0.5	0.6	7.1	0.3	EQUIP.
9	4.9	3.6	0.7	0.8	7.7	0.6	EQUIP.
10	9.9	8.8	0.8	2.1	16.4	2.3	EQUIP.
11	5.0	6.2	0.8	4.3	20.3	4.2	EQUIP.
12	2.0	3.9	0.9	4.4	22.2	3.0	EQUIP.
13	1.2	2.6	1.0	3.3	23.0	0.5	EQUIP.
14	0.4	0.9	1.1	2.8	10.8	0.7	EQUIP.
15	0.7	0.3	1.1	2.3	11.3	2.3	EQUIP.
16	2.6	0.2	1.2	2.1	7.9	1.9	EQUIP.
17	8.8	0.5	1.2	2.0	6.0	2.2	EQUIP.
18	42.5	0.3	1.2	1.6	9.4	5.1	EQUIP.
19	47.0	4.4	0.9	12.1	23.8	0.7	EQUIP.
20	66.2	1.8	0.9	66.5	42.5	0.2	EQUIP.
21	41.0	2.7	0.9	56.8	27.6	0.2	EQUIP.
22	19.1	2.8	1.0	83.3	18.9	<0,10	EQUIP.
23	2.7	2.3	1.0	83.1	10.2	<0,10	EQUIP.
24	1.3	1.8	1.0	68.0	9.4	<0,10	EQUIP.

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.

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

Volume de Tráfego

Tabela 50 – 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

Tabela 51 – Resultados de Volume de Tráfego (nº. de veículos) referentes às medições realizadas em P2 – A42 Lordelo

Ano	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006
Mês	11	11	11	11	11	11	11
Dia	10	11	12	13	14	15	16
Hora	ug/m ³						
1	149	252	335	99	102	117	156
2	78	204	271	65	61	72	107
3	76	128	167	44	58	57	92
4	83	118	154	72	75	57	82
5	120	140	115	118	112	103	109
6	390	270	129	372	319	360	355
7	1582	681	268	1661	1617	1616	1514
8	1794	994	315	2017	2067	1950	1974
9	1561	1031	547	1543	1612	1622	1586
10	1305	1038	696	1314	1251	1373	1426
11	1192	937	810	1142	1189	1232	1205
12	1109	970	820	1113	1070	1090	1098
13	1124	920	830	1131	1127	1164	1255
14	1373	1176	1442	1421	1315	1356	1404
15	1515	1262	1830	1472	1394	1387	1458
16	1509	1313	1628	1494	1545	1551	1612
17	1905	1453	1731	1939	1887	1995	2167
18	2020	1351	1631	2068	2102	2019	2179
19	1648	1212	1218	1553	1505	1481	1603
20	1233	797	994	1000	1016	1062	1124
21	786	774	813	581	624	607	683
22	643	665	636	478	486	451	569
23	602	725	408	417	451	454	513
24	279	472	597	203	250	326	359

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)

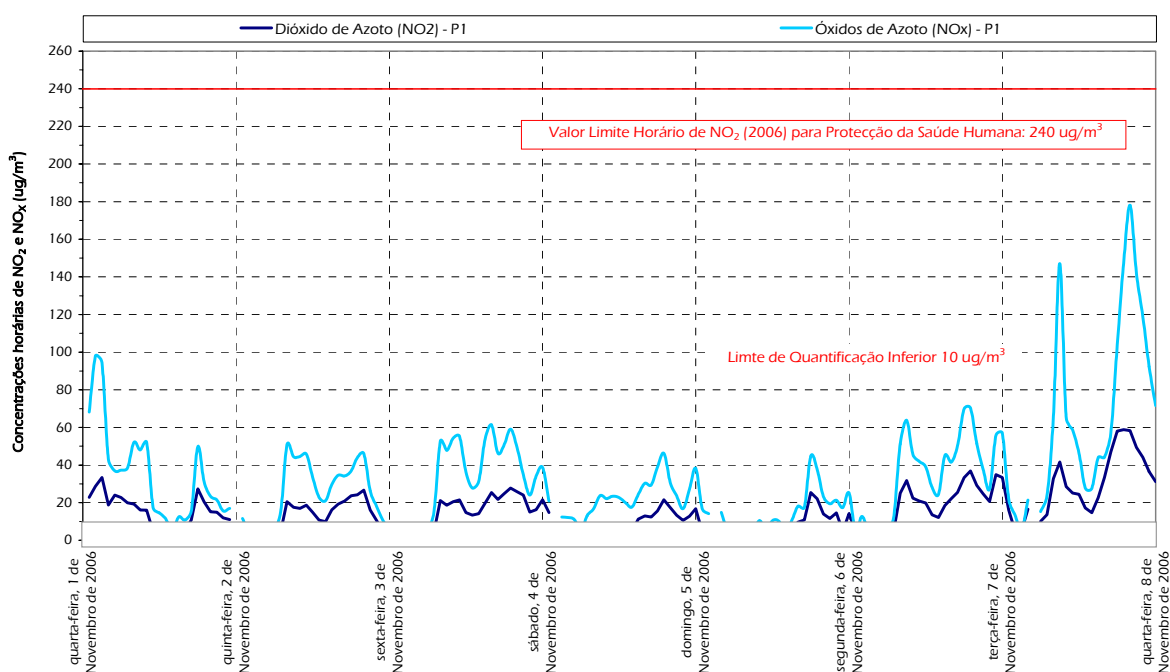


Figura 20 – Gráfico representativo dos resultados horários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.

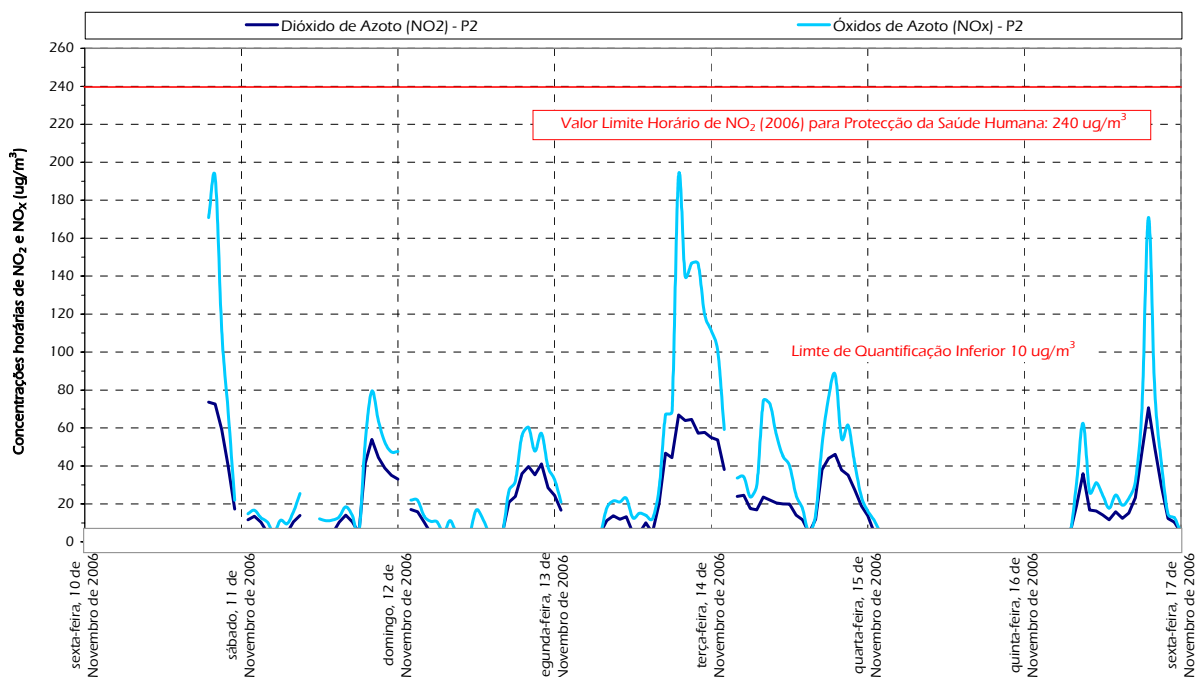


Figura 21 – Gráfico representativo dos resultados horários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P2.

