Diogo de Freitas Figueiredo

Simulação da dispersão de poluentes atmosféricos da refinaria da Galp do Porto

U.PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA


FC
Biblioteca
Faculdade de Ciências
Universidade do Porto
D000120087

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
OUTUBRO/2008

Diogo de Freitas Figueiredo

Simulação da dispersão de poluentes atmosféricos da refinaria da Galp do Porto

U.PORTO

FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

UNIVERSIDADE DO PORTO
BIBLIOTECA
Sala TNUP-186
Coloc.
N.º 10250
Depart. Química

Relatório submetido à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto para a obtenção do grau de Mestre em Química

De acordo com
versão aprovada pelo
Júri.
Faculdade de Ciências do Porto
11/Março/2009

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
OUTUBRO/2008

Resumo

Este trabalho teve como objectivo a simulação da dispersão dos poluentes atmosféricos emitidos pela refinaria da Galp no Porto. Isto foi realizado, recorrendo a um programa de computador (ISCST3) baseado em MS-DOS. A escolha deste programa baseou-se nos tipos de poluentes a analisar, nos dados meteorológicos disponíveis e no tipo de fontes de emissão existentes na refinaria da Galp.
O programa, através da análise dos dados meteorológicos e dos dados das fontes de emissão simula a dispersão dos poluentes na atmosfera e calcula a concentração destes em receptores virtuais previamente definidos pelo utilizador.
Este tipo de trabalho é muito importante para auxiliar o delineamento de planos de controlo e redução de emissões de poluentes atmosféricos, sendo útil tanto para empresas que queiram controlar o nível de emissão de poluentes, como também para agências governamentais que pretendam controlar a qualidade do ar.

Abstract

This work had as an objective the simulation of the dispersion of the atmospheric pollutants emitted by the refinery of Galp in the Oporto. This was carried through, appealing to a program of computer (ISCST3) based in MS-DOS. The choice of this program was based on the types of pollutants to analyze, on the available meteorological data and the type of existing sources of emission in the refinery of the Galp.

The program, through the analysis of the meteorological data and the data of the emission sources simulates the dispersion of the pollutants in the atmosphere and calculates the concentration of these in virtual receptors previously defined by the user.

This kind of work is very important to help the outright delineation of plans to control and reduce atmospheric pollutants emissions, being very helpful to companies that want to control their pollutants emission level, and also to governmental agencies that need to control the quality of the air.

Résumé

Ce travail a eu comme objectif la simulation de la dispersion des polluants atmosphériques émis par la raffinerie de Galp à Porto. Ceci a été exécuté, faisant appel à un programme de l'ordinateur (ISCST3) s'est basé dans le MS-DOS. Le choix de ce programme a appuyé sur les types de polluants à analyser, données météorologiques disponibles et le type de sources existantes d'émission dans la raffinerie du Galp.
Le programme, a partir de l'analyse des données météorologiques et de les données des sources d'émission simule la dispersion des polluants dans l'atmosphère et calcule la concentration de ces derniers dans des récepteurs virtuels précédemment définis par l'utilisateur.
Ce type de travail est très important d'aider la présentation absolue de projets de contrôler et réduire des émissions de polluants atmosphériques, être très serviable aux entreprises qui veut contrôler leur niveau d'émission de polluants, et aussi aux agences gouvernementales qui ont besoin de contrôler la qualité de l'air.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que, directa ou indirectamente, contribuíram para a execução deste Relatório de Estágio, em particular ao meu orientador na FCUP, o Dr. Jorge Gonçalves, ao meu orientador na GALP, o Eng. João Amorim e à Dra. Cláudia Rodrigues, que com a sua colaboração, ajuda e interesse, fizeram com que este trabalho viesse a ser concluído.

Índice

Resumo----II
Abstract----III
Résumé----IV
Agradecimentos----V

INTRODUÇÃO
1.1) Introdução ----2
1.2) Poluentes atmosféricos analisados neste trabalho----2
1.2.1) SO_2 – Dióxido de Enxofre----2
1.2.2) NOx - Óxidos Nitrosos----3
1.2.3) Partículas----3
1.3) Tipos de fontes de emissão de poluentes atmosféricos----4
1.4) Tipos de plumas----5
1.5) Factores meteorológicos que influenciam a dispersão dos poluentes na atmosfera----6
1.5.1) Vento----6
1.5.2) Turbulência----7
1.5.2.1) Classes de estabilidade de Pasquill----9
1.5.3) Camadas de inversão e altura de mistura----10
1.6) Modelação de dispersão atmosférica----11
1.6.1) Modelos de dispersão de poluentes atmosféricos----11
1.6.1.1) Modelo gaussiano----12
1.6.1.2) Premissas no modelo gaussiano----14
1.6.2) Estrutura de um modelo de dispersão----16
1.6.3) Aplicação do modelo ao caso da refinaria da GALP----17
1.6.3.1) Fontes de emissão----17
1.6.3.1) Receptores----17

MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA ESCOLHIDO
2.1) Programa escolhido----21
2.2) Criação do ficheiro de texto de dados meteorológicos----21
2.3) Dados relativos às emissões----29
2.4) Elaboração do ficheiro de input----33
2.4.1) Secção de controlo----33
2.4.2) Secção das fontes----34
2.4.3) Secção dos receptores----35

2.4.4) Secção meteorológica----------36
2.4.5) Secção de output----------36
2.5) Como correr o programa----------38

RESULTADOS

Monitorização descontínua anual de SO_2----------44
Monitorização descontínua anual de NOx----------49
Monitorização descontínua anual de partículas----------54
Monitorização descontínua 1º semestre de SO_2----------59
Monitorização descontínua 1º semestre de NOx----------64
Monitorização descontínua 1º semestre de partículas----------69
Monitorização descontínua 2º semestre de NOx----------74
Monitorização descontínua 2º semestre de SO_2----------79
Monitorização descontínua 2º semestre de partículas----------84
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST0601----------89
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST0601----------94
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST0601----------99
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1401----------104
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1401----------109
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1601----------114
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1601----------119
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST2001----------124
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST2001----------129
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST2001----------134
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3001----------139
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3001----------144
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST3001----------149
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3701----------154
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3801----------159
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3801----------162
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4001----------167
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4001----------172
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4001----------177
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4002----------182
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4002----------187
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4002----------192
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – todas as fontes----------197

Monitorização contínua 1° semestre de SO_2 – todas as fontes----------202
Monitorização contínua 1° semestre de partículas – todas as fontes----------207
Considerações----------212

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS
4.1) Discussão----------215

REFERÊNCIAS
5.1) Referências----------219

Índice de tabelas

Tabela 1.1 – Categorização das classes de estabilidade atmosférica de Pasquill.----------10
Tabela 2.1 – Pontos cardeais e graus correspondentes----------23
Tabela 2.2 – Configurações da folha de Excel versão final----------27
Tabela 2.3 – Coordenadas das fontes de emissão----------30
Tabela 3.1 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de SO_2----------44
Tabela 3.2 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de NOx----------51
Tabela 3.3 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de partículas---------56
Tabela 3.4 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 1ºsemestre de SO_2----------61
Tabela 3.5 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de NOx----------66
Tabela 3.6 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 1º semestre de partículas--71
Tabela 3.7 – Concentrações relativas à monitorização 2º semestre de NOx----------76
Tabela 3.8 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 2º semestre de SO_2---------81
Tabela 3.9 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 2º semestre de partículas--86
Tabela 3.10 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST0601----------91
Tabela 3.11 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST0601----------96
Tabela 3.12 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST0601----------101
Tabela 3.13 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1401----------106
Tabela 3.14 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1401----------111
Tabela 3.15 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1601----------116
Tabela 3.16 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1601----------121
Tabela 3.17 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST2001----------126
Tabela 3.18 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST2001----------131
Tabela 3.19 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST2001----------136

Tabela 3.20 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3001----------141

Tabela 3.21 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3001----------146

Tabela 3.22 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST3001----------151

Tabela 3.23 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3701----------156

Tabela 3.24 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3801----------161

Tabela 3.25 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3801----------164

Tabela 3.26 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4001----------169

Tabela 3.27 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4001----------174

Tabela 3.28 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4001----------179

Tabela 3.29 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4002----------184

Tabela 3.30 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4002----------189

Tabela 3.31 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4002----------194

Tabela 3.32 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – todas as fontes----------199

Tabela 3.33 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – todas as fontes----------204

Tabela 3.34 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – todas as fontes----------209

Tabela 4.1 – Comparação dos valores obtidos com os valores limites----------215

Tabela 4.2 – Valores medidos nas estações de qualidade de ar a 14 de Maio de 2007---------216

Índice de figuras

Figura 1.1 – Representação de uma fonte pontual----------5
Figura 1.2 – Representação de duas plumas "leves"----------6
Figura 1.3 – Representação gráfica do efeito da orografia na velocidade do vento----------7
Figura 1.4 – Efeito da turbulência no movimento e dispersão das plumas----------8
Figura 1.5 – Representação da formação de turbulência mecânica----------9
Figura 1.6 – Representação gráfica das fontes de emissão analisadas na refinaria----------17
Figura 1.7 – Representação da localização do centro dos receptores----------18
Figura 2.1 – Folha de Excel com os dados meteorológicos fornecidos (versão inicial) ---------22
Figura 2.2 – Separação em ano, mês e data----------22
Figura 2.3 – Conversão dos pontos cardeais em graus----------25
Figura 2.4 – Folha de Excel com os dados meteorológicos (versão intermédia) ----------26
Figura 2.5 – Folha de Excel com os dados meteorológicos (versão final) ----------27
Figura 2.6 – Representação de como gravar o ficheiro meteorológico----------28
Figura 2.7 – Ficheiro .ASC com os dados meteorológicos----------29
Figura 2.8 – Dados descontínuos (cálculo das médias de velocidade e temperatura) ----------30
Figura 2.9 – Dados descontínuos (cálculo das médias da humidade e do caudal mássico e conversão do último para as unidades correctas) ----------31
Figura 2.10 – Correcção da humidade ao valor do caudal----------32
Figura 2.11 – Cálculo do valor do caudal mássico----------32
Figura 2.12 – Secção de controlo----------33
Figura 2.13 – Secção das fontes----------34
Figura 2.14 – Secção dos receptores----------35
Figura 2.15 – Secção meteorológica----------36
Figura 2.16 – Secção de output----------36
Figura 2.17 – Ficheiro de input final----------38
Figura 2.19 – Comandos de DOS necessários para o funcionamento do programa----------38
Figura 2.20 – Resultados finais no ficheiro .OUT----------39
Figura 2.21 – Representação de uma coluna de concentrações seleccionada----------40
Figura 2.22 – Selecção de um gráfico do tipo Radar----------41
Figura 2.23 – Exemplo de uma representação gráfica da distribuição de um poluente do ar---41

INTRODUÇÃO

1.1 - Introdução

A OMS (Organização Mundial de Saúde) estima que por ano morrem prematuramente 500000 pessoas por exposição à poluição atmosférica[1]. Além disso, a poluição atmosférica tem consequências gravíssimas para o meio ambiente como a acidificação, o efeito de estufa, a destruição da camada do ozono que provocam o aumento da temperatura global, a fusão das calotas polares e consequentes enchentes, alagamentos, mudança de clima e desertificação[2].

É por estes motivos que tem havido um aumento de investimento nas medidas de prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera por parte dos governos e organizações ambientais. Uma destas medidas é a medição da concentração dos poluentes na atmosfera.

1.2 - Poluentes atmosféricos analisados neste trabalho

1.2.1 - SO_2 – Dióxido de Enxofre

O dióxido de enxofre é um gás incolor com um odor irritante. Só ele é responsável por aproximadamente 18% (em massa) de toda a poluição atmosférica, sendo o segundo poluente atmosférico urbano mais comum, a seguir ao CO_2[3].

A concentração de SO_2 na atmosfera é deveras preocupante uma vez que ele é convertido em H_2SO_4 na presença de humidade ou em partículas sulfatadas em condições secas. Estas partículas são aerossóis e a exposição a eles pode causar problemas de saúde, particularmente, problemas respiratórios. Além disso, os aerossóis também causam grandes problemas ambientais: são capazes de formar uma neblina que afecta a visibilidade e que diminui a quantidade de luz solar que atinge a Terra[3].

A exposição directa a SO_2 também causa severos danos físicos uma vez que este gás é capaz de reagir com a humidade dos olhos, pulmões e outras membranas mucosas, formando um ácido fortemente irritante (H_2SO_4). Também pode causar alergias e asmas

em indivíduos com predisposição para tal e agrava problemas respiratórios já existentes e doenças de coração[3].

Nos últimos 30 anos têm havido um aumento o número de países a regulamentar as emissões de SO_2 por parte de complexos industriais e afins[3].

1.2.2 – NOx - Óxidos Nitrosos

Os gases, óxido de azoto (NO) e dióxido de azoto (NO_2) são os grandes componentes dos óxidos nitrosos; um terceiro gás, N_2O, também costuma ser incluído. Os óxidos nitrosos são responsáveis por aproximadamente 6% (em massa) da poluição atmosférica[3].

Os NOx, quando lançados na atmosfera, são responsáveis pela formação de uma neblina que afecta a visibilidade e pela formação de chuvas ácidas. Também são responsáveis pela destruição da camada de ozono. A exposição directa causa irritação nos pulmões, agrava problemas de asma e diminui a resistência a infecções. O NO_2 é venenoso para as plantas. Quando convertido em aerossóis pode causar inflamações nos pulmões, em caso de inalação[3].

1.2.3 - Partículas

Qualquer gás, como por exemplo, N_2, O_2 ou SO_2 mistura-se no ar de maneira homogénea. No caso das partículas, isto não ocorre. Tal como nome indica, trata-se de partículas sólidas com tamanho e composição variáveis. Podem apenas conter um composto químico como sulfato, ácido sulfúrico ou chumbo, como também podem ter um variado número de poluentes (sulfatos, nitratos, metais, pós, material biológico, etc.). O seu tamanho abrange partículas tão grandes como pó de algodão (que são visíveis a olho nu), como também partículas microscópicas (aerossóis). São estas partículas microscópicas a fonte de maior preocupação[3].

No passado, antes de serem estabelecidas regras de segurança e higiene no trabalho, estas foram responsáveis por diversas doenças como silicose, cancro dos pulmões e mesotelioma. Hoje em dia, são as partículas microscópicas que são consideradas mais perigosas para a saúde humana: quando inaladas, elas conseguem inflamar os alvéolos pulmonares e serem absorvidas pela corrente sanguínea onde podem exercer efeitos sistémicos noutras partes do corpo. As partículas também contribuem para o "smog" que existe em muitas cidades e as partículas sulfúricas contribuem para a deposição ácida[3].

1.3 - Tipos de fontes de emissão de poluentes atmosféricos

Existem 4 tipos de fontes de emissão[4]:

- Fontes pontuais – são fontes singulares, identificáveis, como por exemplo uma chaminé de um complexo industrial; considera-se que este tipo de fontes é adimensional.

- Fontes lineares – são fontes unidimensionais como por exemplo as emissões de um veículo a circular numa estrada.

- Fontes de área – são fontes bidimensionais como por exemplo as emissões provenientes de um fogo florestal ou de um derrame de um líquido volátil

- Fontes de volume – são fontes tridimensionais, ou seja, são fontes de área com uma dimensão extra (altura) como por exemplo as emissões de uma oficina de reparação automóvel, com várias janelas de ventilação.

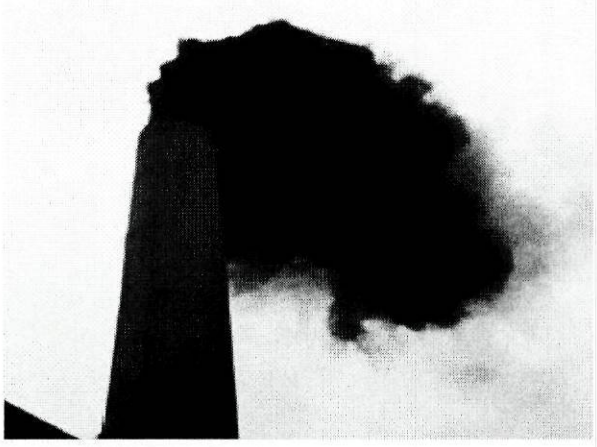


Figura 1.1 – Representação de uma fonte pontual

1.4 - Tipos de plumas

Na Hidrodinâmica, considera-se como pluma, uma coluna de um fluido a mover-se através de outro. Aplicando esta definição à poluição atmosférica, uma pluma será uma coluna de poluentes de ar, a mover-se através do ar atmosférico.

Existem 3 tipos de plumas de poluentes atmosféricos[4]:

- Plumas "leves" – são plumas que são mais leves que o ar, uma vez que ou se encontram a uma maior temperatura e menor densidade que o ar que as rodeia ou porque, embora se encontrem à mesma temperatura que o ar que as rodeia, têm um menor peso molecular que o ar ambiente e como tal menor densidade que o ar ambiente. Uma pluma de gás metano seria representativa deste último caso, enquanto que plumas provenientes de fornalhas industriais e afins são um bom exemplo de plumas com temperatura superior à do ar atmosférico que as rodeia.

- Plumas de gás denso – tal como o nome indica, são plumas que são mais densas que ao ar que as rodeia; isto pode dever-se a estas plumas terem um maior peso molecular que o ar como por exemplo uma pluma de CO_2, ou então a estarem a uma temperatura muito inferior que o ar.

- Plumas neutras – são plumas que têm aproximadamente o mesmo peso que o ar atmosférico.



Figura 1.2 – Representação de duas plumas "leves"

1.5 - Factores meteorológicos que influenciam a dispersão dos poluentes na atmosfera

1.5.1 – Vento

O vento pode ser considerado como o ar em movimento. Resulta do deslocamento de massas de ar, devido aos efeitos das diferenças de pressão atmosférica entre duas

regiões distintas e é influenciado por efeitos locais como a orografia e a rugosidade do solo (figura 1.3). Para efeitos de modelação, pode ser considerado como uma quantidade vectorial com uma velocidade e direcção associadas. A direcção irá influenciar a trajectória da pluma e a velocidade a distância percorrida pela mesma[5].

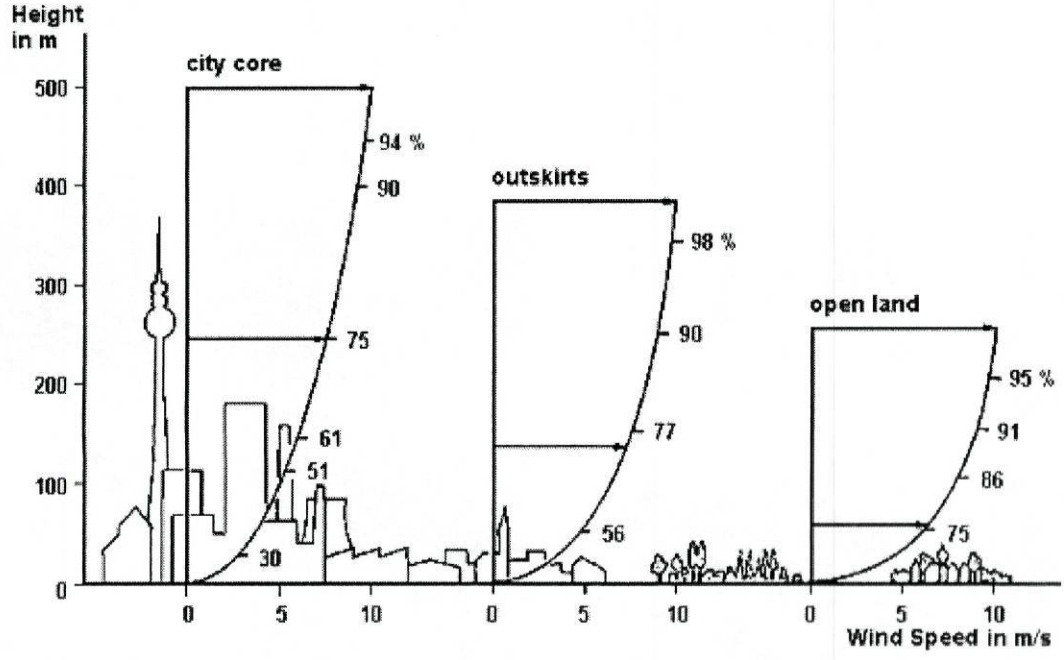


Figura 1.3 – Representação gráfica do efeito da orografia na velocidade do vento (retirada de *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, 2nd Edition, 1994))

1.5.2 - Turbulência

A turbulência é difícil de descrever mas facilmente reconhecível. Cientistas concordam que a sua forma é tridimensional e rotacional, dissipativa (converte energia cinética em calor) e não-linear. Em termos práticos, a acção da turbulência não pode ser descrita por uma equação diferencial.

Os redemoinhos de turbulência têm escalas horizontais e verticais de comprimento da mesma ordem de magnitude, que podem ir dos 10^{-3}m aos 10^{3}m. Na camada fronteiriça, estas escalas são de importância crítica, sendo por isso impossível a simplificação por análise destas mesmas escalas. Estes redemoinhos são de extrema

importância uma vez que eles ajudam à dispersão dos poluentes, misturando-os com ar atmosférico com baixa concentração em poluentes.

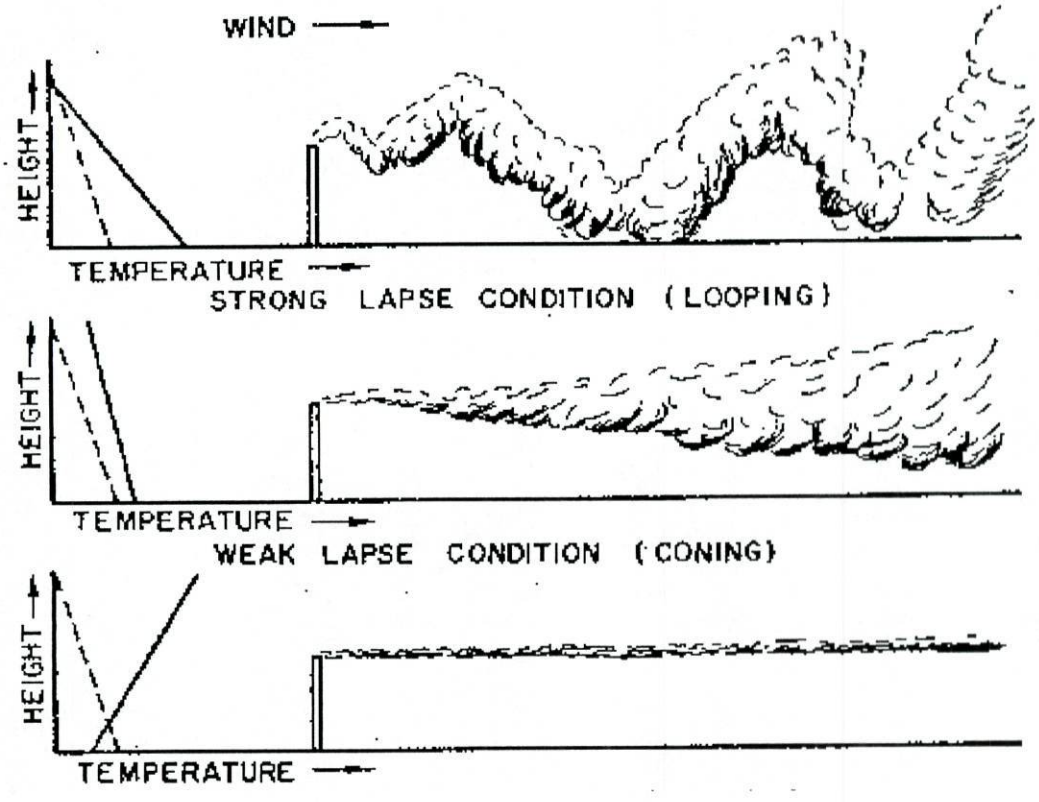


Figura 1.4 - Efeito da turbulência no movimento e dispersão das plumas (retirada de *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, 2nd Edition, 1994))

A turbulência pode ser gerada por 2 métodos: turbulência mecânica e turbulência com origem na força ascensional. O vento a mover-se pela vegetação ou estruturas cria turbulência mecânica, como se pode ver na figura 1.4. Quanto maior for a dimensão destes elementos na superfície, maior será a turbulência. A turbulência mecânica também pode ter origem numa corrente de ar que se esteja a mover junto a uma corrente com maior velocidade. A turbulência com origem na força ascensional é causada por arrefecimento ou aquecimento de ar junto da superfície terrestre[5].

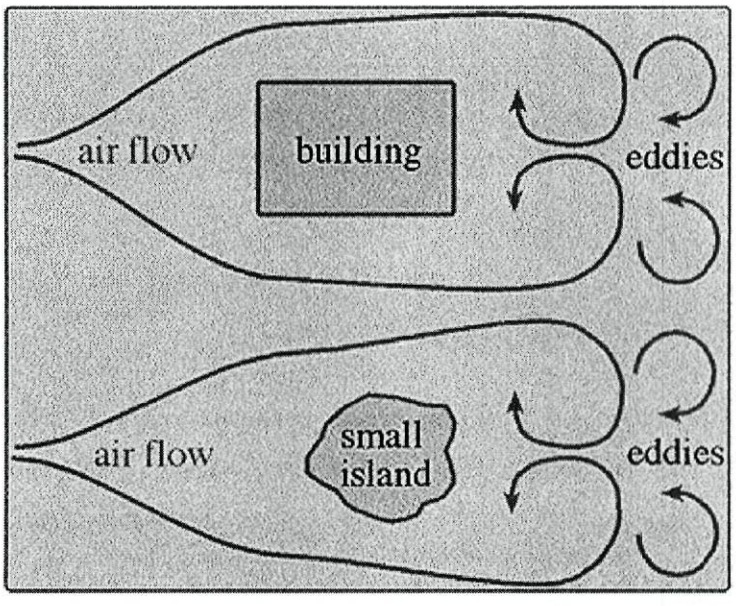


Figura 1.5 – Representação da formação de turbulência mecânica (retirada de http://www.fas.org)

1.5.2.1 - Classes de estabilidade de Pasquill

O método mais antigo e mais comum de qualificar a turbulência atmosférica é o método desenvolvido por Pasquill em 1961[7]. Ele categorizou a turbulência atmosférica em 6 classes de estabilidade (A, B, C, D, E e F) sendo A a classe menos estável e F a mais estável e menos turbulenta[4].

A tabela seguinte mostra as condições atmosféricas que definem cada classe de estabilidade:

Tabela 1.1 – Categorização das classes de estabilidade atmosférica de Pasquill.

Velocidade do vento / $m.s^{-1}$	Radiação solar diurna			Nebulosidade nocturna	
	Forte	Moderada	Fraca	> 50%	<50%
<2	A	A-B	B	E	F
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

1.5.3 - Camadas de inversão e altura de mistura

Normalmente, o ar que se encontra junto da superfície da Terra é mais quente que o ar acima dela uma vez que a atmosfera é aquecida de baixo para cima, já que à medida que a radiação solar aquece a superfície da terra, esta por sua vez aquece a camada atmosférica directamente acima dela. Assim, normalmente, a temperatura atmosférica decresce com a altitude. No entanto, sob certas condições meteorológicas, podem-se formar camadas atmosféricas nas quais a temperatura aumenta com a altitude; estas camadas denominam-se camadas de inversão. O ar dentro destas camadas de inversão é muito estável e tem pouco movimento vertical: qualquer parcela de ar em ascensão dentro da camada depressa se expande, arrefecendo adiabaticamente para uma temperatura inferior à do ar que a rodeia, parando assim o seu movimento ascensional; qualquer parcela que esteja em queda, é comprimida adiabaticamente a uma temperatura superior à do ar que a rodeia, parando assim a sua queda.

Desta maneira, qualquer pluma que entre nestas camadas de inversão terá o seu movimento vertical bastante restrito, a não ser que tenha força suficiente para as atravessar[8].

Quando uma camada de inversão é formada, a camada atmosférica entre a superfície terrestre e a parte inferior da camada de inversão denomina-se camada de mistura e a distância que vai da superfície terrestre à parte inferior da camada de inversão

denomina-se altura de mistura. Qualquer pluma irá ter o seu movimento vertical limitado uma vez que a camada de inversão funciona como uma tampa; mesmo que a pluma consiga penetrar na camada, o seu movimento vertical será restrito pelos motivos já acima mencionados[8].

1.6 - Modelação de dispersão atmosférica

A modelação de dispersão de poluentes atmosférica é a simulação matemática de como os poluentes se dispersam aquando do seu lançamento na atmosfera. Este tipo de modelação é importante para agências governamentais que têm como função proteger e controlar a qualidade do ar. Usa-se para determinar se complexos industriais existentes ou em fase de planeamento estão de acordo com as padrões de qualidade do ar nacionais. Também é útil a auxiliar o delineamento de estratégias de controlo e redução de emissões de poluentes do ar[9].

1.6.1 - Modelos de dispersão de poluentes atmosféricos

Existem 5 tipos diferentes de modelos de dispersão de poluentes atmosféricos[4]:

- Modelo de caixa: é o mais simples, assumindo que um dado volume de ar atmosférico, numa determinada região geográfica, tem a forma de uma caixa e que a distribuição dos poluentes nessa mesma região é homogénea, podendo a partir daí, estimar a concentração dos poluentes. Apesar de útil, este modelo é muito limitado na sua capacidade de prever com exactidão a

dispersão dos poluentes porque o assumir que a atmosfera é homogénea é um conceito demasiado simplista.

- Modelo Lagrangiano – é um modelo que "segue" matematicamente parcelas da pluma (também chamadas de partículas) à medida que estas se movem na atmosfera e modela o seu movimento através de um processo "random walk" que consiste em formalizar uma trajectória a partir de passos sucessivos em direcções aleatórias. O modelo de referência neste modelo é móvel, ou seja, acompanha a pluma no seu movimento pela atmosfera.

- Modelo Euleriano – este modelo é em tudo igual ao modelo lagrangiano, com a diferença a residir no facto de neste caso ser usada como referência, uma rede cartesiana tridimensional fixa.

- Modelo de gás denso – é o modelo que é utilizado para modelar a dispersão de plumas de gás denso.

- Modelo gaussiano – é o mais antigo e talvez o mais utilizado; assume que a dispersão dos poluentes do ar tem uma distribuição gaussiana, ou seja uma distribuição normal.

1.6.1.1 - Modelo gaussiano

O modelo gaussiano usa primariamente equações de dispersão de plumas que assumem uma distribuição normal dos poluentes. Foi em 1947, que Sir Graham Sutton derivou a primeira destas equações, que já tinha em conta factores como as dispersões vertical e horizontal e a reflexão da pluma por parte do solo[9].

Devido às cada vez maiores exigências no controle das emissões de poluentes do ar houve um enorme crescimento no uso de modelos de dispersão de plumas de poluentes

do ar entre 1960 e o presente que se reflectiu no desenvolvimento de um grande número de programas de computador que tinham como objectivo calcular a dispersão das plumas[9]. A maior parte destes modelos tinha como base a seguinte equação:

$$C = \frac{Q}{u} \cdot \frac{f}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \cdot \frac{g_1 + g_2 + g_3}{\sigma_z \sqrt{2\pi}}$$

em que:

f = parâmetro de dispersão horizontal = $\exp\left[-y^2/(2\sigma_y^2)\right]$

g = parâmetro de dispersão vertical = $g_1 + g_2 + g_3$

g_1 = parâmetro de dispersão vertical sem reflexões = $\exp\left[-(z-H)^2/(2\sigma_z^2)\right]$

g_2 = parâmetro de dispersão vertical com reflexão do solo = $\exp\left[-(z+H)^2/(2\sigma_z^2)\right]$

g_3 = parâmetro de dispersão vertical com reflexão de massa de ar a grande altura =

$$\sum_{m=1}^{\infty}\left\{\exp\left[-(z-H-2mL)^2/(2\sigma_z^2)\right]+\right.$$
$$+\sum_{m=1}^{\infty}\left\{\exp\left[-(z+H+2mL)^2/(2\sigma_z^2)\right]+\right.$$
$$+\sum_{m=1}^{\infty}\left\{\exp\left[-(z+H-2mL)^2/(2\sigma_z^2)\right]+\right.$$
$$+\left.\sum_{m=1}^{\infty}\left\{\exp\left[-(z-H+2mL)^2/(2\sigma_z^2)\right]\right\}\right.$$

C = concentração de emissões em $g.m^{-3}$ num determinado receptor.