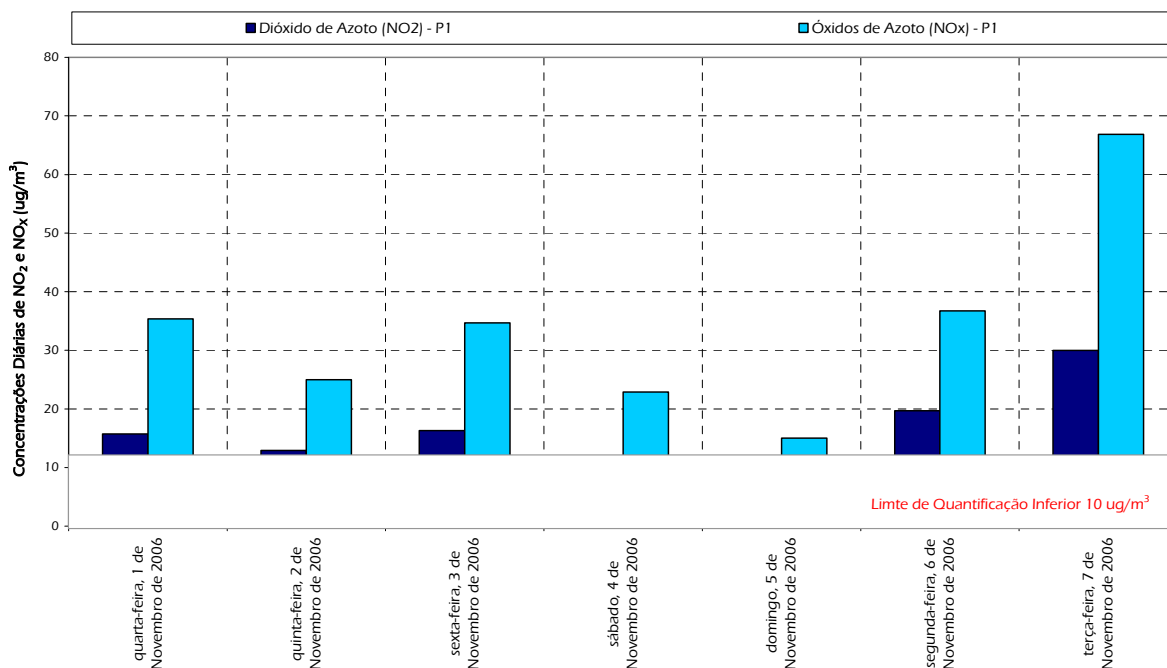


Figura 22 – Gráfico representativo dos resultados diários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P1.

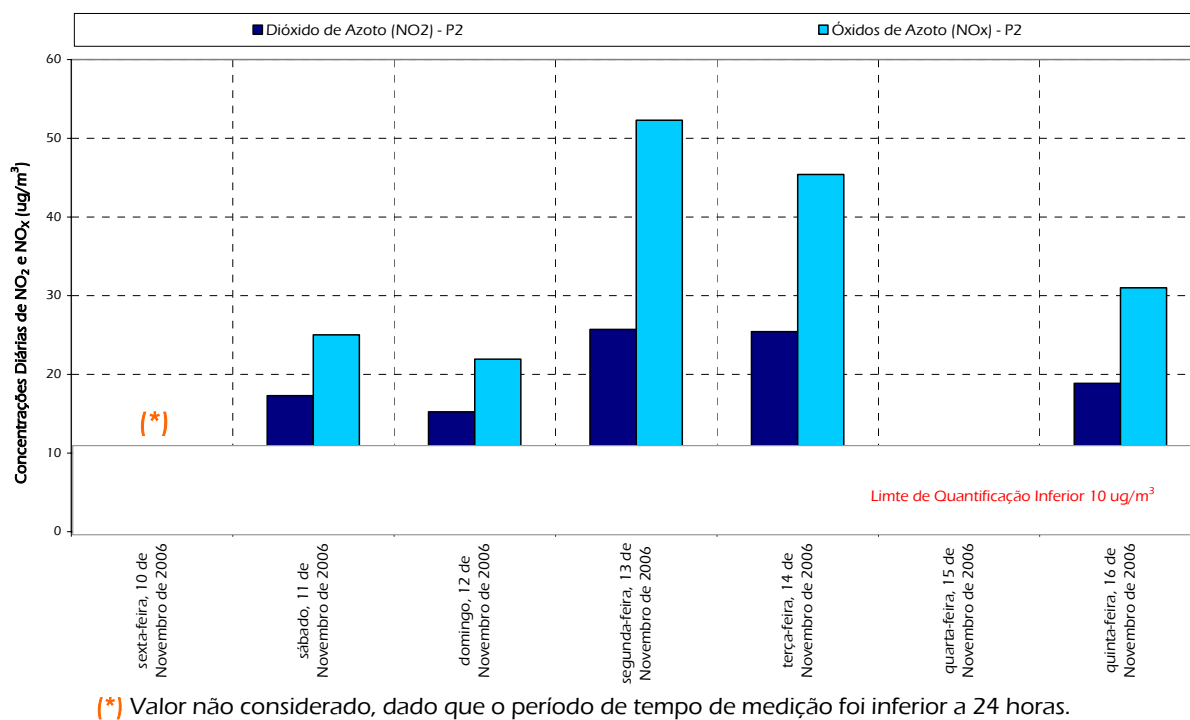


Figura 23 – Gráfico representativo dos resultados diários de Dióxido de Azoto (A) e Óxidos de Azoto (A) obtidos no Ponto P2.

Monóxido de Carbono (A)

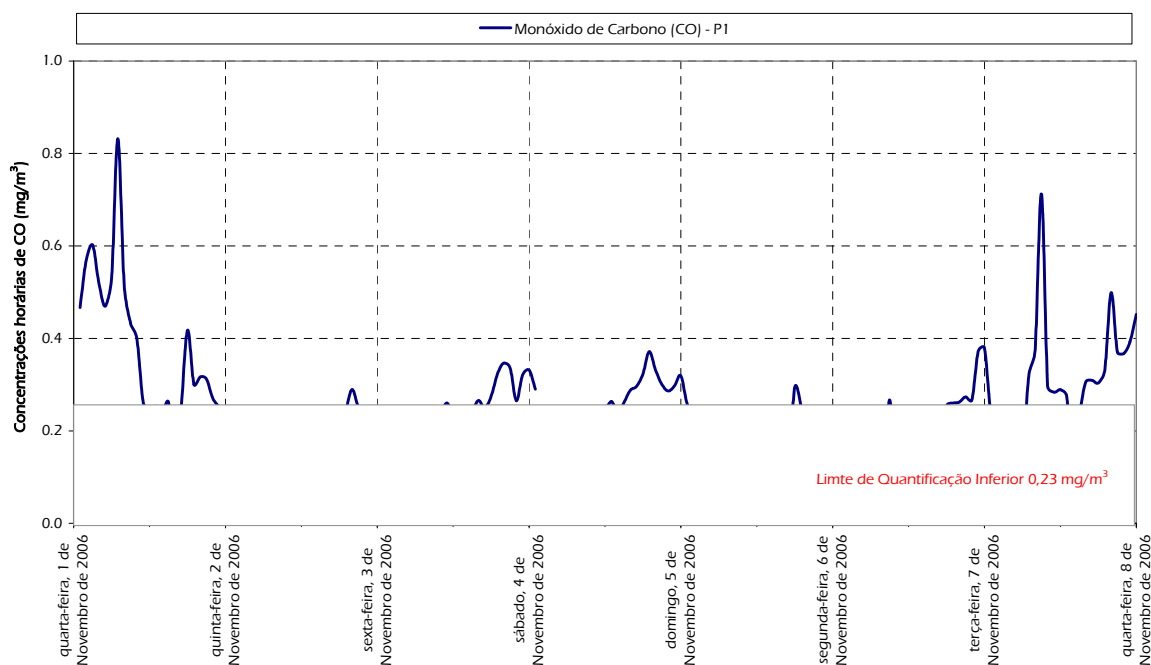


Figura 24 – Gráfico representativo dos resultados horários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.

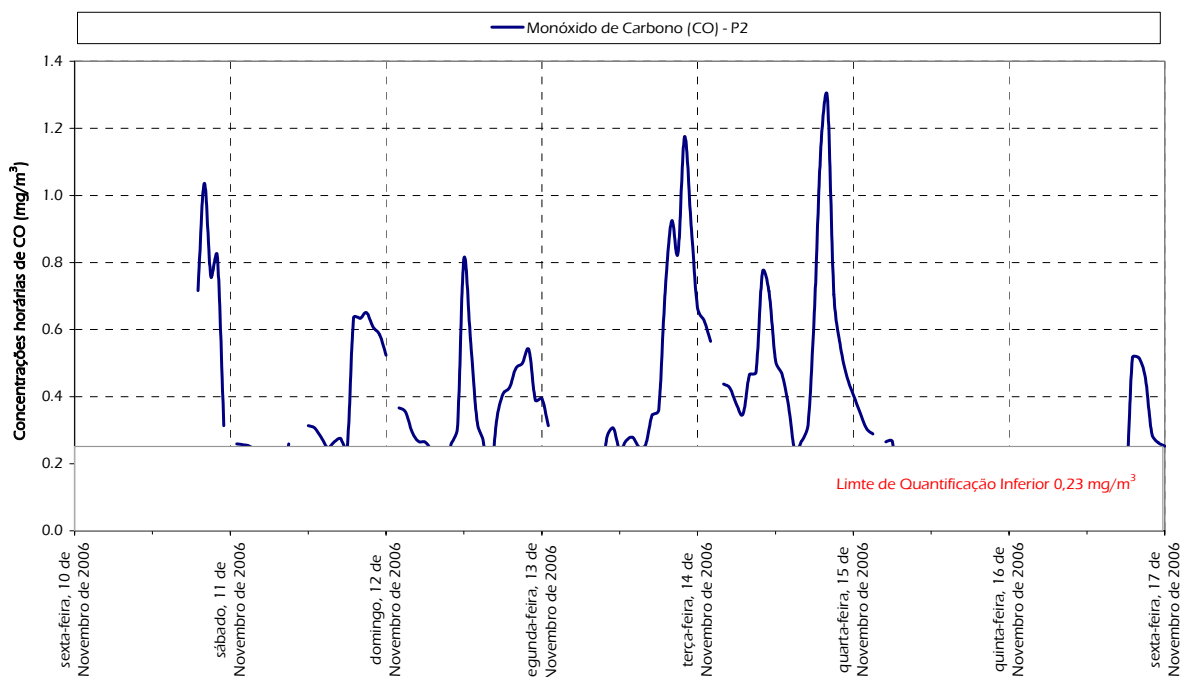


Figura 25 – Gráfico representativo dos resultados horários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P2.