Q = caudal de emissão da fonte de poluentes em $g.s^{-1}$.

u = velocidade horizontal do vento ao longo do centro da pluma em $m.s^{-1}$.

H = altura de emissão da pluma em m.

σ_y = desvio padrão horizontal da distribuição da emissão em m.

σ_z = desvio padrão vertical da distribuição da emissão em m.

L = distância que vai da superfície até ao inicio da camada de inversão, em m.

A equação acima não só inclui os efeitos de reflexão por parte do solo como também os efeitos por parte de camadas de inversão presentes na atmosfera.

Tanto σ_z como σ_y são funções da classe de estabilidade atmosférica (que mede a turbulência da atmosfera) e da distância ao receptor. Quanto maior for a turbulência maior será o grau de dispersão.

1.6.1.2 - Premissas no modelo gaussiano

De maneira a que seja possível estimar as concentrações dos poluentes usando a equação apresentada, são delineadas algumas premissas[10]:

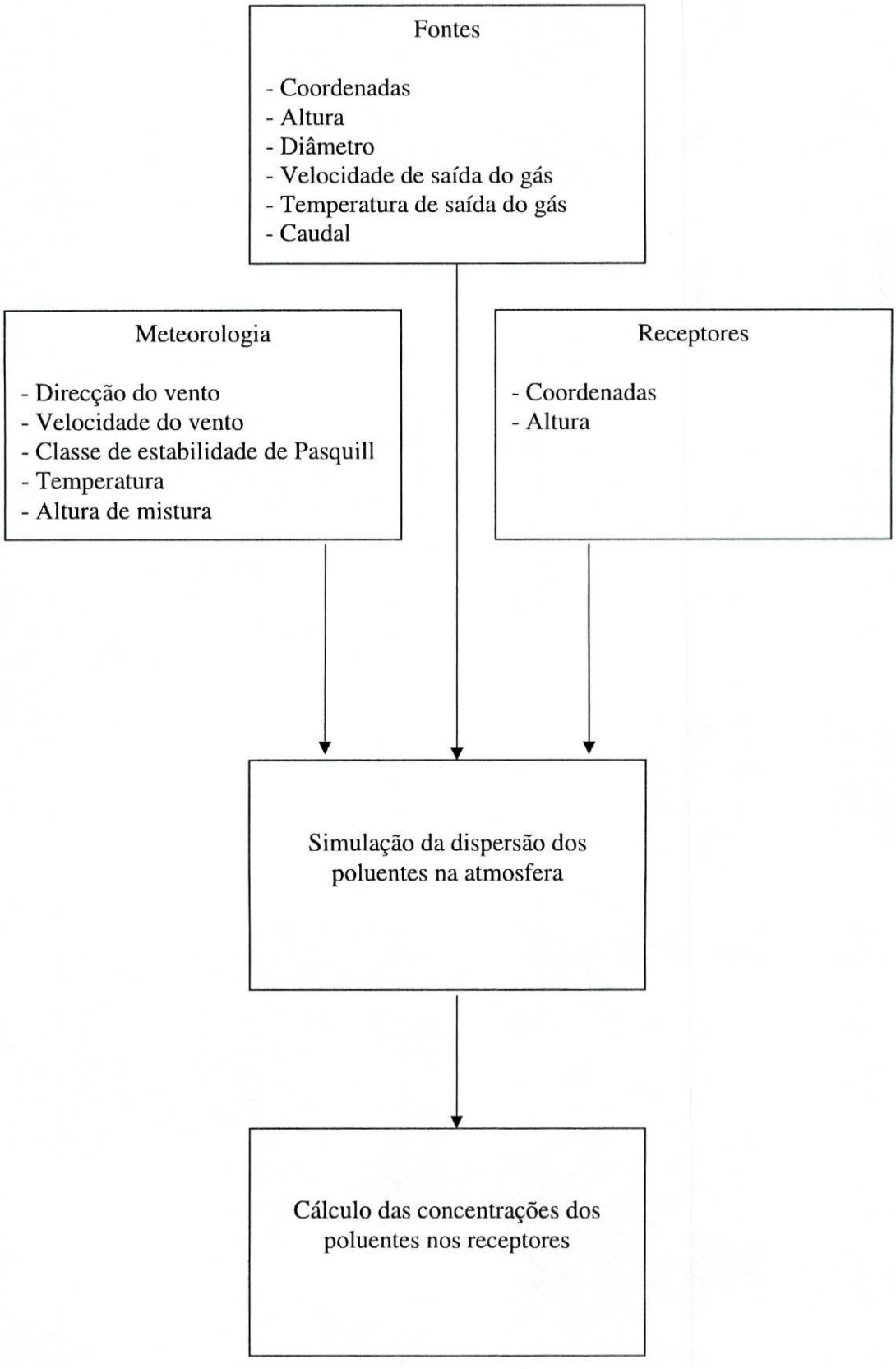
- Emissões contínuas – as emissões do poluente em massa por tempo são contínuas e o caudal não varia com o tempo

- Conservação de massa – durante o transporte da fonte para o receptor, assume-se que a massa que é emitida pela fonte permanece na atmosfera. Nenhum do material é transformado quimicamente nem perdido à superfície do solo por reacção, poiso gravitacional ou por impacto da turbulência. Faz-se a suposição que qualquer quantidade de poluente que seja dispersada junto à superfície do solo por redemoinhos de turbulência é novamente dispersada de volta para a atmosfera por outros subsequentes redemoinhos.

- Condições estáveis – assume-se que não há qualquer mudança nas condições meteorológicas durante o período de transporte da fonte para o receptor. Esta suposição pode não ser satisfeita quando os receptores se encontram a uma grande distância da fonte.

- Distribuições de concentração vertical e horizontal – assume-se que as concentrações por tempo de qualquer distância nas direcções horizontal e vertical (perpendiculares à trajectória de transporte) podem ser representadas por uma distribuição gaussiana (normal).

1.6.2 - Estrutura de um modelo de dispersão



1.6.3 – Aplicação do modelo ao caso da refinaria da GALP

1.6.3.1 – Fontes de emissão

No caso da refinaria da GALP, das 12 fontes de emissão poluentes atmosféricos existentes, foram analisadas 9 (assinaladas a cinzento claro na figura 1.6). As outras 3 não foram analisadas (duas delas assinaladas a preto na figura 1.6) uma vez que os seus caudais de emissão eram extremamente reduzidos e não iriam ter influência alguma nos resultados finais de concentração.

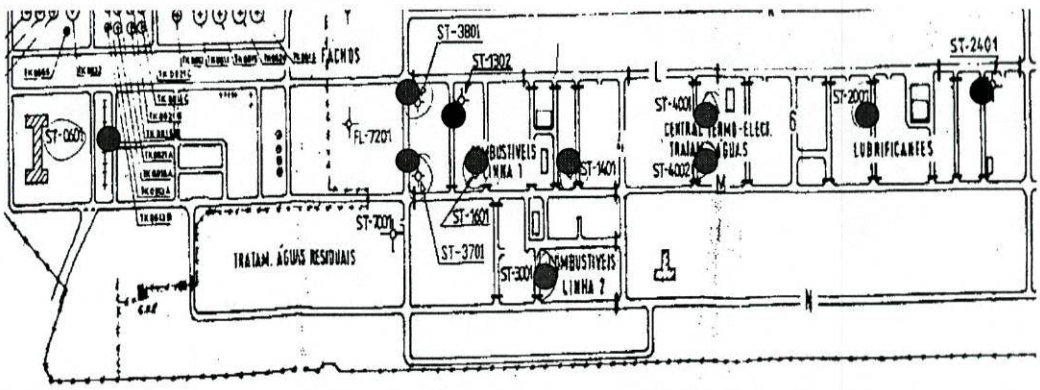


Figura 1.6 – Representação gráfica da localização das fontes de emissão analisadas da refinaria.

1.6.3.2 – Receptores

Tendo em conta a distribuição geográfica das fontes de emissão, optou-se por colocar os receptores em círculos com raios de 500, 1000, 2000, 5000, 7500 e 15000 metros, cujo centro se encontra representado na figura 1.7. Escolheu-se esse ponto, por ser um ponto intermédio entre as duas fontes mais afastadas, facilitando assim o cálculo das concentrações.

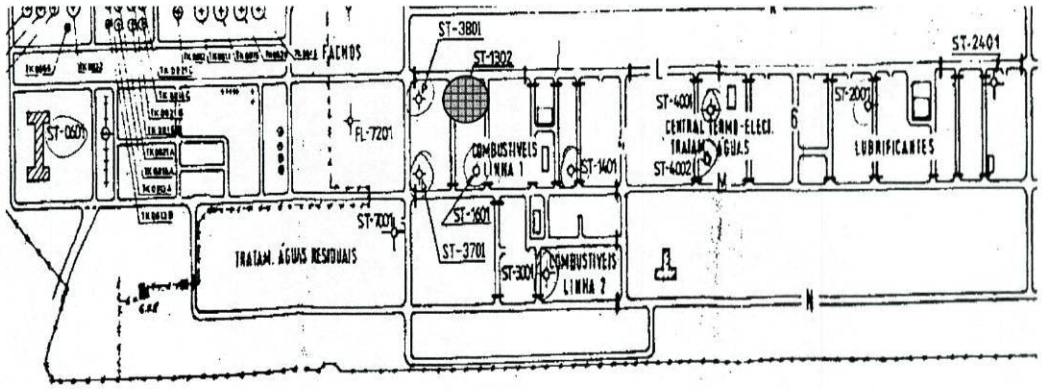


Figura 1.7 – Representação gráfica da localizaçãodo centro dos receptores

MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA ESCOLHIDO (ISCST3)

2.1 – Programa escolhido

O programa escolhido foi o ISCST3, um programa que tem como base o modelo gaussiano. Este foi o programa escolhido devido a ser um dos programas mais simples e fáceis de usar e também devido aos outros programas analisados serem mais exigentes em termos de dados necessários ao seu funcionamento.

2.2 - Criação do ficheiro de texto de dados meteorológicos

O ficheiro meteorológico deverá incluir os seguintes dados: ano, mês, dia, hora, direcção do vento, velocidade do vento ($m.s^{-1}$), temperatura exterior (K), classe de estabilidade atmosférica, altura de mistura urbana e altura de mistura rural.

Atendendo aos dados meteorológicos fornecidos (figura 2.1), devem-se seleccionar as colunas indicadas e copiá-las para uma nova folha.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1									
2									
3			Temp	Hi	Low	Out	Dew	Wind	Wind
4	Date	Time	Out	Temp	Temp	Hum	Pt.	Speed	Dir
5	01-01-2007	0:00	15.1	15.3	15.1	---	---	27.4	S
6	01-01-2007	1:00	15.2	15.2	15.1	---	---	30.6	S
7	01-01-2007	2:00	14.9	15	14.9	---	---	25.7	S
8	01-01-2007	3:00	14.9	14.9	14.8	---	---	27.4	S
9	01-01-2007	4:00	14.8	14.9	14.8	---	---	22.5	S
10	01-01-2007	5:00	14.7	14.8	14.7	---	---	22.5	S
11	01-01-2007	6:00	14.5	14.6	14.5	---	---	22.5	S
12	01-01-2007	7:00	14.7	14.7	14.6	---	---	27.4	S
13	01-01-2007	8:00	14.7	14.7	14.6	---	---	29	S
14	01-01-2007	9:00	14.6	14.6	14.6	---	---	29	S
15	01-01-2007	10:00	14.5	14.5	14.4	---	---	30.6	S
16	01-01-2007	11:00	14.7	14.8	14.6	---	---	29	S
17	01-01-2007	12:00	15.6	15.7	15.6	---	---	17.7	WSW
18	01-01-2007	13:00	15.4	15.5	15.4	---	---	17.7	WNW
19	01-01-2007	14:00	14.9	15.3	14.8	---	---	20.9	NNW
20	01-01-2007	15:00	14.8	15	14.8	---	---	22.5	NNW
21	01-01-2007	16:00	14.7	14.8	14.6	---	---	19.3	NNW
22	01-01-2007	17:00	14.6	14.7	14.6	---	---	20.9	NNW
23	01-01-2007	18:00	14.3	14.6	14.3	---	---	20.9	NNW
24	01-01-2007	19:00	14	14.2	14	---	---	19.3	N
25	01-01-2007	20:00	13.5	13.7	13.5	---	---	19.3	N
26	01-01-2007	21:00	12.8	13.2	12.8	---	---	14.5	N
27	01-01-2007	22:00	12	12.3	12	---	---	6.4	N
28	01-01-2007	23:00	11.9	11.9	11.8	---	---	8	NE
29	02-01-2007	0:00	11.2	11.7	10.9	---	---	9.7	ENE
30	02-01-2007	1:00	10.8	11.1	10.8	---	---	8	ENE
31	02-01-2007	2:00	10.9	10.9	10.3	---	---	3.2	NE
32	02-01-2007	3:00	9.9	10.1	9.9	---	---	11.3	ENE
33	02-01-2007	4:00	8.9	9.1	8.8	---	---	16.1	E
34	02-01-2007	5:00	8.3	8.4	8.2	---	---	9.7	ENE
35	02-01-2007	6:00	8	8.2	8	---	---	14.5	ENE

Figura 2.1 – Folha de Excel com os dados meteorológicos fornecidos (versão inicial)

De seguida, deve-se separar os dados da coluna B em 3 colunas diferentes, referentes a ano, mês e dia (figura 2.2):

Year	Month	Day
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1
07	1	1

Figura 2.2 – Separação em ano, mês e data

As células da coluna referente ao ano devem vir em formato texto para que o "0" apareça, caso contrário, o ficheiro não será aceite pelo programa.

A hora deve vir em valores de 1 a 24, logo deve-se fazer corresponder o número 1 à hora 0.00.

A temperatura deve vir em Kelvin, logo, deve ser convertida usando a fórmula:

$$(T/\mathrm{K}) = (t/^{\circ}\mathrm{C}) + 273.15$$

A direcção do vento deve vir em valores numéricos, portanto, foi necessário fazer corresponder os pontos cardeais a graus. Por convenção, o Norte corresponde a 0 ou 360 graus, o Este a 90, o Sul a 180 e o Oeste a 270; os pontos cardeais intermédios correspondem a graus intermédios, tal como se pode verificar na tabela seguinte:

Tabela 2.1 – Pontos cardeais e graus correspondentes

Ponto Cardeal	Grau Correspondente
Nor-Nordeste	22.5
Nordeste	45
Les-Nordeste	67.5
Este	90
Les-Sudeste	112.5
Sudeste	135
Su-Sudeste	157.5

Sul	180
Su-Sudoeste	202.5
Sudoeste	225
Oes-Sudoeste	247.5
Oeste	270
Oes-Noroeste	292.5
Noroeste	315
Nor-Noroeste	337.5
Norte	360

Utilizaram-se as seguintes funções SE para realizar esta tarefa (cada uma com 8 hipóteses, que é o valor máximo permitido pelo Excel).

=SE((H4="NNE");22.5;SE((H4="NE");45;SE((H4="ENE");67.5;SE((H4="E");90;SE((H4="ESE");112.5;SE((H4="SE");135;SE((H4="SSE");157.5;SE((H4="S");180;""))))))))

=SE((H16="SSW");202.5;SE((H16="SW");225;SE((H16="WSW");247.5;SE((H16="W");270;SE((H16="WNW");292.5;SE((H16="NW");315;SE((H16="NNW");337.5;SE((H16="N");360;""))))))))

As duas aspas no final de cada uma das funções implicam que caso a célula a ser testada não satisfaça nenhum dos parâmetros, esta será deixada em branco. As duas funções devem ser utilizadas em colunas separadas, e em seguida deve-se copiar os valores da coluna da Função 2 para a coluna da Função 1, de forma a ter todos os valores numa só coluna.

H	I	J
Wind	Função 1	Função 2
Dir		
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
S	180	
WSW		247.5
WNW		292.5
NNW		337.5
NNW		337.5
NNW		337.5

Figura 2.4 – Conversão dos pontos cardeais em graus

Para obter a classe de estabilidade atmosférica, como não foi possível obter dados meteorológicos referentes à velocidade do vento à superfície, foram usados valores relativos ao ano de 2006. Como também não foi possível arranjar dados sobre a radiação solar ou a nebulosidade nocturna, caracterizou-se a turbulência apenas a partir da velocidade do vento à superfície, utilizando a seguinte fórmula:

=SE((H15<2);1;SE((H15<=3);2;SE((H15<=5);3;SE((H15<=6);4;5))))

sendo H15, a célula da coluna de Excel onde se encontram os dados relativos à velocidade do vento à superfície. O número 1 corresponde à classe de estabilidade A, e o número 5 corresponde à classe de estabilidade E.

Como não foi possível obter dados relativos às alturas de mistura urbana e rural, foi necessário recorrer a um valor fixo, sendo ele, neste caso, 600 metros.

Depois de realizar todas estas operações deveremos ter a folha de Excel com este aspecto:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2					Temp	Temp (K)	Wind	Wind	Direcção do vento	Stability Class	Rural mixing height	Urban Mixing height
3	Year	Month	Day	Hour	Out		Speed	Dir				
4	07	1	1	0	15.1	288.25	27.4	S	180	3	600	600
5	07	1	1	1	15.2	288.35	30.6	S	180	4	600	600
6	07	1	1	2	14.9	288.05	25.7	S	180	4	600	600
7	07	1	1	3	14.9	288.05	27.4	S	180	5	600	600
8	07	1	1	4	14.8	287.95	22.5	S	180	4	600	600
9	07	1	1	5	14.7	287.85	22.5	S	180	3	600	600
10	07	1	1	6	14.5	287.65	22.5	S	180	4	600	600
11	07	1	1	7	14.7	287.85	27.4	S	180	2	600	600
12	07	1	1	8	14.7	287.85	29	S	180	2	600	600
13	07	1	1	9	14.6	287.75	29	S	180	2	600	600
14	07	1	1	10	14.5	287.65	30.6	S	180	3	600	600
15	07	1	1	11	14.7	287.85	29	S	180	4	600	600
16	07	1	1	12	15.6	288.75	17.7	WSW	247.5	3	600	600
17	07	1	1	13	15.4	288.55	17.7	WNW	292.5	3	600	600
18	07	1	1	14	14.9	288.05	20.9	NNW	337.5	3	600	600
19	07	1	1	15	14.8	287.95	22.5	NNW	337.5	3	600	600
20	07	1	1	16	14.7	287.85	19.3	NNW	337.5	4	600	600

Figura 2.5 – Folha de Excel com os dados meteorológicos (versão intermédia)

Deve-se então copiar as colunas seleccionadas para nova folha, onde o tamanho das mesmas será ajustado, de forma, a estar de acordo com o formato exigido pelo programa.

O aspecto final dessa folha, deverá ser o representado na figura seguinte:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4	'07	1	1	1	180.0000	27.4000	288.3	3	600.0	600.0
5	'07	1	1	2	180.0000	30.6000	288.4	4	600.0	600.0
6	'07	1	1	3	180.0000	25.7000	288.1	4	600.0	600.0
7	'07	1	1	4	180.0000	27.4000	288.1	5	600.0	600.0
8	'07	1	1	5	180.0000	22.5000	288.0	4	600.0	600.0
9	'07	1	1	6	180.0000	22.5000	287.9	3	600.0	600.0
10	'07	1	1	7	180.0000	22.5000	287.7	4	600.0	600.0
11	'07	1	1	8	180.0000	27.4000	287.9	2	600.0	600.0
12	'07	1	1	9	180.0000	29.0000	287.9	2	600.0	600.0
13	'07	1	1	10	180.0000	29.0000	287.8	2	600.0	600.0
14	'07	1	1	11	180.0000	30.6000	287.7	3	600.0	600.0
15	'07	1	1	12	180.0000	29.0000	287.9	4	600.0	600.0
16	'07	1	1	13	247.5000	17.7000	288.8	3	600.0	600.0
17	'07	1	1	14	292.5000	17.7000	288.6	3	600.0	600.0
18	'07	1	1	15	337.5000	20.9000	288.1	3	600.0	600.0
19	'07	1	1	16	337.5000	22.5000	288.0	3	600.0	600.0
20	'07	1	1	17	337.5000	19.3000	287.9	4	600.0	600.0
21	'07	1	1	18	337.5000	20.9000	287.8	4	600.0	600.0
22	'07	1	1	19	337.5000	20.9000	287.5	4	600.0	600.0
23	'07	1	1	20	360.0000	19.3000	287.2	3	600.0	600.0
24	'07	1	1	21	360.0000	19.3000	286.7	1	600.0	600.0
25	'07	1	1	22	360.0000	14.5000	286.0	2	600.0	600.0
26	'07	1	1	23	360.0000	6.4000	285.2	2	600.0	600.0

Figura 2.6 – Folha de Excel com os dados meteorológicos (versão final)

A tabela seguinte contém as formatações necessárias para obter o aspecto final desejado:

Tabela 2.2 – Configurações da folha de Excel versão final

Coluna	Dados meteorológicos correspondentes	Largura necessária	Outras considerações
A	Ano	2.14 (20 pixéis)	
B	Mês	2.14 (20 pixéis)	
C	Dia	2.14 (20 pixéis)	
D	Hora	2.14 (20 pixéis)	
E	Direcção do vento	9.14 (69 pixéis)	Os valores devem vir com 4 casas decimais
F	Velocidade do vento	9.57 (72 pixéis)	Os valores devem vir com 4 casas decimais
G	Temperatura	6.71 (52 pixéis)	Os valores devem vir com uma casa decimal.

H	Classe de estabilidade atmosférica	2.14 (20 pixéis)	
I	Altura de mistura rural	7.43 (57 pixéis)	Os valores devem vir com uma casa decimal.
J	Altura de mistura urbana	7.43 (57 pixéis)	Os valores devem vir com uma casa decimal.

O documento deve ser então guardado em formato .PRN, texto formatado separado por espaços

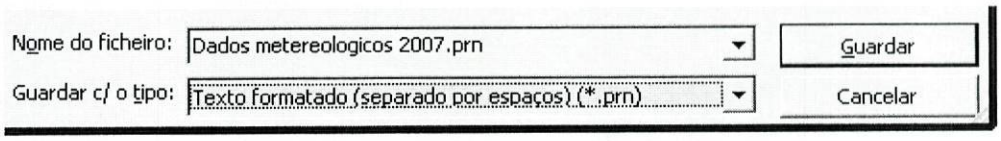


Figura 2.7 – Representação de como gravar o ficheiro meteorológico

De seguida, copiam-se os valores do ficheiro .PRN, para um ficheiro .ASC, que já vem incluído com o programa, uma vez que o programa apenas aceita ficheiros .ASC.

Na primeira linha do ficheiro. ASC, devem ser digitados o número da estação meteorológica e o ano em duplicado. Como não influenciam em nada os resultados finais, é recomendado que se escreva um número, que permita uma fácil identificação dos dados meteorológicos usados. É necessário que estes estejam alinhados exactamente como está representado na figura, sob risco do programa dar erro.

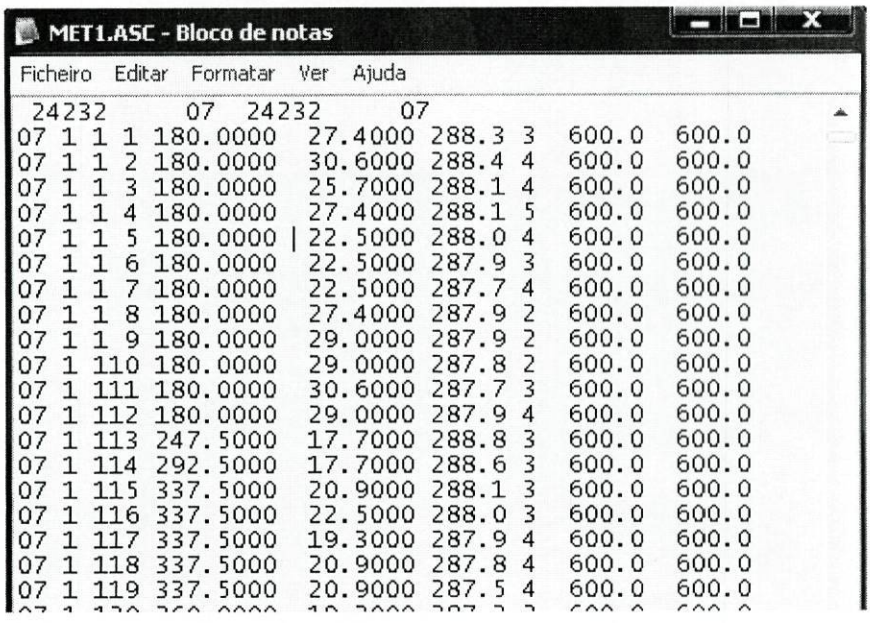


Figura 2.8 – Ficheiro .ASC com os dados meteorológicos

2.3 - Dados relativos às emissões

Para que o programa corra, é necessária a introdução de 6 dados diferentes relativos às emissões: alturas das fontes (m), coordenadas das fontes (x, y, z), diâmetro interno no topo (m), velocidade de saída do gás ($m.s^{-1}$), temperatura do gás (K), e caudal mássico ($g.s^{-1}$).

Os dados relativos às coordenadas e alturas das fontes, bem como aos diâmetros internos no topo das mesmas, foram obtidos através de um mapa disponibilizado pela Galp. O ponto vectorial (500, 300) relativo às coordenadas internas da refinaria da Galp foi o escolhido como ponto de origem (0,0). Esta escolha justifica-se pela sua localização, exactamente a meio das fontes. A tabela seguinte mostra as coordenadas de cada uma das fontes usadas neste trabalho:

Tabela 2.3 – Coordenadas das fontes de emissão

Fonte	Coordenada x	Coordenada y
ST0601	-260.5	-34.0
ST1401	-61.25	-79.0
ST1601	-195.5	-79.0
ST2001	369.8	-17.5
ST3001	-97.2	-184.0
ST3701	-276.1	-84.1
ST3801	-290.4	5.25
ST4001	135.2	-27.3
ST4002	134.1	-58.3

Os dados relativos à velocidade e temperatura do gás e ao caudal mássico foram obtidos recorrendo a monitorizações contínuas e descontínuas.

A partir das monitorizações em descontínuo, calcularam-se as médias anuais (a cinzento claro na figura) da velocidade de saída e da temperatura do gás para cada uma das fontes. As temperaturas também foram novamente convertidas para Kelvin.

Vel. Esc.		Temp.		
$m.s^{-1}$	$m.s^{-1}$	ºC	ºC	K
10.3	10.3	368	368	641
10.1	10.1	360	360	633
	10.2			637
1.9	1.9	83	83	356
1.8	1.8	72	72	345
	1.9			351
1.9	1.9	233	233	506
2.0	2.0	228	228	501
	2.0			504

Figura 2.9 – Dados descontínuos (cálculo das médias de velocidade e temperatura)

Para além disso, também se calcularam as médias da humidade e dos caudais mássicos para cada um dos poluentes analisados (figura x). Os caudais mássicos foram convertidos para $g.s^{-1}$, multiplicando a média em $kg.h^{-1}$ por (1000/3600).

Humidade	SO_2		NOx		Partículas	
	Composição	Caudal mássico	Composição	Caudal mássico	Composição	Caudal mássico
	$mg.Nm^{-3}$	$kg.h^{-1}$	$mg.Nm^{-3}$	$kg.h^{-1}$	$mg.Nm^{-3}$	$kg.h^{-1}$
(%)						
11.4	1,987.9	0.00	267.9	0.00	68.5	0.0
11.2	1,832.2	0.00	329.7	0.00	53.0	0.0
11.3		0.00		0.00		0.0
4.0	<2,9	0.00	21.2	0.00	0.7	0.0
2.0	222.6	0.00	42.9	0.00	5.5	0.0
3.0		7.28		0.00		0.0
12.6	<2,9	0.00	165.2	0.00	25.5	0.0
15.4	<2,9	0.00	155.2	0.00	<0,2	0.0
14.0		0.00		0.00		0.0

Figura 2.10 – Dados descontínuos (cálculo das médias da humidade e do caudal mássico e conversão do último para as unidades correctas)

Analisando os valores obtidos para os caudais de massa, decidiu-se que as fontes ST1302, ST2401 e ST5201 não entrariam nos cálculos de concentração uma vez que os valores eram ínfimos (inferiores a 1 $g.s^{-1}$) e, subsequentemente, de pouca importância.

Os dados obtidos através da monitorização contínua, foram alvo de um tratamento mais elaborado: começou-se por descontar a humidade (calculada a partir dos dados de monitorização descontínua), ao valor do caudal.

Caudal (kNm3/h)	Humidade %
ST0601_caudal	11
88.7	0.89
152.93	135.64891
150.386	133.392382
149.335	132.460145
148.658	131.859646
147.622	130.940714
148.418	131.646766
148.731	131.924397
150.344	133.355128
153.814	136.433018
136.45	121.03115
132.59	117.60733
136.063	120.687881

Figura 2.11 – Correcção da humidade ao valor do caudal

Como se pode ver na figura 2.11, como a humidade é de 11%, isso implica que apenas 89% do caudal é correspondente ao poluente em questão. Os restantes 11% são consequência do vapor de água libertado, pelo que se estaria a incorrer num erro se os incluíssemos no cálculo do caudal. Caso este ajustamento não fosse realizado, obter-se-iam valores de concentração de poluente nos receptores, mais elevados do que aqueles que na realidade se verificariam.

Para se obter o caudal mássico ($kg.h^{-1}$), multiplicou-se o valor do caudal corrigido pelo valor não normalizado da concentração do poluente. Em seguida, fez-se a média dos valores obtidos

ST0601_SO2	ST0601_NO	ST0601_Part	ST0601_caudal	11	Caudal mássico SO2
Valores não normalizados			88.7	0.89	$kg.h^{-1}$
1489	38	135	152.93	135.64891	201.9947919
1439	36	138	150.386	133.392382	191.9583073
1496	41	136	149.335	132.460145	198.1365341
1404	28	136	148.658	131.859646	185.0834735
1424	39	134	147.622	130.940714	186.4333886
1363	28	138	148.418	131.646766	179.4950996
1303	34	144	148.731	131.924397	171.8368041
1223	26	142	150.344	133.355128	163.0679841
1326	33	144	153.814	136.433018	180.8801666

Figura 2.12 – Cálculo do valor do caudal mássico

Os valores dos caudais mássicos do 2º semestre obtidos por monitorização contínua não foram utilizados devido a uma desformatação do ficheiro EXCEL onde eles se encontravam inseridos, que causou com que não fosse possível saber a que datas é que alguns dos valores em questão pertenciam.

2.4 - Elaboração do ficheiro de input

O ficheiro de input deve ser escrito em formato .INP, pelo que se deve utilizar o ficheiro que já vem incluído com o programa.

Ele é dividido em 5 partes: controlo, fontes, receptores, dados metereológicos e output.

2.4.1 - Secção de controlo

```
CO STARTING
   TITLEONE  TOTAL
   MODELOPT  URBAN CONC MSGPRO
   AVERTIME  PERIOD
   POLLUTID  SO2
   RUNORNOT  RUN
   ERRORFIL  ERRORS.OUT
CO FINISHED
```

Figura 2.13 – Secção de controlo

Para começar a escrever a secção de controlo, é necessário digitar CO STARTING.

O comando TITLEONE refere-se ao título que queremos dar à simulação que irá ser efectuada.

O comando MODELO PT, permite-nos escolher várias opções que queremos que o programa considere aquando da simulação. Neste trabalho, escolheu-se URBAN, uam vez que estamos a tratar de um ambiente urbano, CONC, de forma a serem calculadas concentrações nos receptores e MSGPRO, um comando muito importante porque permite que o programa continue a simulação e os cálculos mesmo que haja algum valor em falta no ficheiro meteorológico.

O comando AVERTIME, permite-nos escolher o tempo da média das concentrações. O ideal é escolher PERIOD, de forma a que ele faça a média das concentrações durante todo o tempo estipulado no ficheiro meteorológico.

O comando POLLUTID, apenas serve para digitar o nome do poluente que estamos a simular; não influencia em nada os resultados finais, uma vez que o programa não faz distinção entre os diferentes poluentes.

O comando RUNORNOT permite-nos decidir se queremos que o programa corra normalmente (RUN) ou apenas teste o ficheiro.INP para procurar erros (NOT).