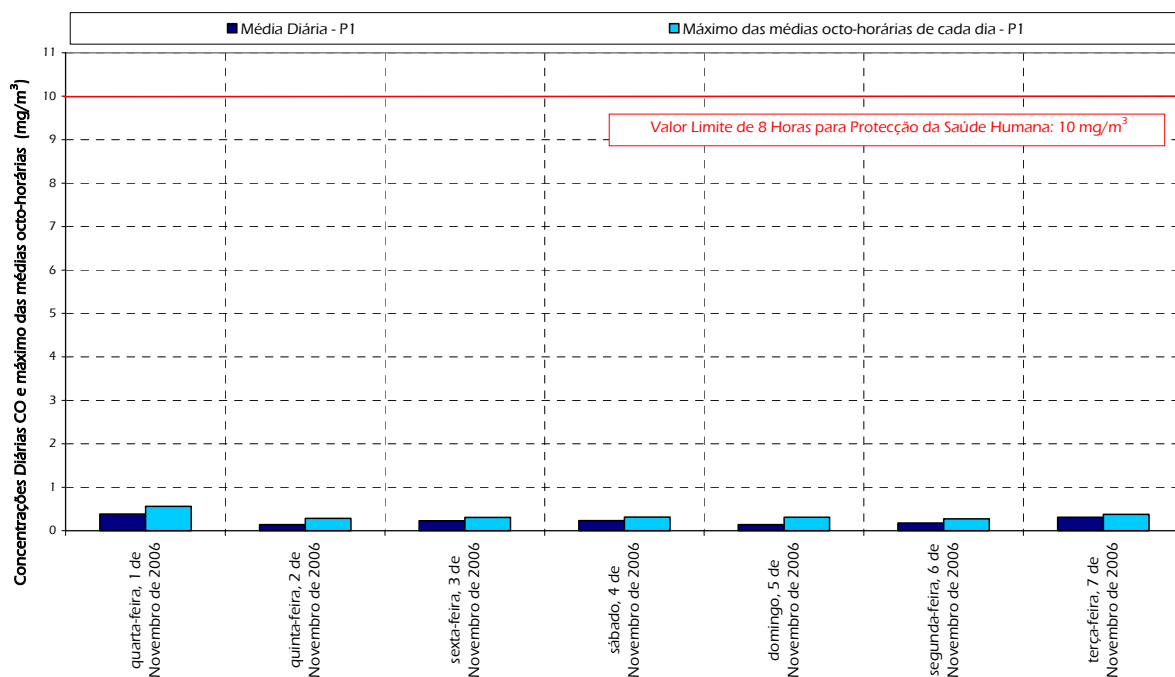


Figura 26 – Gráfico representativo dos resultados máximos octo-horários e diários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P1.

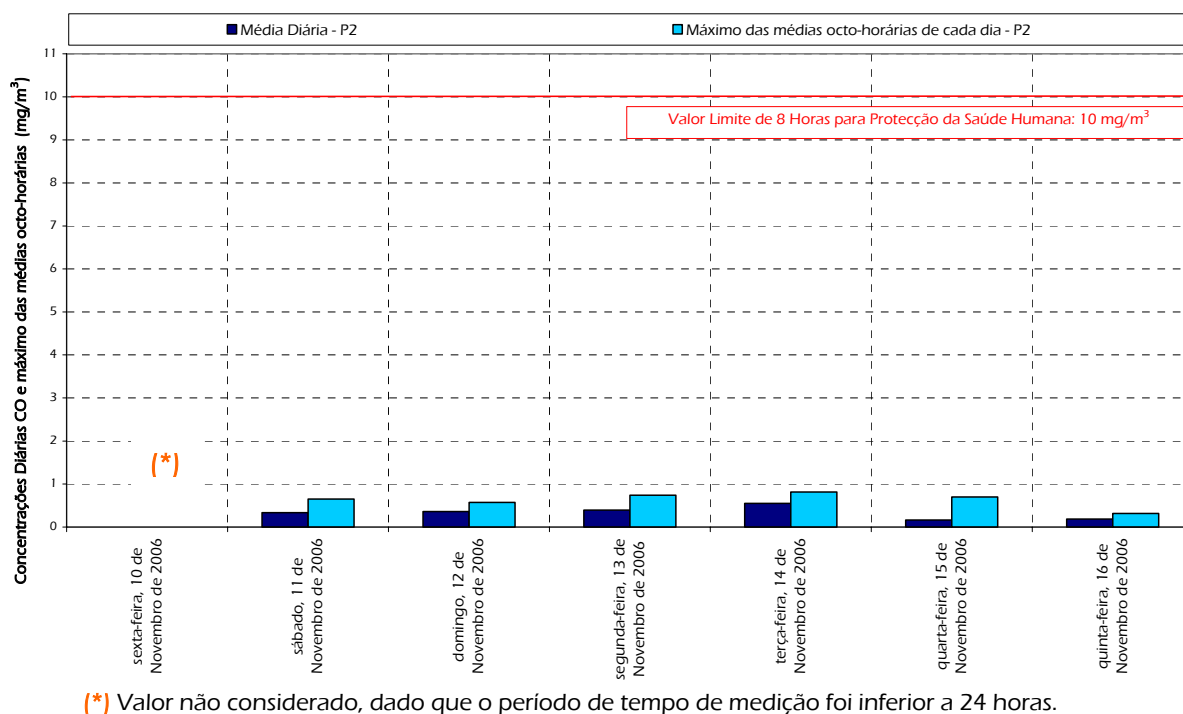


Figura 27 – Gráfico representativo dos resultados máximos octo-horários e diários de Monóxido de Carbono (A) obtidos no Ponto P2.

Partículas PM₁₀ e PTS (A)

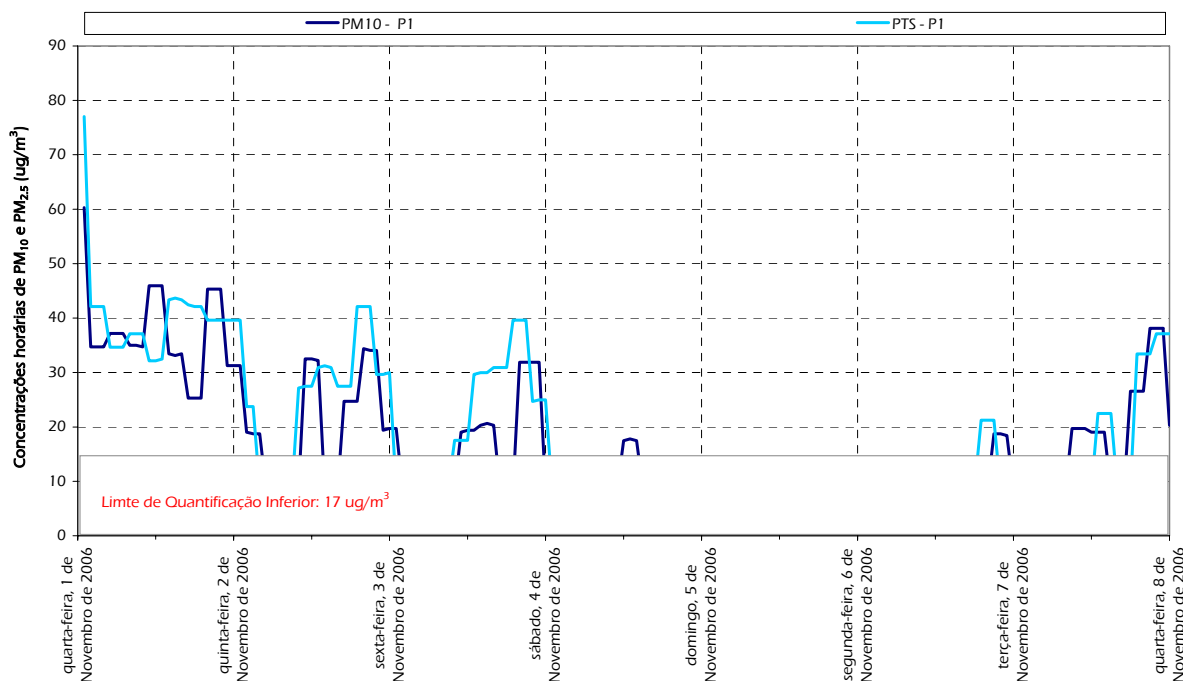


Figura 28 – Gráfico representativo dos resultados horários de PM₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.