O comando ERRORFIL, serve para decidirmos o nome do ficheiro informativo no qual vão ser descritos os possíveis erros encontrados durante o uso do programa.

Para terminar a secção de controlo, deve-se digitar CO FINISHED.

2.4.2 - Secção das fontes

```
SO STARTING
   LOCATION   ST0601   POINT   -260.5    -34.0    18.0
   LOCATION   ST1401   POINT   -61.25    -79.0    16.0
   LOCATION   ST1601   POINT   -195.5    -79.0    16.0
   LOCATION   ST2001   POINT   369.8     -17.5    17.4
   LOCATION   ST3001   POINT   -97.2     -184.0   14.8
   LOCATION   ST3701   POINT   -276.1    -84.1    0.0
   LOCATION   ST4001   POINT   135.2     -27.3    16.8
   LOCATION   ST4002   POINT   134.1     -58.3    16.8
** Point Source        QS      HS      TS      VS      DS
** Parameters:         ----    -----   ----    ----    ---
   SRCPARAM   ST0601   11.0    100.0   637.    10.2    3.2
   SRCPARAM   ST1401   1.06    100.0   351.    1.90    4.14
   SRCPARAM   ST1601   4.05    100.0   504.    2.00    5.33
   SRCPARAM   ST2001   5.03    100.0   477.    2.70    3.05
   SRCPARAM   ST3001   19.9    100.0   615.    10.3    4.20
   SRCPARAM   ST3701   1.12    47.0    619.    6.70    1.52
   SRCPARAM   ST4001   11.3    100.    409.    8.50    2.50
   SRCPARAM   ST4002   37.35   100.    484.    16.1    2.85
   SRCGROUP   ALL
SO FINISHED
```

Figura 2.14 – Secção das fontes

Para começar a escrever a secção das fontes deve-se digitar SO STARTING.

O comando LOCATION serve para indicarmos ao programa uma fonte. Como se pode ver pela imagem, a seguir ao comando, deve-se inserir o nome da fonte, o tipo (no caso da refinaria da GALP, todas as fontes são pontuais) e as coordenadas da fonte em relação ao ponto (0, 0, 0), que é definido pelo utilizador.

O comando SRCPARAM serve para indicar os dados relativos às fontes. A seguir a este comando deve-se inserir o nome da fonte, o caudal mássico ($g.s^{-1}$), a altura a que o

gás é libertado (m), a temperatura a que o gás é libertado (K), a velocidade de saída do gás ($m.s^{-1}$) e o diâmetro interno do topo da fonte (m).

O comando SRCGROUP serve para agrupar as fontes num só grupo ou em vários grupos, sendo calculadas as concentrações para cada um dos grupos. Neste caso, optou-se por agrupar todas as fontes em num só grupo.

Para terminar a secçao das fontes, deve-se digitar SO FINISHED.

2.4.3 - Secção dos receptores

```
RE STARTING
   GRIDPOLR  POL1  STA
             POL1  ORIG  0.0  0.0
             POL1  DIST  500. 1000. 2000. 5000. 7500. 10000. 15000.
             POL1  GDIR  36    10.   10.
             POL1  END
RE FINISHED
```

Figura 2.15 – Secção dos receptores

A secção dos receptores inicia-se digitando o comando RE STARTING.

O comando GRIDPOLR possibilita-nos a criação da rede de receptores na qual vão ser calculadas as concentrações. Para fazermos isso, é necessário inserir o subcomando POL1 STA. Em seguida, indica-se quais as coordenadas do ponto de origem da rede de receptores, através do comando POL1 ORIG (para este trabalho, decidiu-se que a rede teria como centro o ponto de coordenadas (0, 0)). O subcomando POL1 DIST permite-nos escolher a que distâncias (em metros) queremos colocar os receptores e o subcomando POL1 GDIR permite-nos escolher a direcção em que queremos colocar esses mesmos receptores (para a realização deste trabalho, optou-se por colocar receptores de 10 em 10 graus, às distâncias de 500, 1000, 2000, 5000, 7500, 10000 e 15000 metros do centro da rede de receptores). Para terminar esta secção utiliza-se o subcomando POL1 END e o comando RE FINISHED.

2.4.4 - Secção meteorológica

```
ME STARTING
   INPUTFIL   MET1.ASC
   ANEMHGHT   50.0  meters
   SURFDATA   24232   2007   PORTO
   UAIRDATA   24232   2007   PORTO
ME FINISHED
```

Figura 2.16 – Secção meteorológica

Para iniciar a parte meteorológica, insere-se o comando ME STARTING. Em seguida insere-se o comando INPUTFIL seguido do nome do ficheiro .ASC previamente preparado. O comando ANEMHGHT serve para indicarmos ao programa a que altura (m) foram recolhidos os dados meteorológicos presentes no ficheiro .ASC.

Os comandos SURFDATA e UAIRDATA devem ter à frente exactamente os mesmos números presentes na primeira linha do ficheiro .ASC, seguidos do local onde foram recolhidos.

Para terminar a secção meteorológica, digita-se ME FINISHED.

2.4.5 - Secção de output

```
OU STARTING
   RECTABLE   ALLAVE   FIRST SECOND
   MAXTABLE   ALLAVE   50
OU FINISHED
```

Figura 2.17 – Secção de output

Nesta parte define-se as definições de output que desejamos. Como se pode ver pela imagem, a partir dos comandos RECTABLE e MAXTABLE optou-se por pedir ao programa para listar os 10 receptores onde a concentração média foi maior. No entanto, não é necessário utilizar estes comandos, uma vez que o programa calcula e lista as concentrações nos receptores automaticamente. Estes comandos são apenas para ser usados se o utilizador quiser algo muito específico.

O aspecto final do ficheiro de input deve ser algo parecido com este:

```
CO STARTING
  TITLEONE  TOTALNOX
  MODELOPT  URBAN CONC MSGPRO
  AVERTIME  PERIOD
  POLLUTID  NOX
  RUNORNOT  RUN
  ERRORFIL  ERRORS.OUT
CO FINISHED

SO STARTING
  LOCATION  ST0601  POINT  -260.5   -34.0   18.0
  LOCATION  ST1401  POINT  -61.25   -79.0   16.0
  LOCATION  ST1601  POINT  -195.5   -79.0   16.0
  LOCATION  ST2001  POINT  369.8   -17.5   17.4
  LOCATION  ST3001  POINT  -97.2   -184.0   14.8
  LOCATION  ST3701  POINT  -276.1   -84.1   0.0
  LOCATION  ST4001  POINT  135.2   -27.3   16.8
  LOCATION  ST4002  POINT  134.1   -58.3   16.8
** Point Source      QS    HS    TS    VS   DS
** Parameters:      ----  -----  ----  ----  ---
  SRCPARAM  ST0601  11.0  100.0  637.  10.2  3.2
  SRCPARAM  ST1401  1.06  100.0  351.  1.90  4.14
  SRCPARAM  ST1601  4.05  100.0  504.  2.00  5.33
  SRCPARAM  ST2001  5.03  100.0  477.  2.70  3.05
  SRCPARAM  ST3001  19.9  100.0  615.  10.3  4.20
  SRCPARAM  ST3701  1.12  47.0  619.  6.70  1.52
  SRCPARAM  ST4001  11.3  100.  409.  8.50  2.50
  SRCPARAM  ST4002  37.35  100.  484.  16.1  2.85
  SRCGROUP  ALL
SO FINISHED

RE STARTING
  GRIDPOLR  POL1  STA
        POL1  ORIG  0.0  0.0
        POL1  DIST  500. 1000. 2000. 5000. 7500. 10000. 15000.
        POL1  GDIR  36   10.   10.
        POL1  END
RE FINISHED

ME STARTING
  INPUTFIL  MET1.ASC
  ANEMHGHT  50.0  meters
  SURFDATA  24232  2007  PORTO
```

```
  UAIRDATA 24232 2007 PORTO
ME FINISHED

OU STARTING
  RECTABLE ALLAVE FIRST SECOND
  MAXTABLE ALLAVE 50
OU FINISHED
```

Figura 2.18 – Ficheiro de input final

2.5 - Como correr o programa

Depois de o ficheiro .INP estar criado, já se tem tudo que é necessário para correr o programa. Deve-se então criar uma pasta onde esteja o ficheiro ISCST3.EXE, o ficheiro .INP (que não pode ter mais de 8 caracteres no nome ou o programa não correrá) e o ficheiro .ASC.

De seguida, deve-se correr a linha de comandos de MS-DOS e aceder à pasta que se criou anteriormente através do comando "cd".

Quando estivermos dentro da pasta, deve-se correr o programa como está demonstrado na figura seguinte:

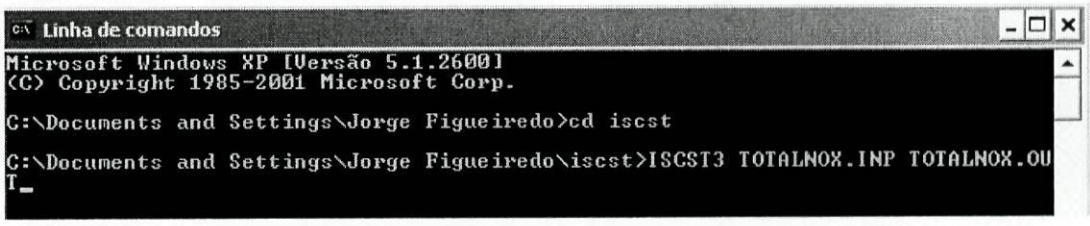
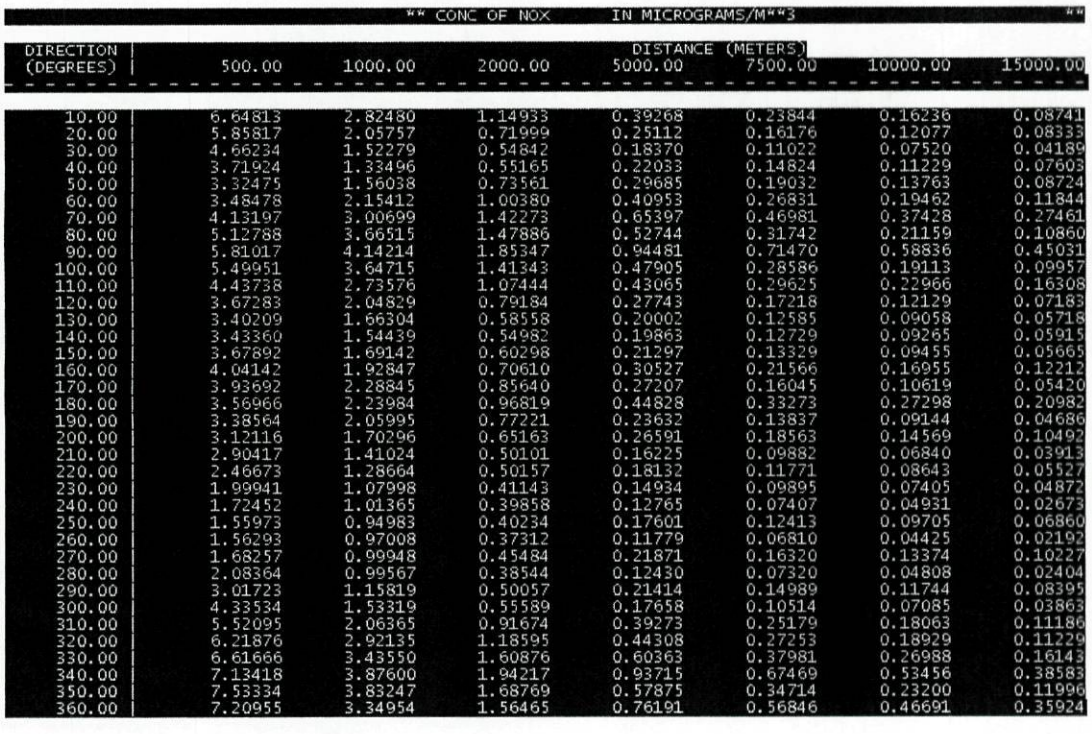


Figura 2.19 – Comandos de DOS necessários para o bom funcionamento do programa

Digita-se ISCST3 para aceder ao programa, o nome do ficheiro .INP para que o programa o leia e o nome do ficheiro .OUT que será o ficheiro para onde serão enviados os resultados finais.

De seguida, deve abrir-se o ficheiro .OUT e copiar os resultados finais (na figura) para uma folha de Excel.



** CONC OF NOX IN MICROGRAMS/M**3 **

DIRECTION (DEGREES)	DISTANCE (METERS) 500.00	1000.00	2000.00	5000.00	7500.00	10000.00	15000.00
10.00	6.64813	2.82480	1.14933	0.39268	0.23844	0.16236	0.08741
20.00	5.85817	2.05757	0.71999	0.25112	0.16176	0.12077	0.08333
30.00	4.66234	1.52279	0.54842	0.18370	0.11022	0.07520	0.04189
40.00	3.71924	1.33496	0.55165	0.22033	0.14824	0.11229	0.07603
50.00	3.32475	1.56038	0.73561	0.29685	0.19032	0.13763	0.08724
60.00	3.48478	2.15412	1.00380	0.40953	0.26831	0.19462	0.11844
70.00	4.13197	3.00699	1.42273	0.65397	0.46981	0.37428	0.27461
80.00	5.12788	3.66515	1.47886	0.52744	0.31742	0.21159	0.10860
90.00	5.81017	4.14214	1.85347	0.94481	0.71470	0.58836	0.45031
100.00	5.49951	3.64715	1.41343	0.47905	0.28586	0.19113	0.09957
110.00	4.43738	2.73576	1.07444	0.43065	0.29625	0.22966	0.16308
120.00	3.67283	2.04829	0.79184	0.27743	0.17218	0.12129	0.07183
130.00	3.40209	1.66304	0.58558	0.20002	0.12585	0.09058	0.05718
140.00	3.43360	1.54439	0.54982	0.19863	0.12729	0.09265	0.05915
150.00	3.67892	1.69142	0.60298	0.21297	0.13329	0.09455	0.05665
160.00	4.04142	1.92847	0.70610	0.30527	0.21566	0.16955	0.12212
170.00	3.93692	2.28845	0.85640	0.27207	0.16045	0.10619	0.05420
180.00	3.56966	2.23984	0.96819	0.44828	0.33273	0.27298	0.20982
190.00	3.38564	2.05995	0.77221	0.23632	0.13837	0.09144	0.04686
200.00	3.12116	1.70296	0.65163	0.26591	0.18563	0.14569	0.10492
210.00	2.90417	1.41024	0.50101	0.16225	0.09882	0.06840	0.03913
220.00	2.46673	1.28664	0.50157	0.18132	0.11771	0.08643	0.05527
230.00	1.99941	1.07998	0.41143	0.14934	0.09895	0.07405	0.04872
240.00	1.72452	1.01365	0.39858	0.12765	0.07407	0.04931	0.02673
250.00	1.55973	0.94983	0.40234	0.17601	0.12413	0.09705	0.06860
260.00	1.56293	0.97008	0.37312	0.11779	0.06810	0.04425	0.02192
270.00	1.68257	0.99948	0.45484	0.21871	0.16320	0.13374	0.10227
280.00	2.08364	0.99567	0.38544	0.12430	0.07320	0.04808	0.02404
290.00	3.01723	1.15819	0.50057	0.21414	0.14989	0.11744	0.08395
300.00	4.33534	1.53319	0.55589	0.17658	0.10514	0.07085	0.03863
310.00	5.52095	2.06365	0.91674	0.39273	0.25179	0.18063	0.11186
320.00	6.21876	2.92135	1.18595	0.44308	0.27253	0.18929	0.11229
330.00	6.61666	3.43550	1.60876	0.60363	0.37981	0.26988	0.16143
340.00	7.13418	3.87600	1.94217	0.93715	0.67469	0.53456	0.38583
350.00	7.53334	3.83247	1.68769	0.57875	0.34714	0.23200	0.11996
360.00	7.20955	3.34954	1.56465	0.76191	0.56846	0.46691	0.35924

Figura 2.20 – Resultados finais no ficheiro .OUT

Em seguida deve-se seleccionar a coluna para onde os dados foram copiados, ir a menu Dados > Texto para Colunas e executar esse comando, para que cada coluna de dados fique na sua respectiva coluna de Excel, de forma a serem mais facilmente trabalhados.