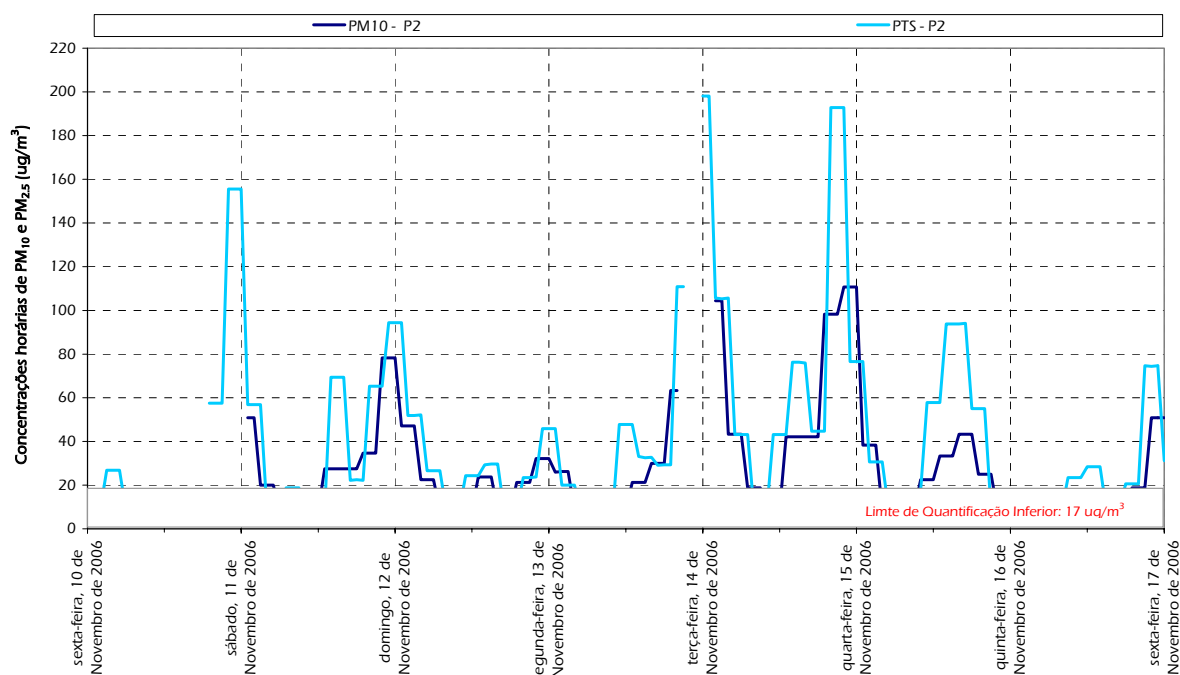


Figura 29 – Gráfico representativo dos resultados horários de PM₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P2.

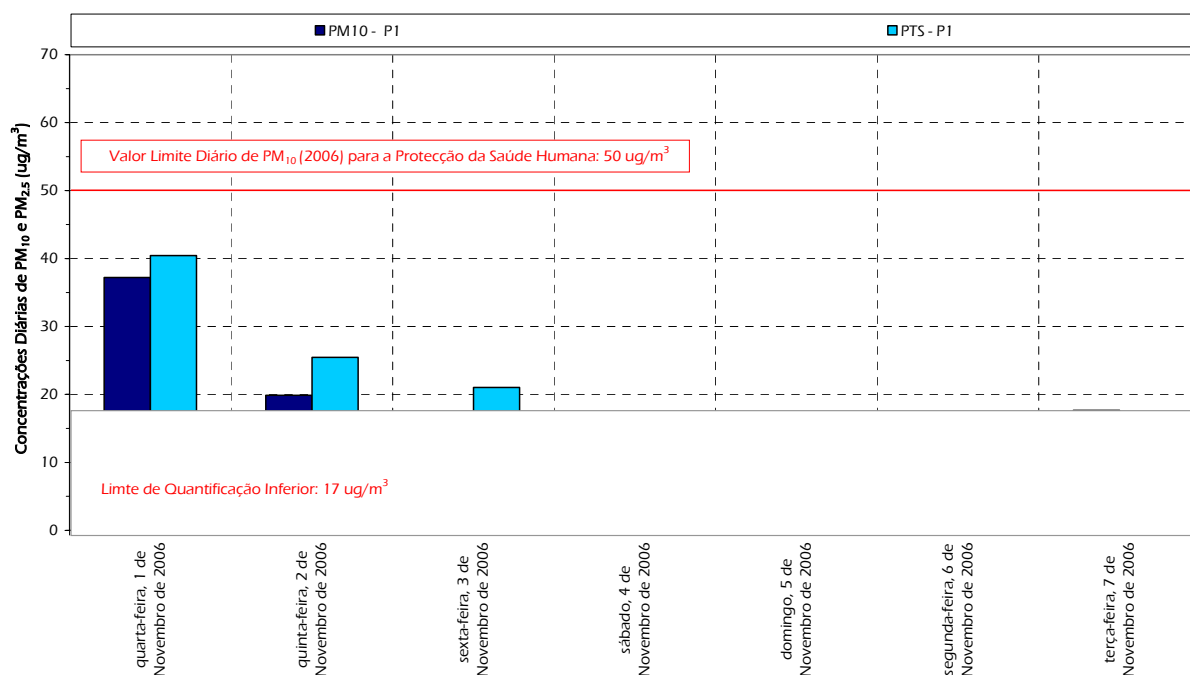


Figura 30 – Gráfico representativo dos resultados diários de PM₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P1.

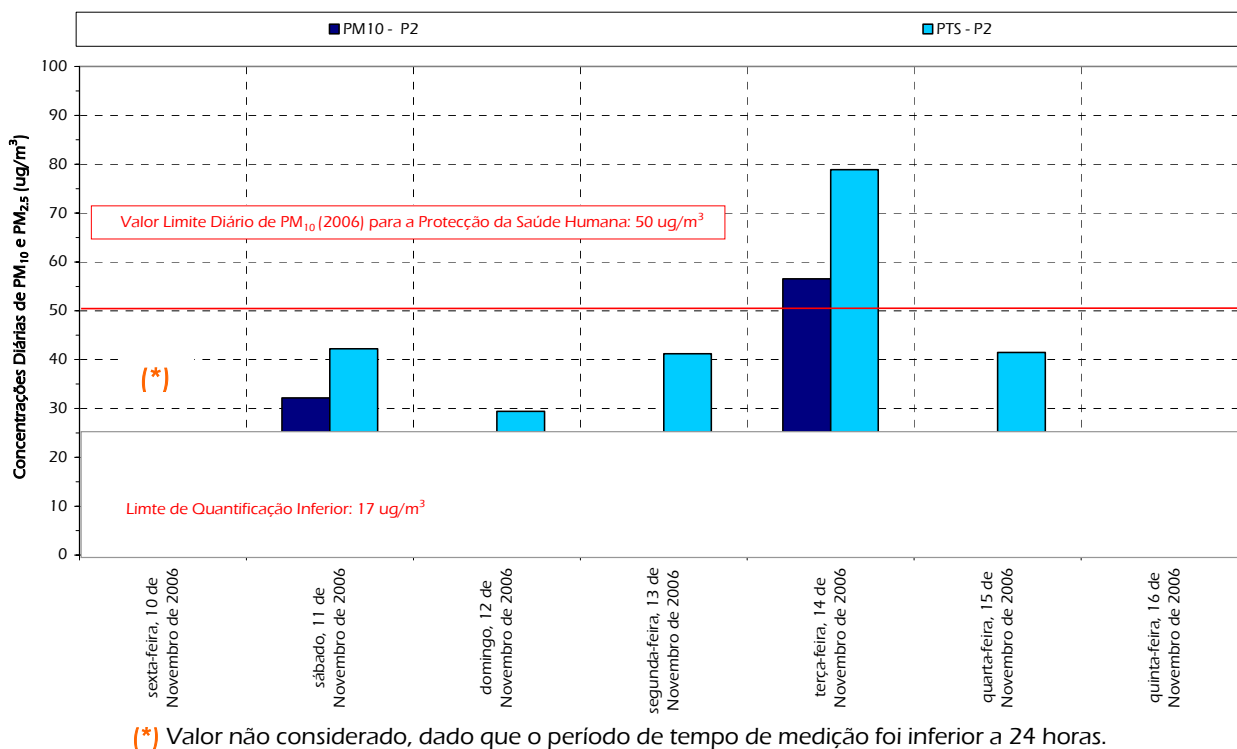


Figura 31 – Gráfico representativo dos resultados diários de PM₁₀ e PTS (A) obtidos no Ponto P2.

Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA)

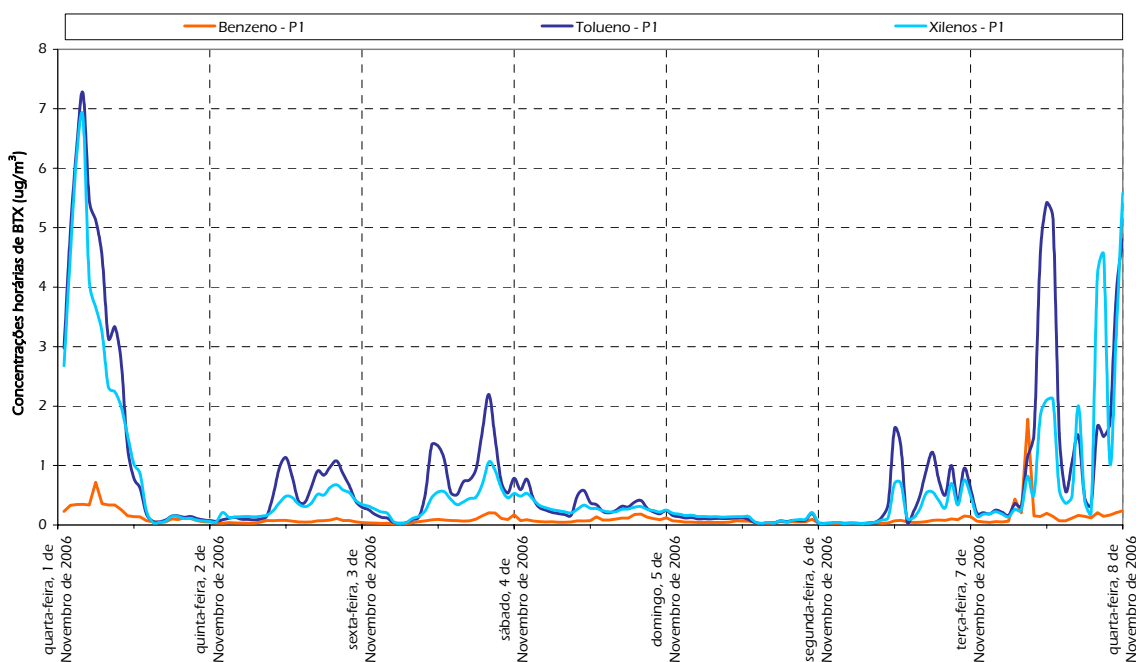


Figura 32 – Gráfico representativo dos resultados horários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.

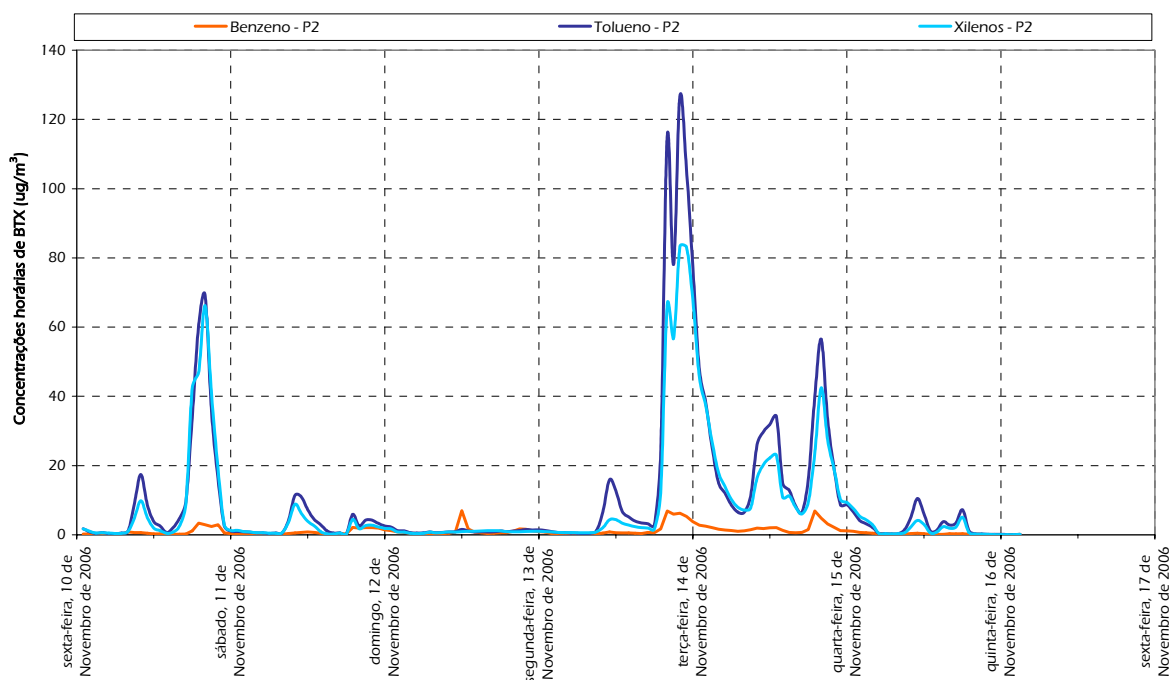


Figura 33 – Gráfico representativo dos resultados horários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P2.

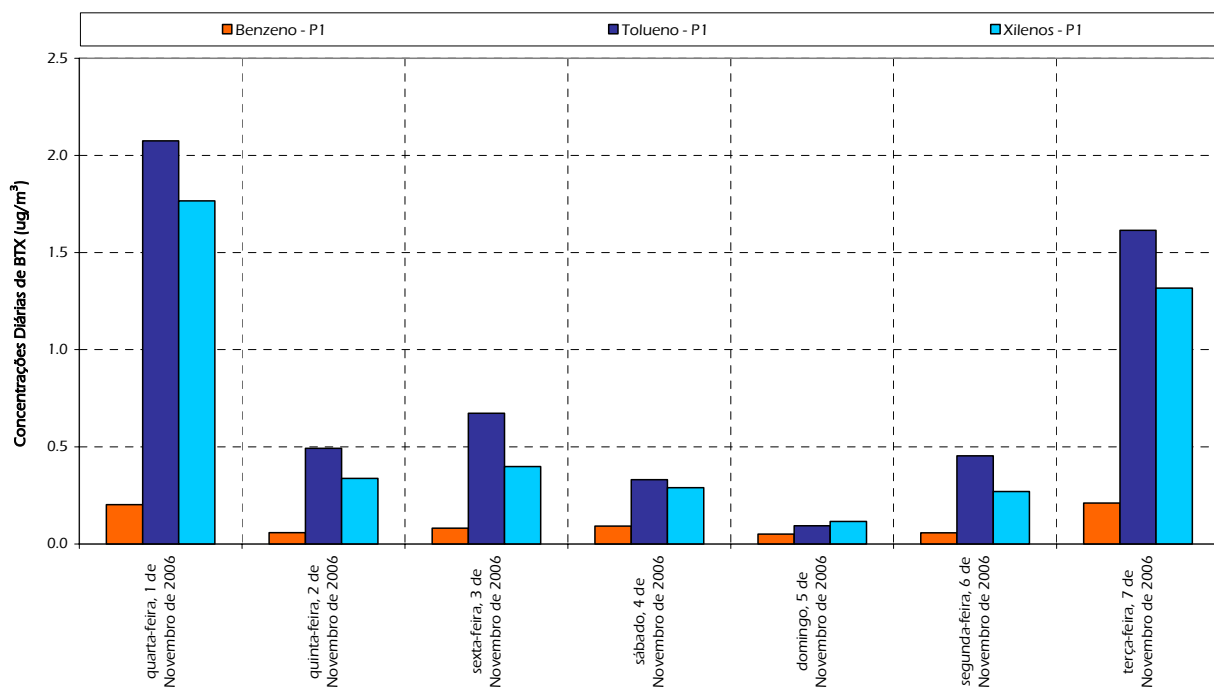


Figura 34 – Gráfico representativo dos resultados diários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P1.