Para ter uma ideia melhor de como é que ocorreu a dispersão dos poluentes, pode-se recorrer a um gráfico. Para isso deve-se seleccionar uma das colunas de concentrações (figura 2.21), ir ao menu Inserir > Gráfico e seleccionar um gráfico do tipo Radar (figura 2.22)

	DIRECÇÃO (GRAUS)	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
		CONCENTRAÇÃO (MICROGRAMAS/M3)						
	10	29.398	13.518	5.720	1.915	1.145	0.771	0.409
	20	26.214	10.320	4.065	1.664	1.131	0.863	0.597
	30	21.234	8.443	3.481	1.181	0.691	0.461	0.249
	40	17.581	7.864	3.558	1.527	1.042	0.789	0.529
	50	16.304	9.019	4.499	1.920	1.259	0.922	0.590
	60	17.591	11.339	5.337	2.104	1.337	0.946	0.555
	70	21.143	14.739	7.425	3.679	2.665	2.112	1.519
	80	25.998	16.845	6.786	2.354	1.404	0.931	0.476
	90	29.159	18.237	8.052	4.031	3.040	2.502	1.918
	100	27.082	15.757	6.013	2.023	1.209	0.810	0.424
	110	20.892	11.292	4.211	1.630	1.102	0.844	0.590
	120	16.367	8.287	3.119	1.062	0.641	0.442	0.254
	130	14.083	6.941	2.677	1.058	0.691	0.503	0.318
	140	13.066	6.433	2.618	1.127	0.747	0.545	0.343
	150	13.659	6.753	2.458	0.831	0.512	0.357	0.208
	160	15.033	7.468	2.728	1.115	0.780	0.612	0.443
	170	14.584	8.835	3.364	1.082	0.639	0.424	0.217
	180	12.982	8.845	4.014	1.988	1.492	1.226	0.939
	190	11.909	8.026	3.102	0.992	0.584	0.387	0.200
	200	10.267	6.413	2.351	0.914	0.629	0.492	0.355
	210	9.041	4.934	1.758	0.599	0.371	0.259	0.150
	220	7.622	4.253	1.628	0.597	0.390	0.288	0.187
	230	6.182	3.727	1.436	0.528	0.349	0.261	0.172
	240	5.365	3.735	1.499	0.513	0.313	0.216	0.123
	250	5.072	3.679	1.549	0.646	0.457	0.361	0.262
	260	5.226	3.845	1.576	0.519	0.302	0.196	0.097
	270	5.805	3.970	1.842	0.871	0.649	0.533	0.411
	280	7.358	4.051	1.633	0.534	0.311	0.202	0.099
	290	11.289	4.886	2.029	0.852	0.600	0.474	0.344
	300	17.469	6.639	2.400	0.765	0.454	0.304	0.164
	310	23.408	9.162	3.835	1.637	1.074	0.785	0.497
	320	27.088	12.710	4.925	1.801	1.125	0.794	0.483

Figura 2.21 – Representação de uma coluna de concentrações seleccionada

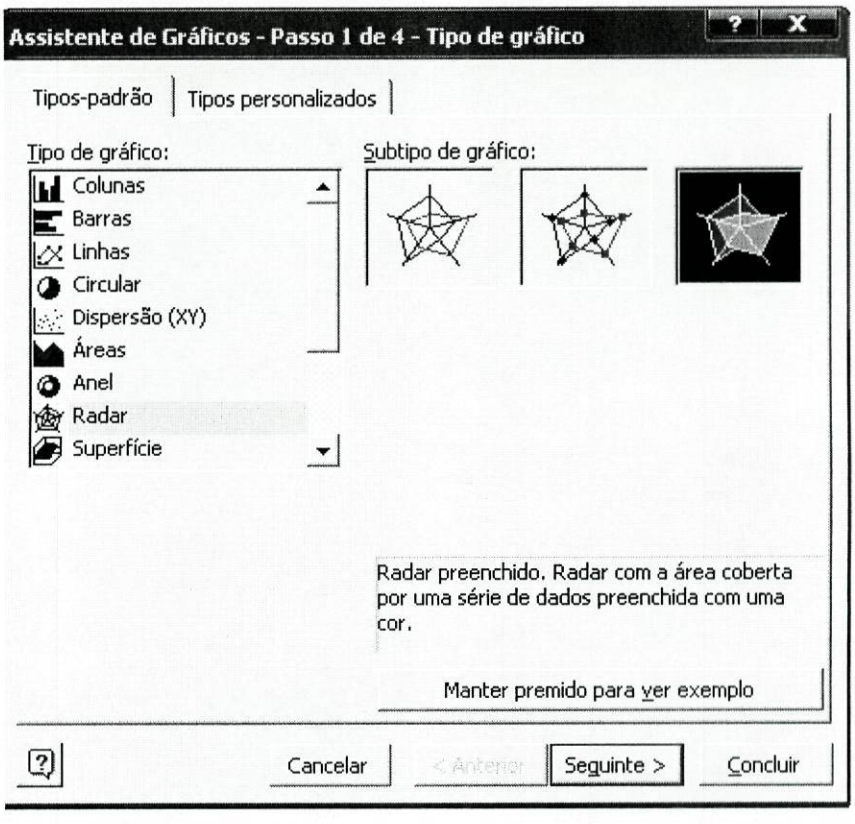


Figura 2.22 – Selecção de um gráfico do tipo Radar

O resultado final deverá ser algo deste género:

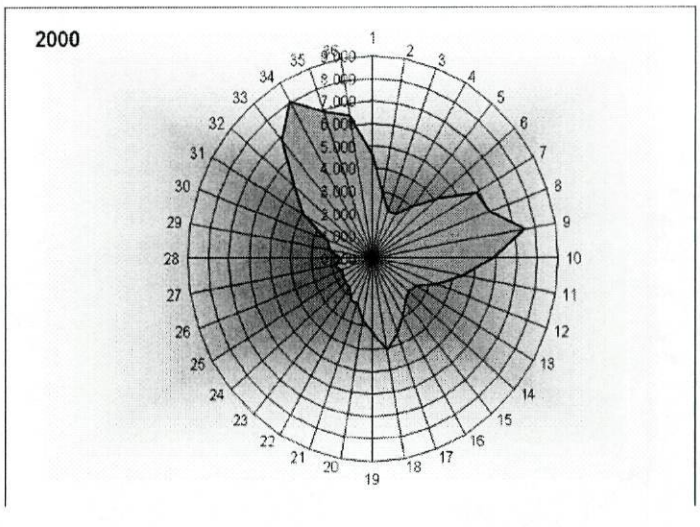


Figura 2.23 – Exemplo de uma representação gráfica da distribuição de um poluente do ar.

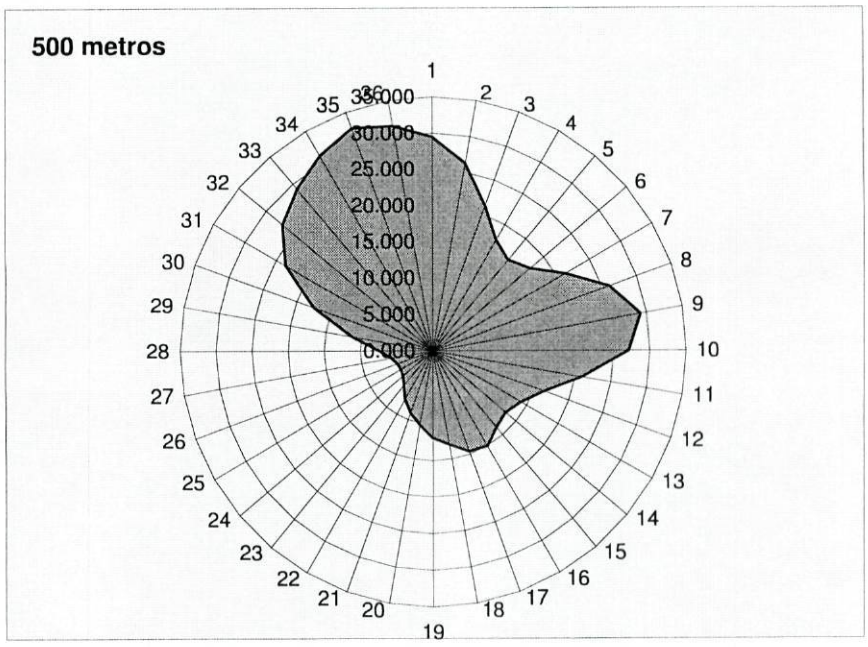
RESULTADOS

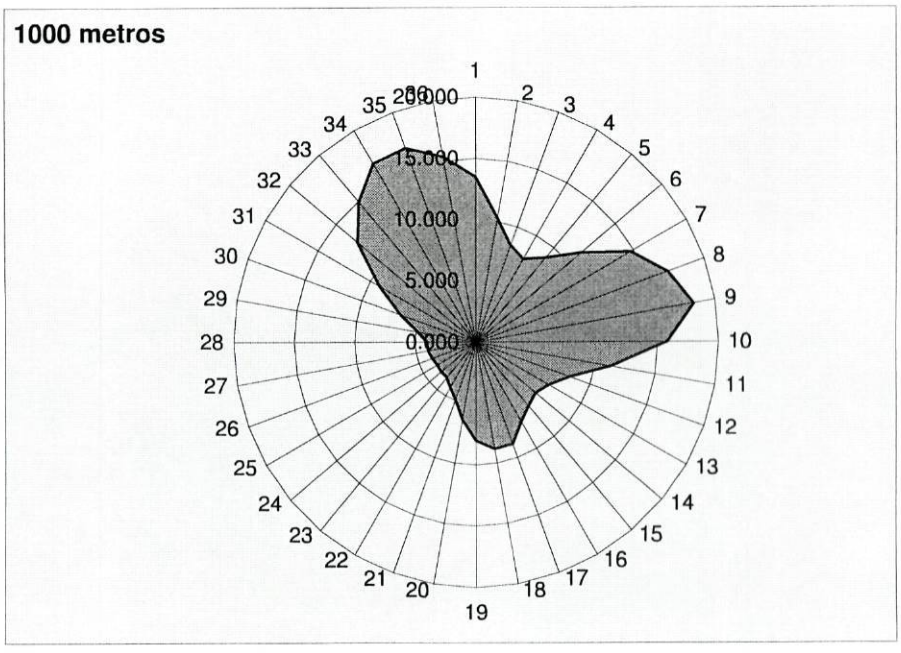
Monitorização descontínua anual de SO_2

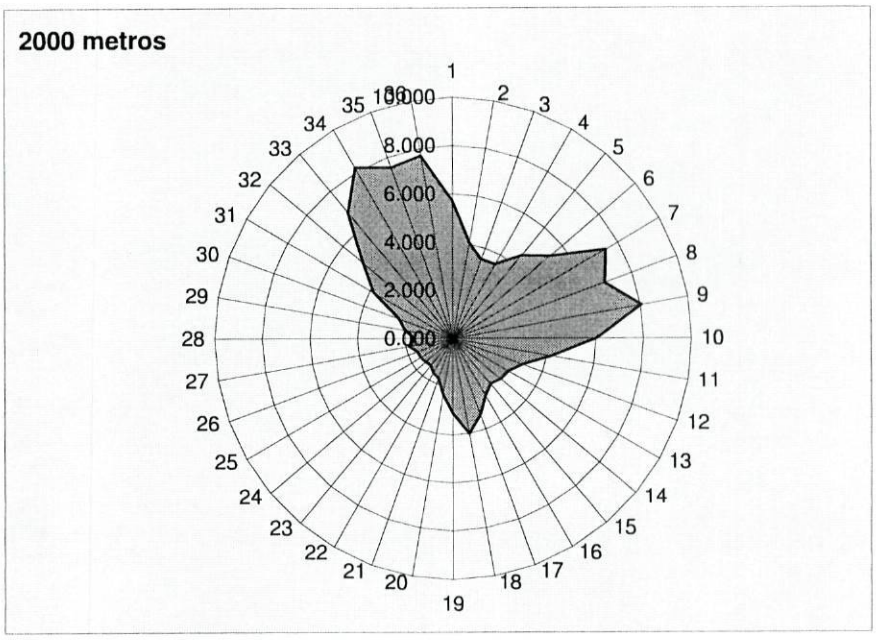
Tabela 3.1 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de SO_2

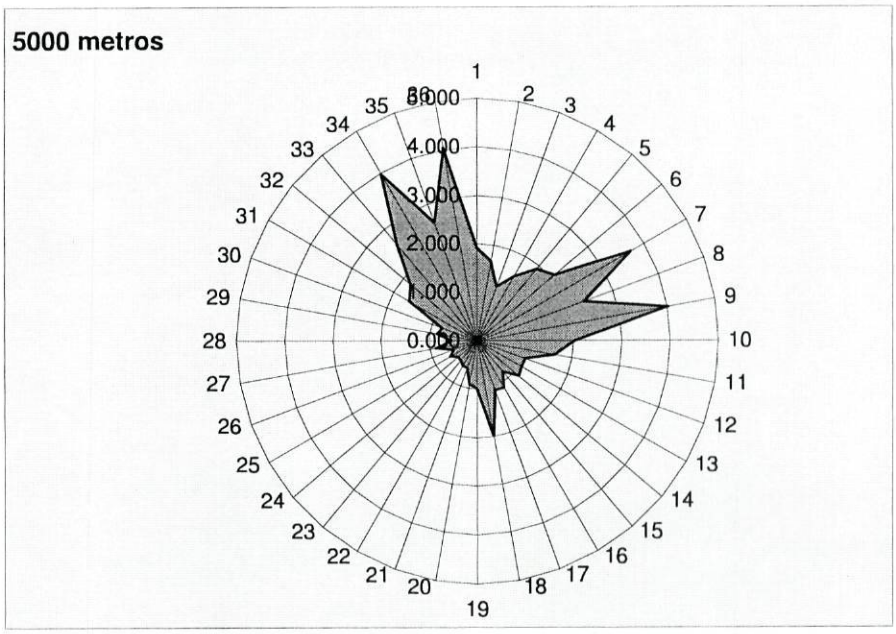
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	26.224	11.173	4.603	1.598	0.975	0.666	0.359
20	22.601	7.982	2.889	1.035	0.671	0.502	0.347
30	17.569	5.922	2.222	0.750	0.451	0.308	0.171
40	13.792	5.323	2.274	0.918	0.619	0.469	0.317
50	12.531	6.389	3.050	1.224	0.784	0.566	0.359
60	13.913	8.782	4.162	1.711	1.123	0.815	0.497
70	17.380	12.082	5.834	2.709	1.951	1.556	1.143
80	21.819	14.569	6.069	2.188	1.319	0.880	0.452
90	24.673	16.367	7.534	3.891	2.956	2.439	1.871
100	23.343	14.618	5.831	1.996	1.191	0.797	0.415
110	18.924	11.180	4.423	1.771	1.220	0.947	0.673
120	15.345	8.399	3.298	1.166	0.723	0.509	0.301
130	13.716	6.783	2.425	0.828	0.521	0.375	0.237
140	13.595	6.229	2.279	0.838	0.539	0.393	0.252
150	14.539	6.765	2.465	0.873	0.548	0.389	0.233
160	16.044	7.769	2.913	1.284	0.910	0.716	0.516
170	15.823	9.389	3.497	1.121	0.663	0.440	0.224
180	14.614	9.464	4.091	1.886	1.398	1.147	0.881
190	13.917	8.816	3.278	1.006	0.588	0.388	0.199
200	12.436	7.285	2.760	1.109	0.772	0.605	0.435
210	11.311	5.953	2.113	0.690	0.420	0.290	0.166
220	9.505	5.454	2.109	0.753	0.488	0.358	0.229
230	7.548	4.536	1.745	0.633	0.419	0.313	0.206
240	6.389	4.270	1.670	0.531	0.308	0.205	0.111
250	5.800	3.957	1.680	0.737	0.521	0.407	0.288
260	5.741	4.039	1.581	0.498	0.287	0.187	0.092
270	6.212	4.141	1.895	0.914	0.684	0.561	0.430
280	7.666	4.137	1.622	0.519	0.305	0.200	0.100
290	11.507	4.862	2.093	0.894	0.626	0.491	0.350
300	17.526	6.471	2.337	0.734	0.435	0.292	0.159
310	23.202	8.923	3.883	1.673	1.073	0.768	0.474
320	26.460	12.587	4.986	1.820	1.118	0.776	0.461
330	27.963	14.759	6.869	2.579	1.618	1.147	0.684
340	29.594	16.243	8.090	3.865	2.780	2.203	1.592
350	30.817	15.740	6.948	2.417	1.452	0.971	0.503
360	29.052	13.523	6.465	3.182	2.379	1.956	1.506