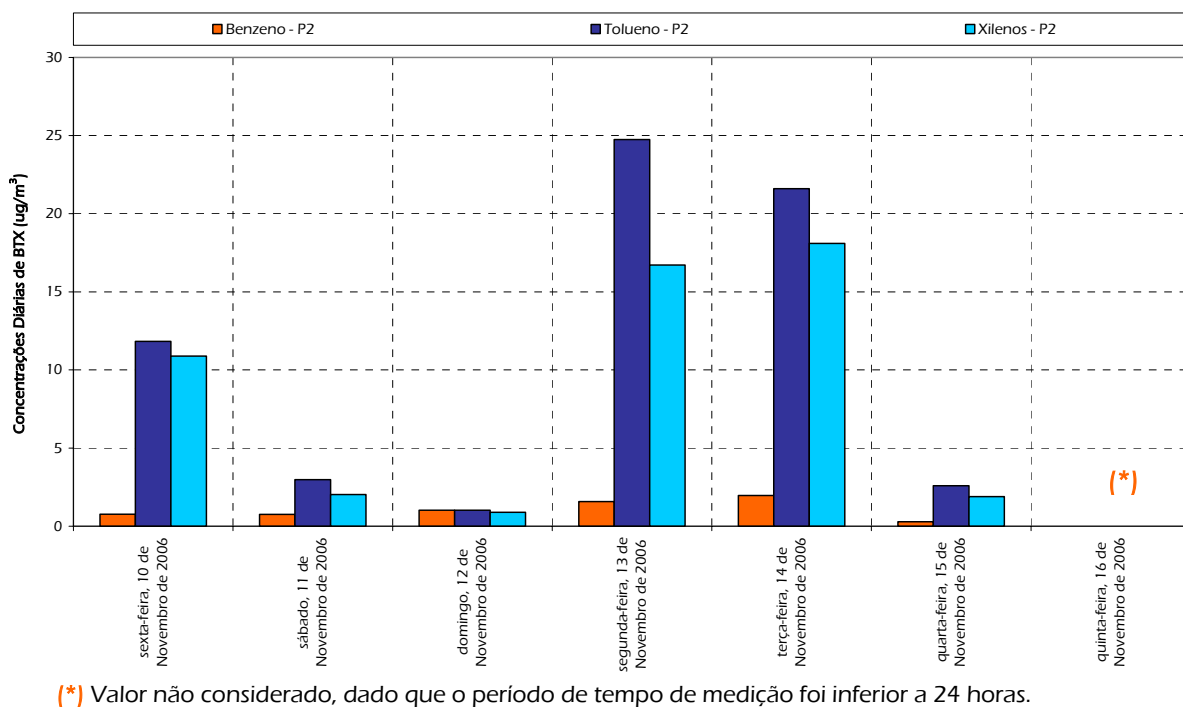


Figura 35 – Gráfico representativo dos resultados diários de Benzeno, Tolueno e Xilenos (NA) obtidos no Ponto P2.

ANEXO III – GRÁFICOS DE RESULTADOS METEOROLÓGICOS

Radiação Solar e Quantidade de Precipitação

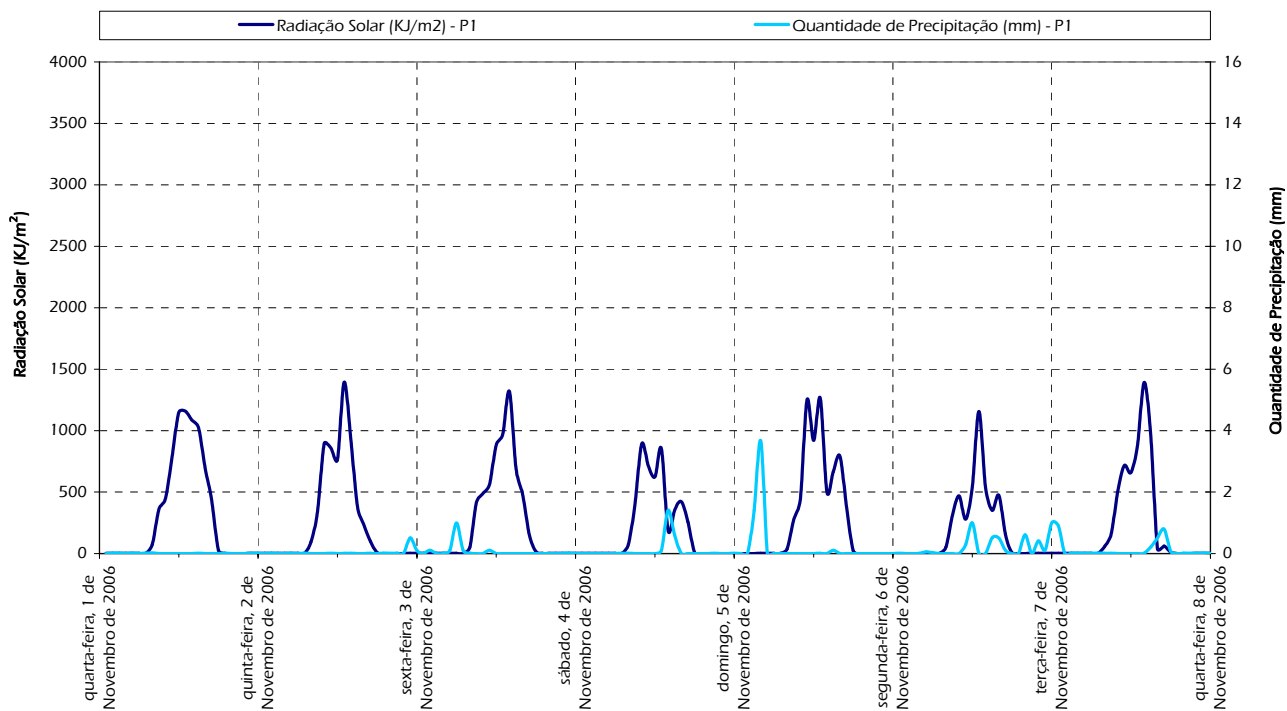


Figura 36 – Variação temporal das médias horárias de radiação solar e de quantidade de precipitação durante as medições ocorridas no Ponto P1.

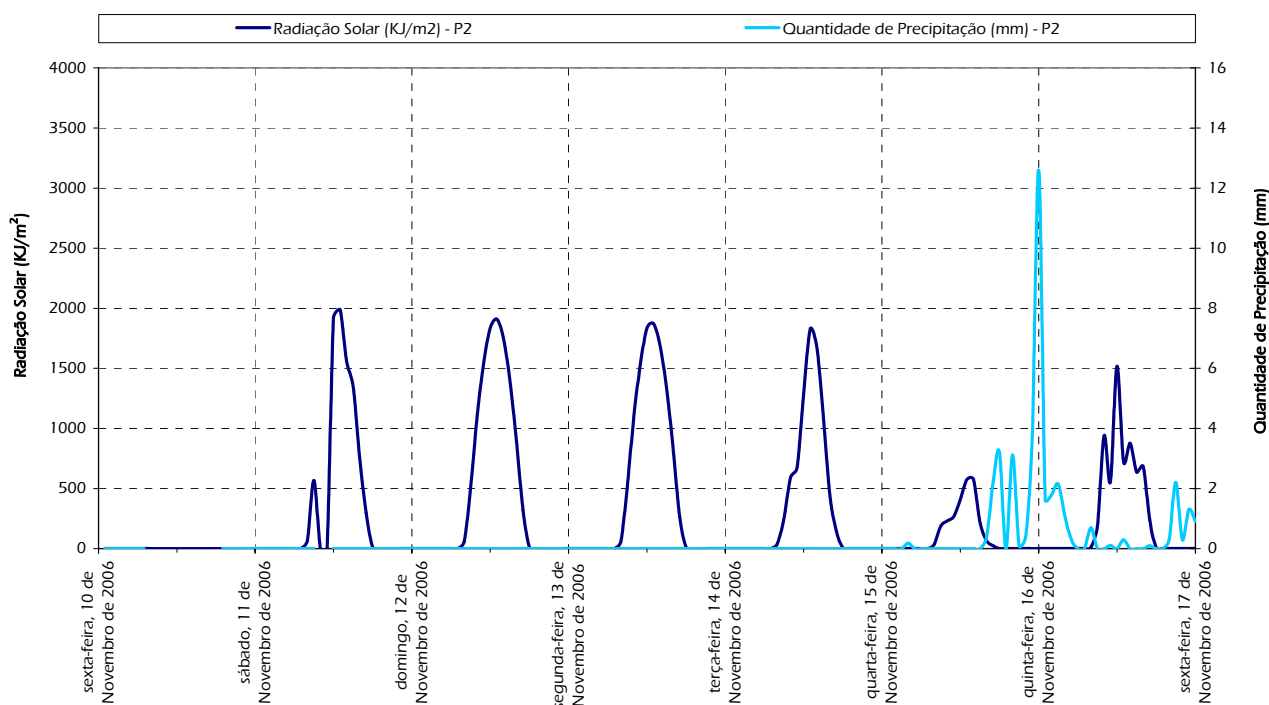


Figura 37 – Variação temporal das médias horárias de radiação solar e de quantidade de precipitação durante as medições ocorridas no Ponto P2.

Temperatura do Ar e Humidade Relativa

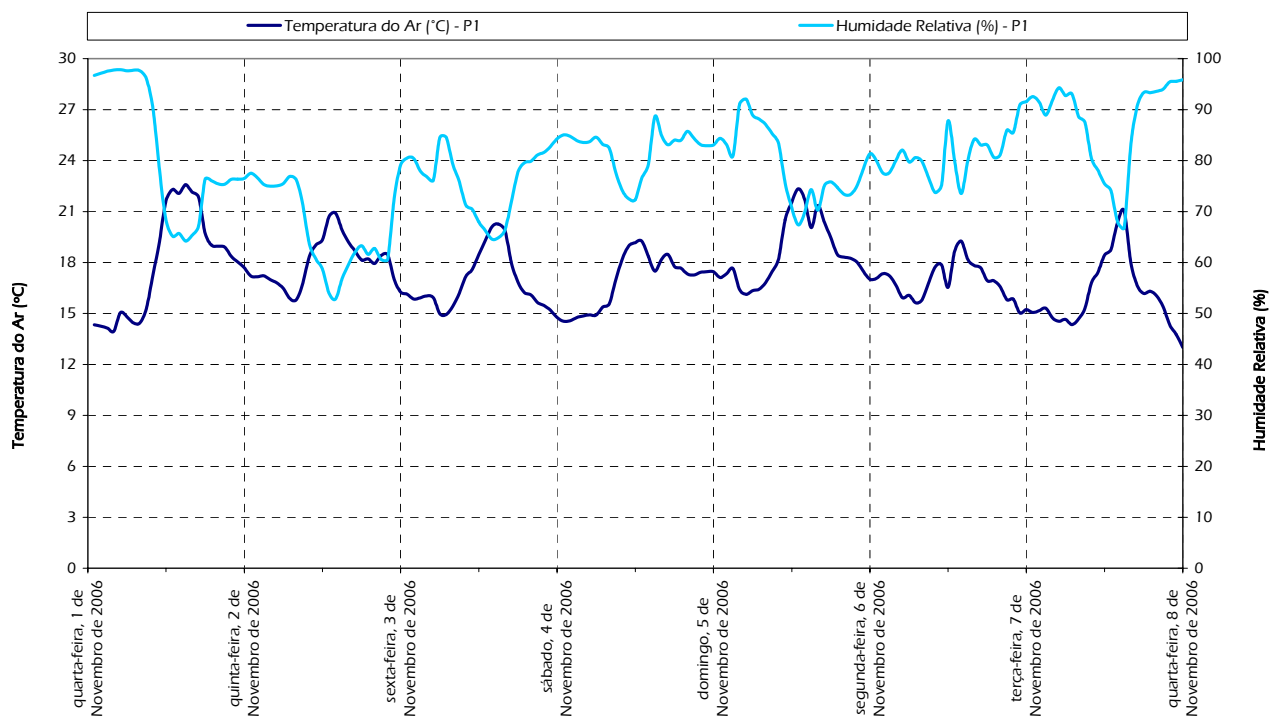


Figura 38 – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar e humidade relativa durante as medições ocorridas no Ponto P1.

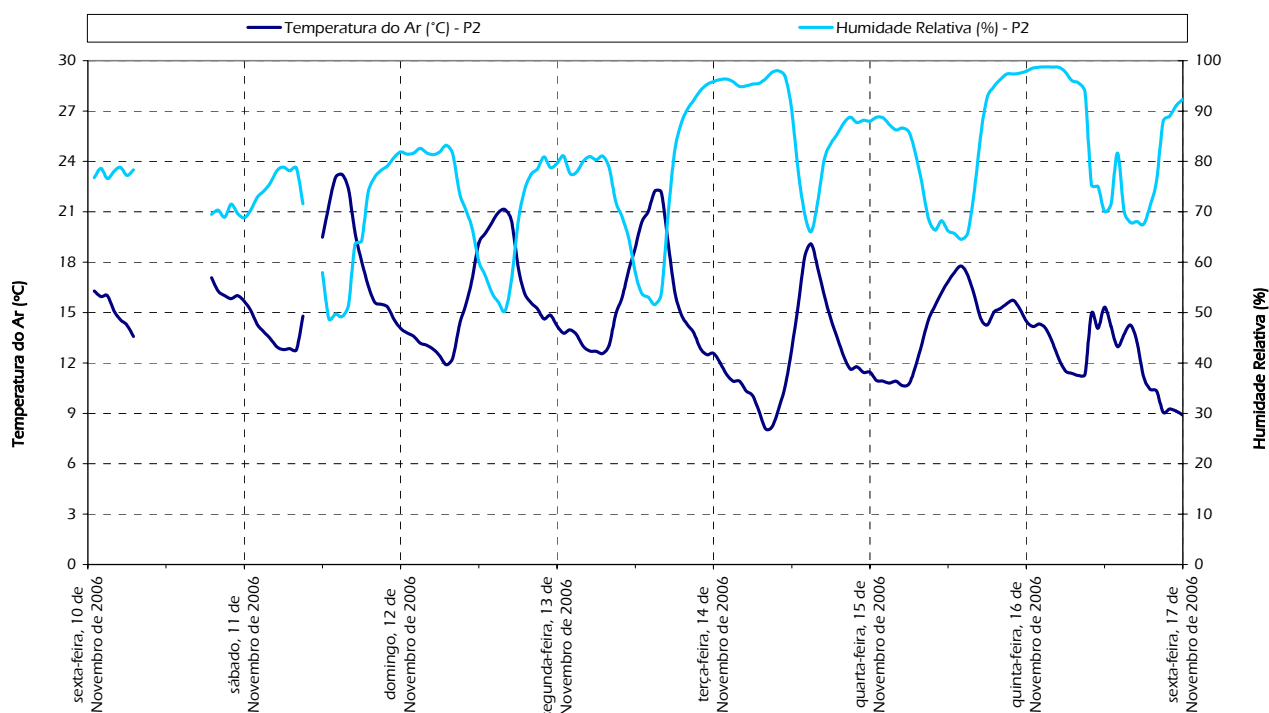


Figura 39 – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar e humidade relativa durante as medições ocorridas no Ponto P2.

Velocidade e Direcção do Vento

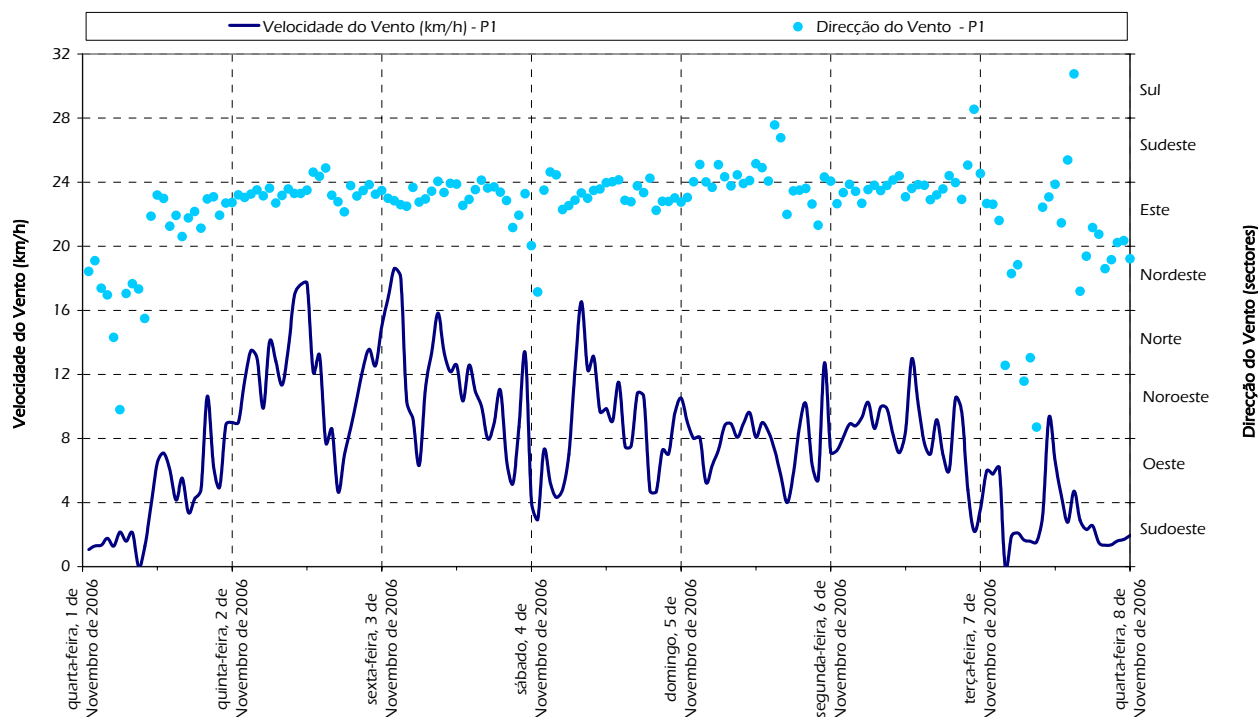


Figura 40 – Variação temporal das médias horárias de direcção e velocidade do vento durante as medições ocorridas no Ponto P1.