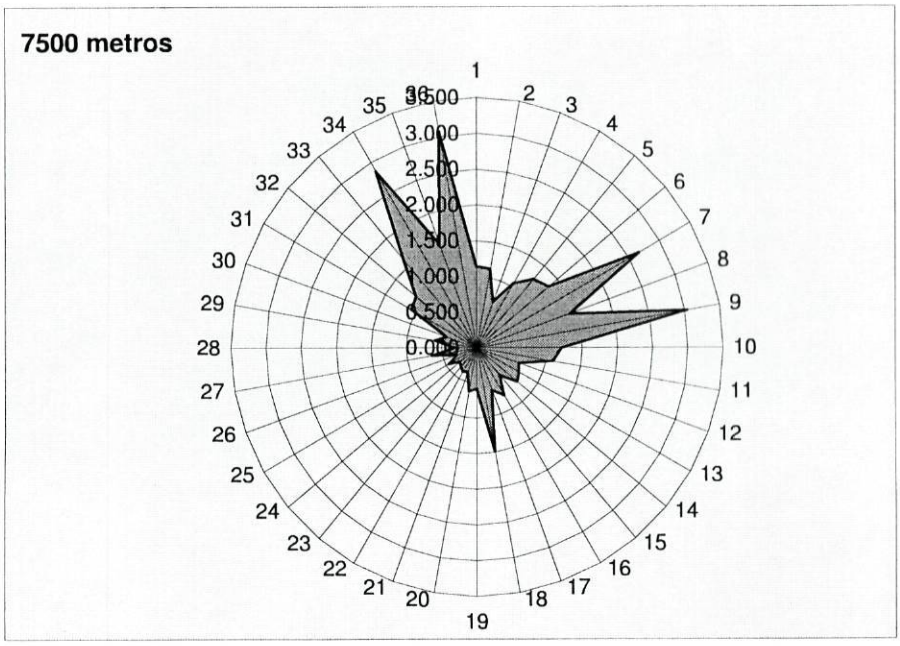
Distribuições – monitorização descontínua anual de SO_2

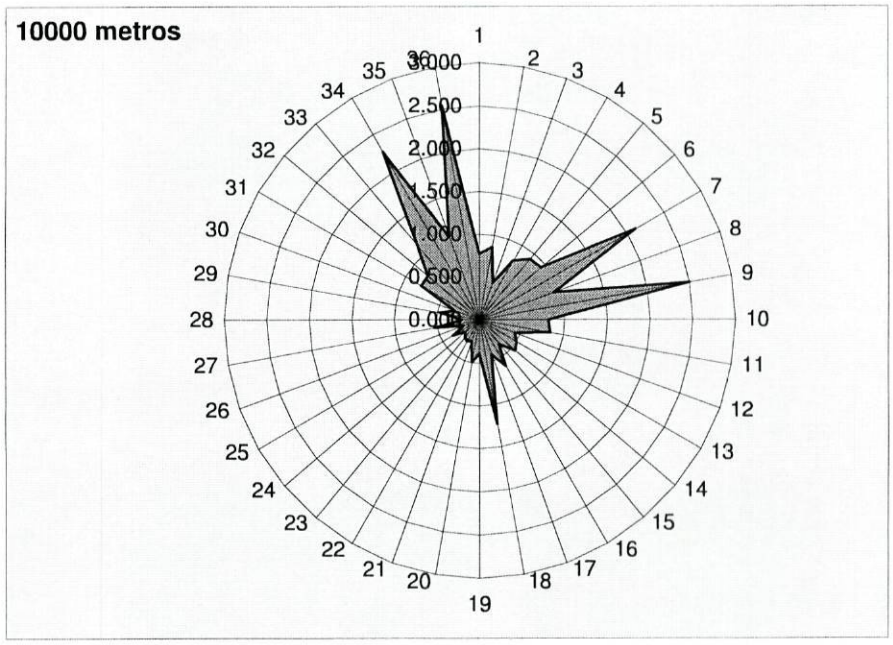


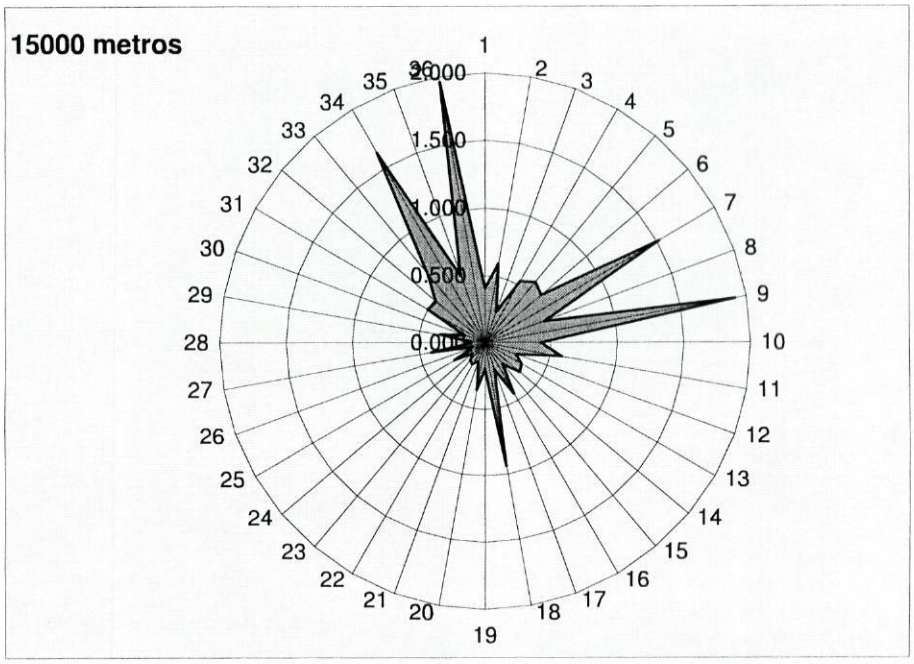



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
8.000
6.000
4.000
2.000


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
4.000
3.000
2.000
1.000


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500

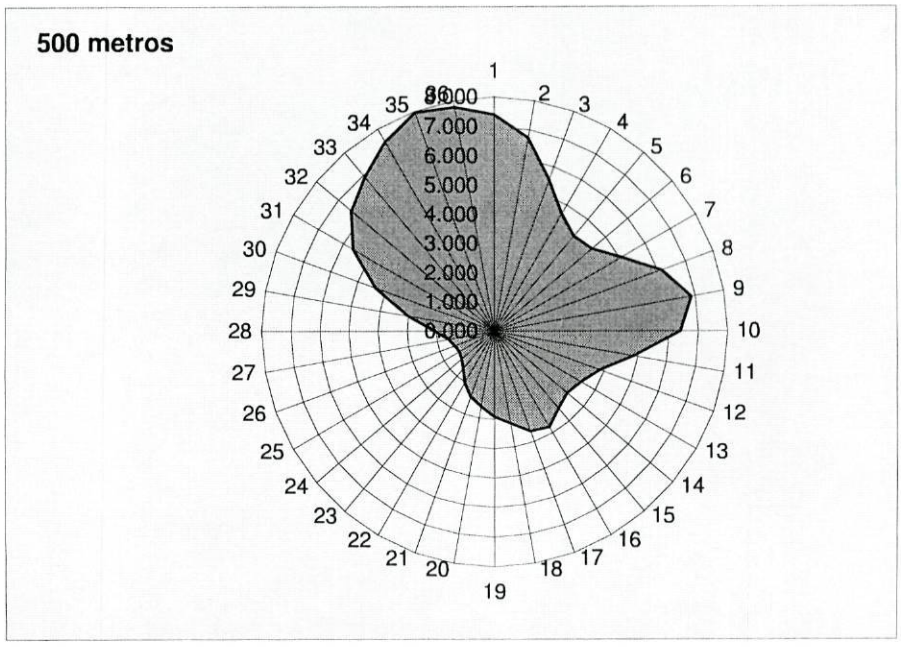

15000 metros
2.000
1.500
1.000
0.500
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

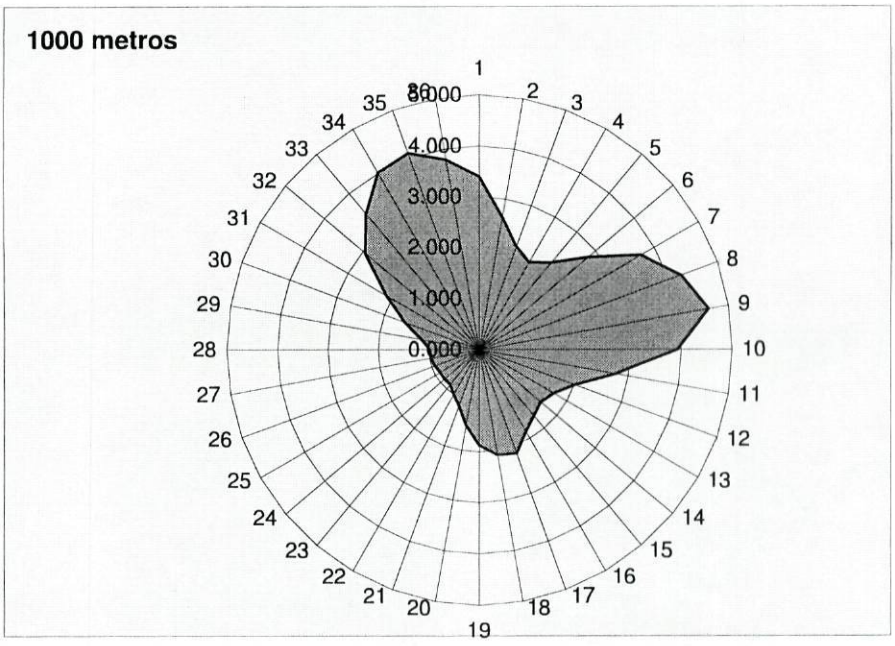
Monitorização descontínua anual de NOx

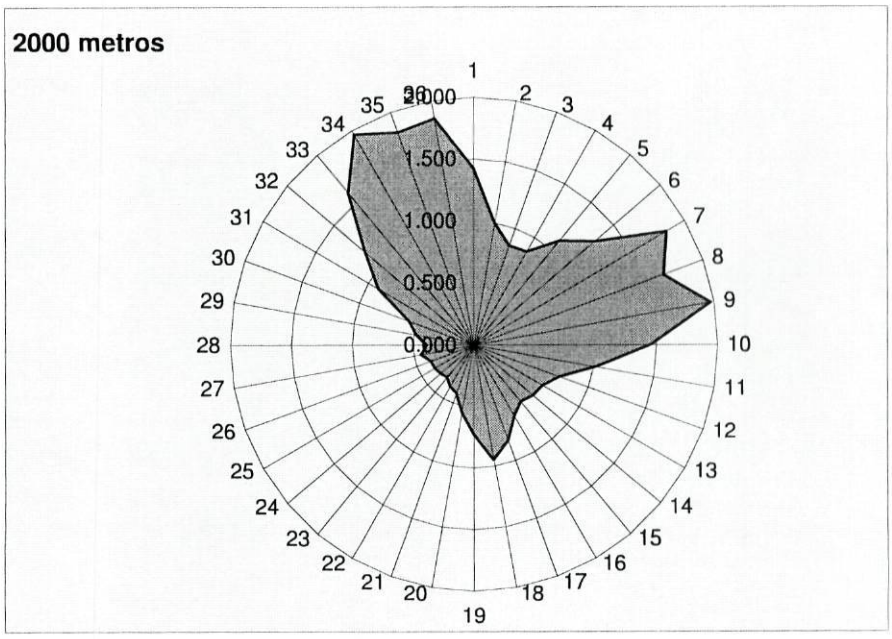
Tabela 3.2 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de NOx

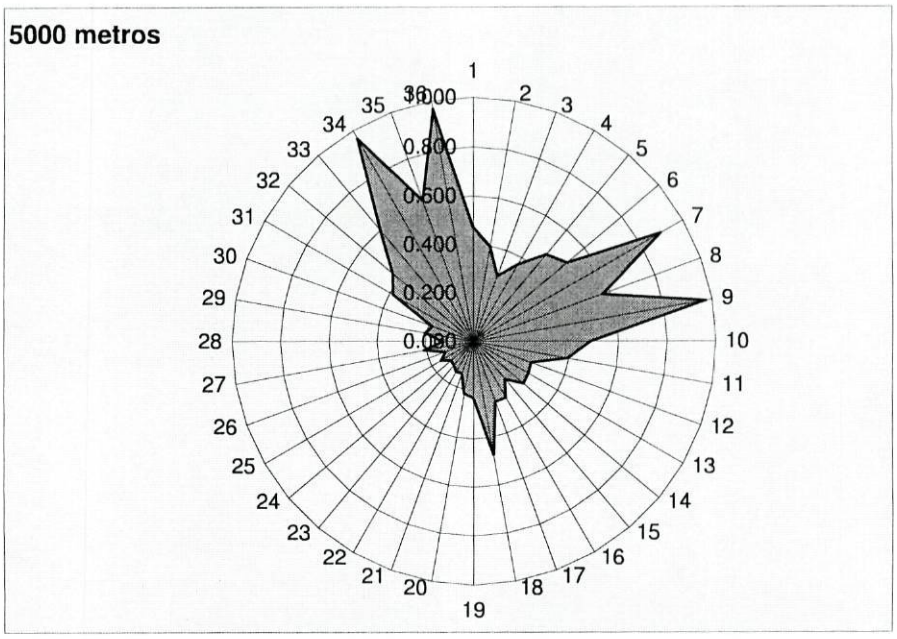
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	7.413	3.394	1.426	0.471	0.280	0.188	0.100
20	6.731	2.632	1.002	0.398	0.269	0.205	0.141
30	5.559	2.146	0.855	0.289	0.168	0.112	0.061
40	4.657	1.974	0.867	0.367	0.250	0.189	0.127
50	4.261	2.221	1.096	0.470	0.308	0.226	0.144
60	4.398	2.812	1.299	0.506	0.321	0.227	0.133
70	5.049	3.691	1.826	0.895	0.646	0.511	0.367
80	6.122	4.244	1.657	0.568	0.338	0.224	0.114
90	6.876	4.609	1.976	0.975	0.733	0.602	0.460
100	6.384	3.914	1.450	0.483	0.289	0.193	0.101
110	4.870	2.748	1.019	0.396	0.267	0.204	0.143
120	3.862	2.024	0.751	0.253	0.152	0.105	0.060
130	3.450	1.706	0.652	0.260	0.169	0.123	0.077
140	3.271	1.590	0.633	0.268	0.176	0.129	0.081
150	3.430	1.685	0.599	0.202	0.124	0.087	0.051
160	3.772	1.854	0.662	0.265	0.185	0.145	0.105
170	3.634	2.153	0.825	0.263	0.155	0.102	0.052
180	3.185	2.091	0.950	0.473	0.355	0.292	0.223
190	2.912	1.873	0.728	0.232	0.137	0.091	0.047
200	2.607	1.497	0.552	0.219	0.151	0.118	0.085
210	2.371	1.161	0.415	0.141	0.087	0.061	0.035
220	2.024	1.005	0.387	0.143	0.094	0.069	0.045
230	1.659	0.890	0.341	0.125	0.083	0.062	0.041
240	1.451	0.894	0.358	0.123	0.075	0.052	0.030
250	1.378	0.887	0.370	0.154	0.109	0.086	0.063
260	1.431	0.929	0.375	0.124	0.072	0.047	0.023
270	1.584	0.962	0.444	0.210	0.156	0.128	0.099
280	2.030	0.976	0.388	0.128	0.075	0.048	0.024
290	2.991	1.161	0.483	0.203	0.143	0.113	0.082
300	4.347	1.563	0.567	0.183	0.109	0.073	0.040
310	5.599	2.117	0.902	0.384	0.252	0.184	0.117
320	6.404	2.950	1.166	0.436	0.273	0.193	0.117
330	6.916	3.483	1.605	0.603	0.376	0.265	0.157
340	7.495	4.010	1.962	0.960	0.693	0.548	0.393
350	7.951	4.095	1.827	0.618	0.367	0.244	0.126
360	7.774	3.780	1.856	0.968	0.736	0.608	0.468