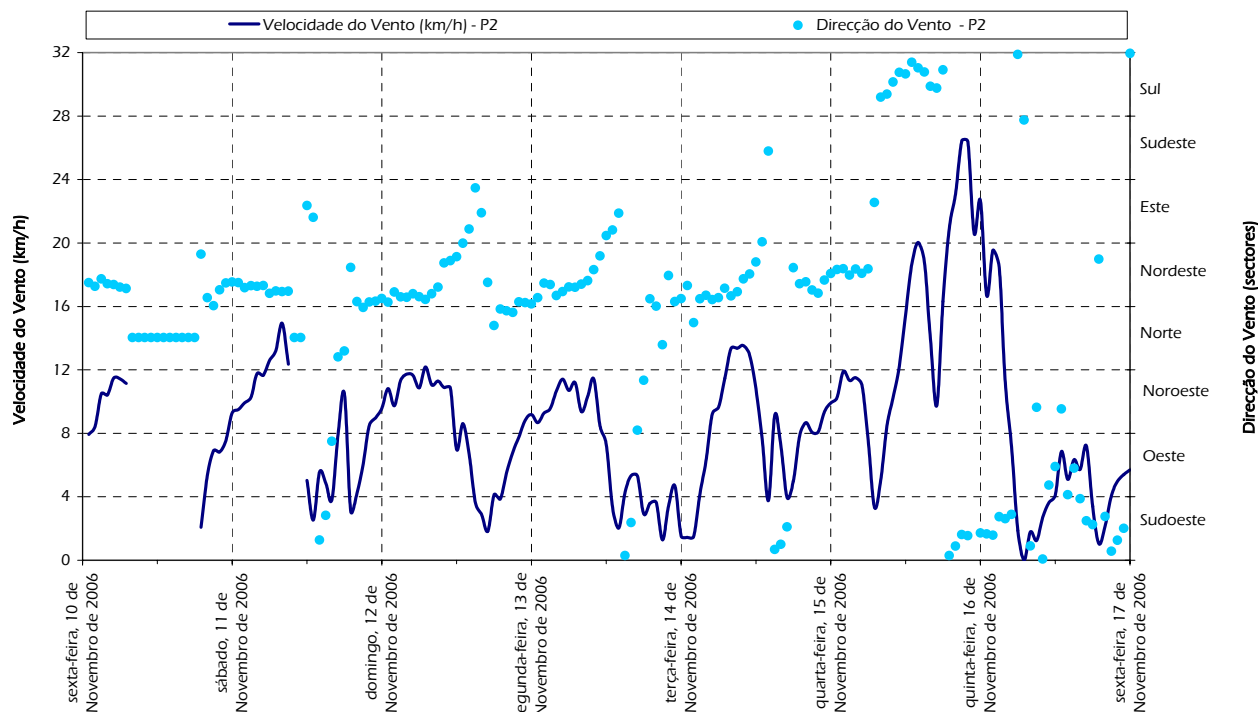


Figura 41 – Variação temporal das médias horárias de direcção e velocidade do vento durante as medições ocorridas no Ponto P2.

Rosas dos Ventos

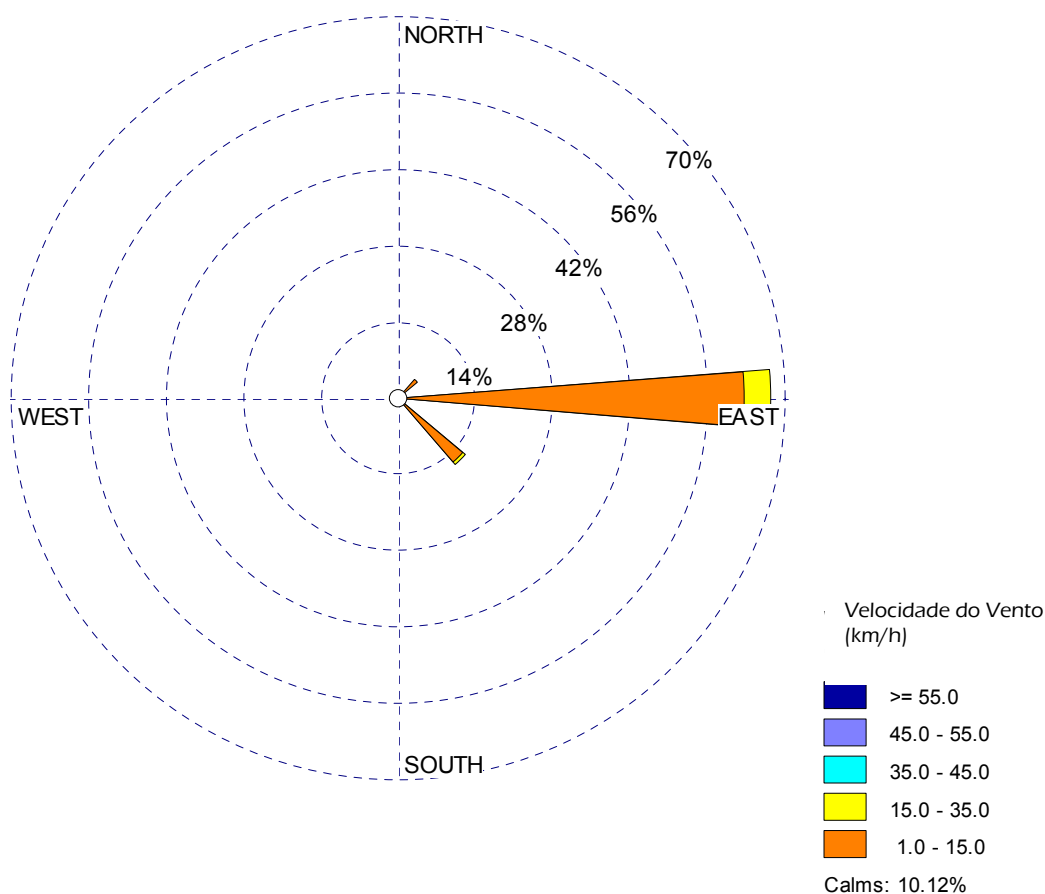


Figura 42 – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento ocorridas no Ponto P1.

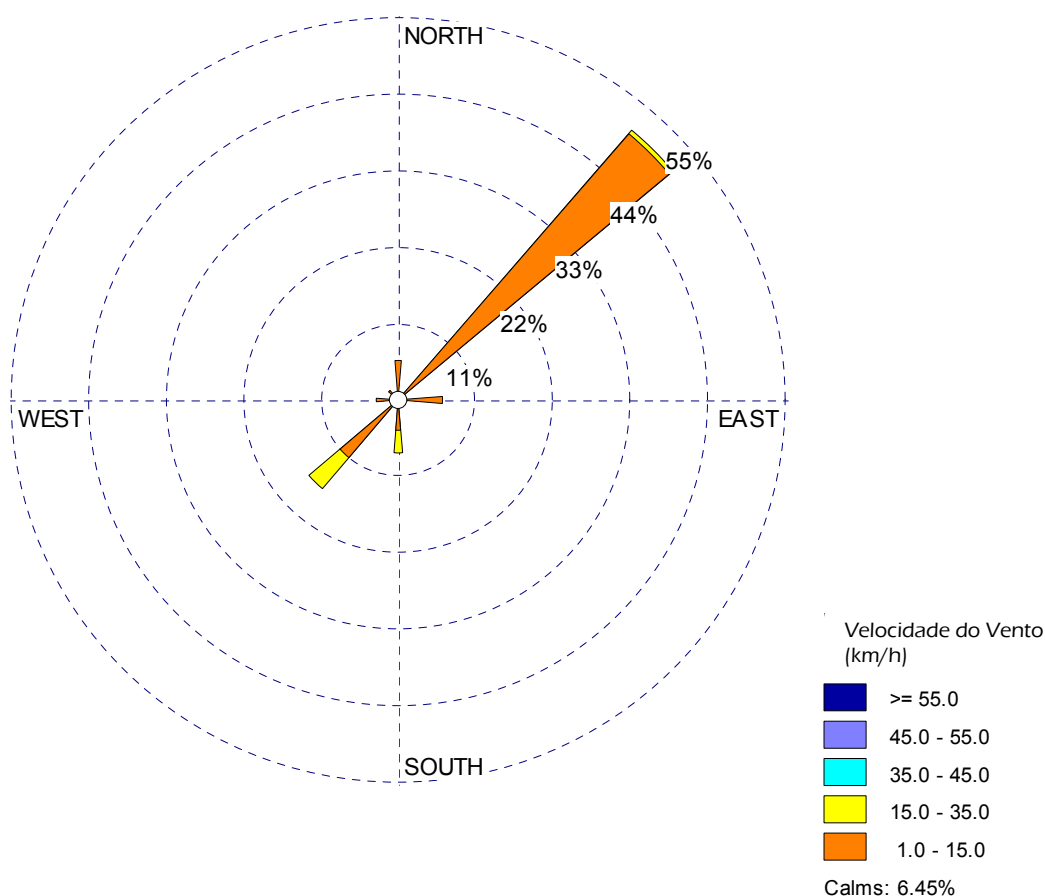


Figura 43 – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento ocorridas no Ponto P2.

ANEXO IV – MÉTODOS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO

Analizador de Óxidos de Azoto (NO, NO₂ 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 (NO₂), através da reacção com o ozono (O₃). Parte do NO₂ 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 O₃ 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 NO₂ 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 (NO + NO₂). 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 DOS LOCAIS DE MEDIÇÃO EM CONTÍNUO



Figura 44 – Enquadramento Espacial do Ponto 1 (IC24 (A41) Alfena).



Figura 45 – Enquadramento Espacial do Ponto 2 (IC24 (A42) Lordelo).