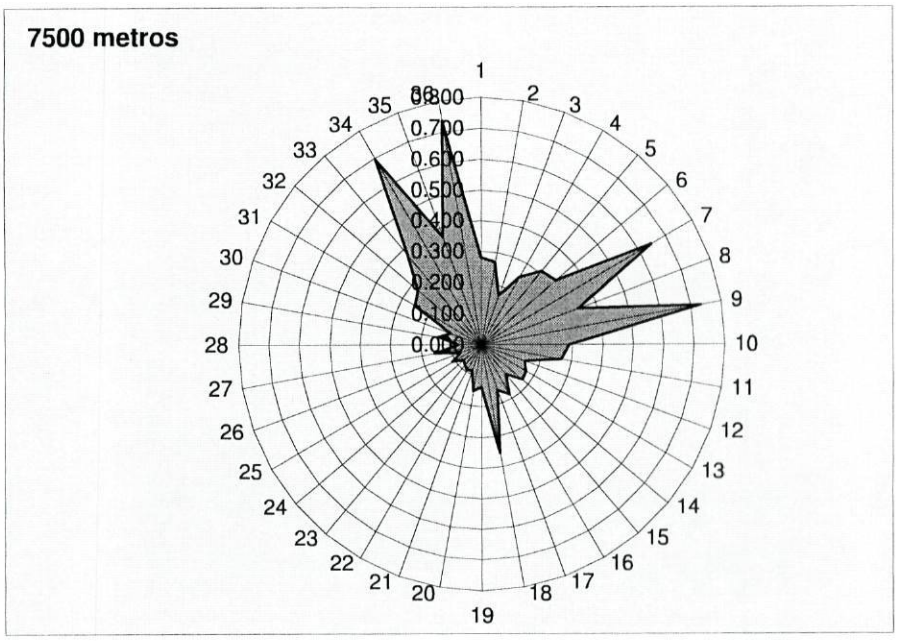
Distribuições – monitorização descontínua anual de NOx

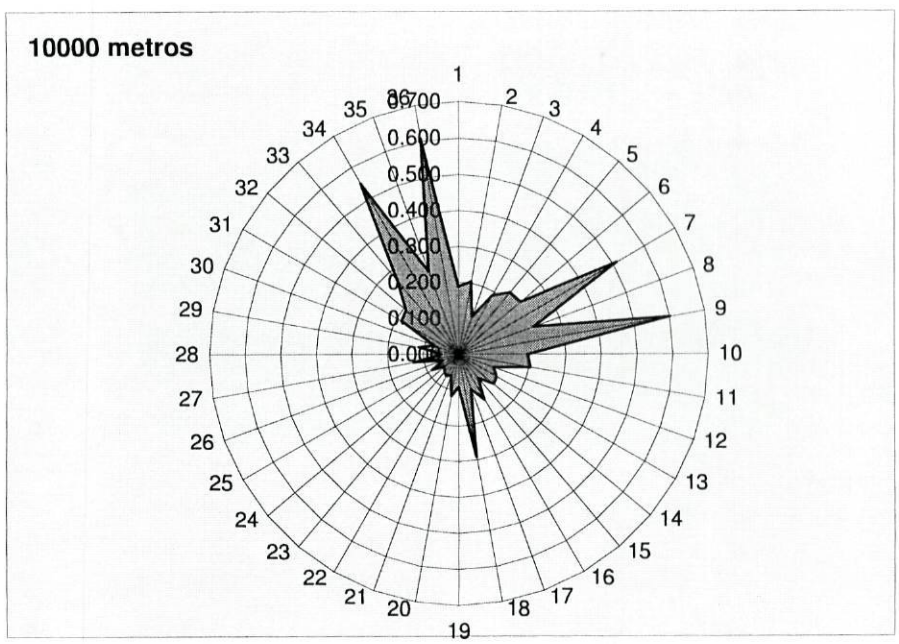


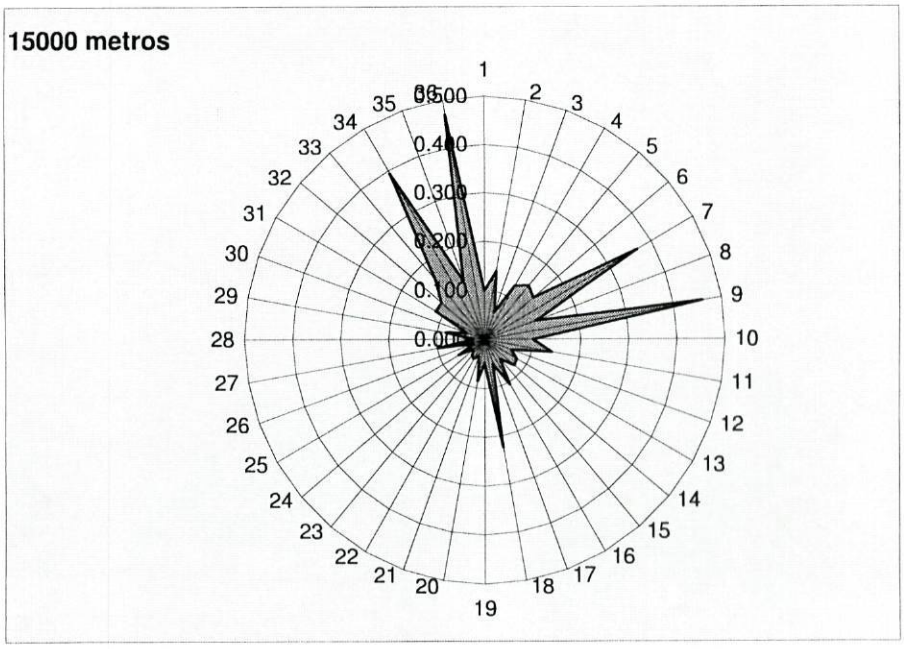



2000 metros
1.500
1.000
0.500
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


5000 metros
0.800
0.600
0.400
0.200
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.800
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100

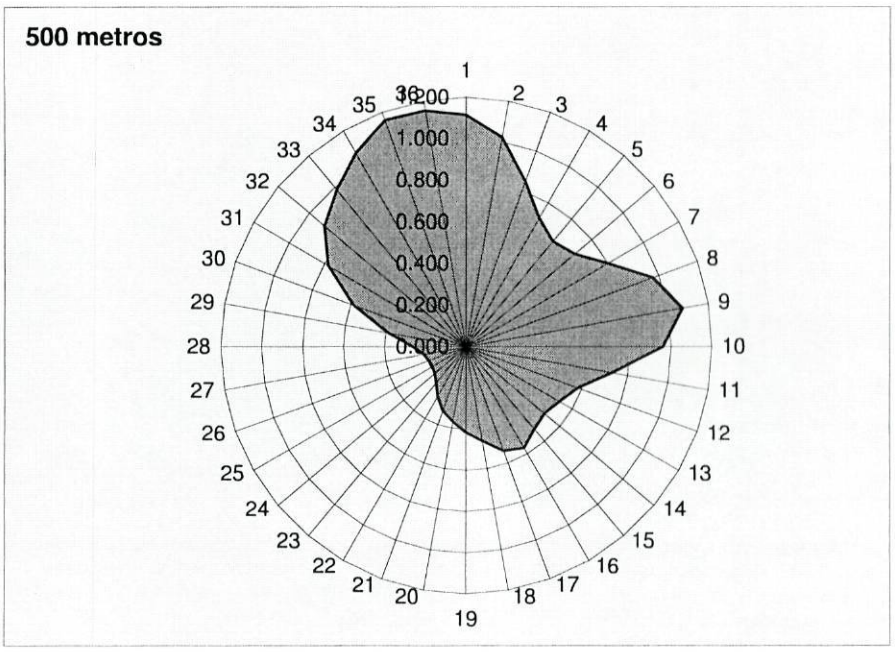

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
0.000

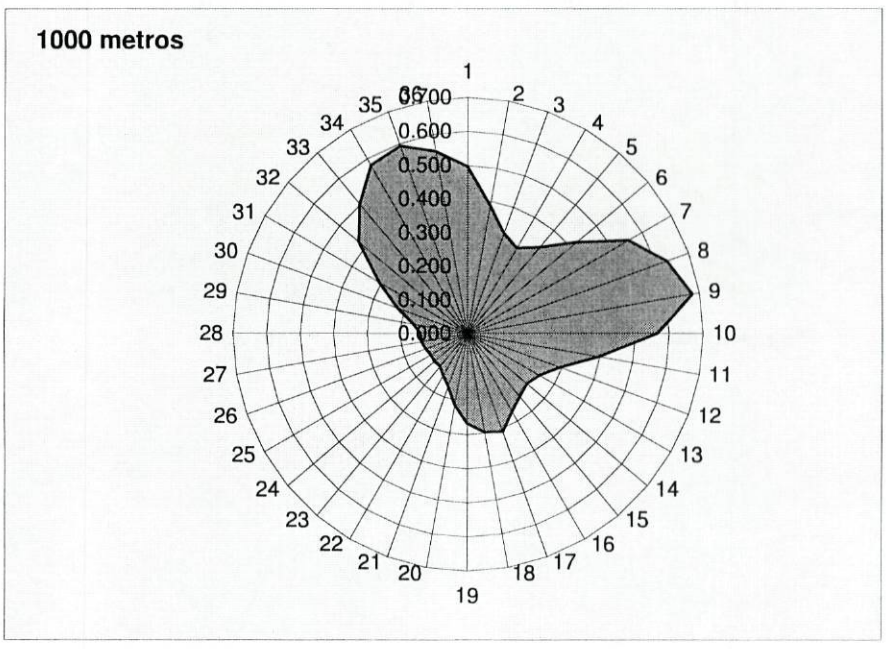
Monitorização descontínua anual de partículas

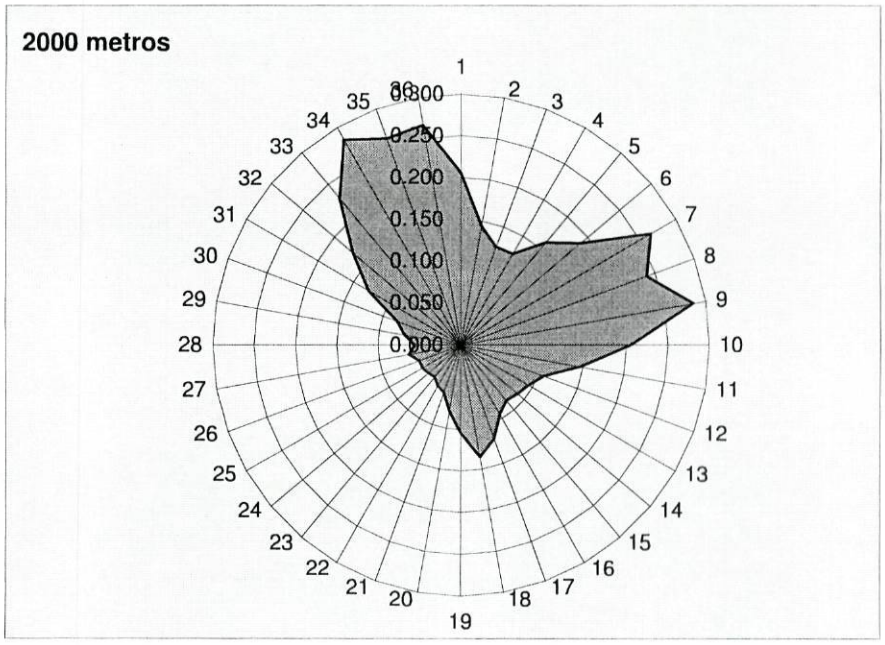
Tabela 3.3 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de partículas

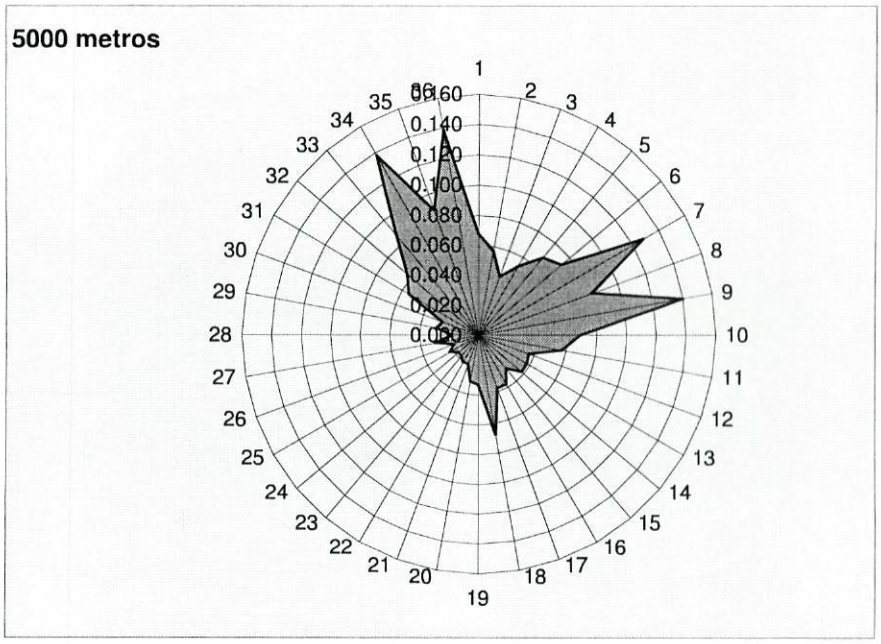
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	1.114	0.497	0.206	0.067	0.040	0.027	0.014
20	1.021	0.387	0.144	0.057	0.039	0.029	0.020
30	0.846	0.318	0.124	0.042	0.024	0.016	0.009
40	0.715	0.294	0.125	0.053	0.036	0.027	0.018
50	0.662	0.335	0.159	0.067	0.044	0.032	0.021
60	0.691	0.422	0.188	0.073	0.046	0.033	0.019
70	0.801	0.553	0.265	0.128	0.092	0.073	0.052
80	0.969	0.632	0.239	0.081	0.048	0.032	0.016
90	1.073	0.679	0.285	0.140	0.105	0.086	0.066
100	0.961	0.565	0.205	0.069	0.041	0.028	0.014
110	0.722	0.397	0.147	0.057	0.038	0.029	0.021
120	0.582	0.293	0.106	0.036	0.022	0.015	0.009
130	0.528	0.249	0.095	0.038	0.024	0.018	0.011
140	0.501	0.231	0.090	0.038	0.025	0.018	0.012
150	0.522	0.243	0.086	0.029	0.018	0.012	0.007
160	0.568	0.267	0.094	0.038	0.026	0.021	0.015
170	0.539	0.308	0.118	0.038	0.022	0.015	0.008
180	0.464	0.297	0.135	0.067	0.051	0.042	0.032
190	0.417	0.266	0.104	0.033	0.020	0.013	0.007
200	0.365	0.214	0.079	0.031	0.022	0.017	0.012
210	0.326	0.166	0.059	0.020	0.013	0.009	0.005
220	0.275	0.144	0.055	0.020	0.013	0.010	0.006
230	0.225	0.127	0.049	0.018	0.012	0.009	0.006
240	0.198	0.128	0.051	0.018	0.011	0.007	0.004
250	0.188	0.126	0.053	0.022	0.016	0.012	0.009
260	0.193	0.132	0.054	0.018	0.010	0.007	0.003
270	0.211	0.138	0.064	0.030	0.022	0.018	0.014
280	0.259	0.139	0.056	0.018	0.011	0.007	0.003
290	0.385	0.166	0.069	0.029	0.020	0.016	0.012
300	0.585	0.223	0.081	0.026	0.016	0.010	0.006
310	0.779	0.305	0.128	0.055	0.036	0.026	0.017
320	0.904	0.426	0.169	0.063	0.039	0.028	0.017
330	0.984	0.502	0.228	0.086	0.054	0.038	0.022
340	1.077	0.578	0.283	0.138	0.099	0.079	0.056
350	1.160	0.592	0.262	0.089	0.053	0.035	0.018
360	1.152	0.549	0.266	0.139	0.105	0.087	0.067

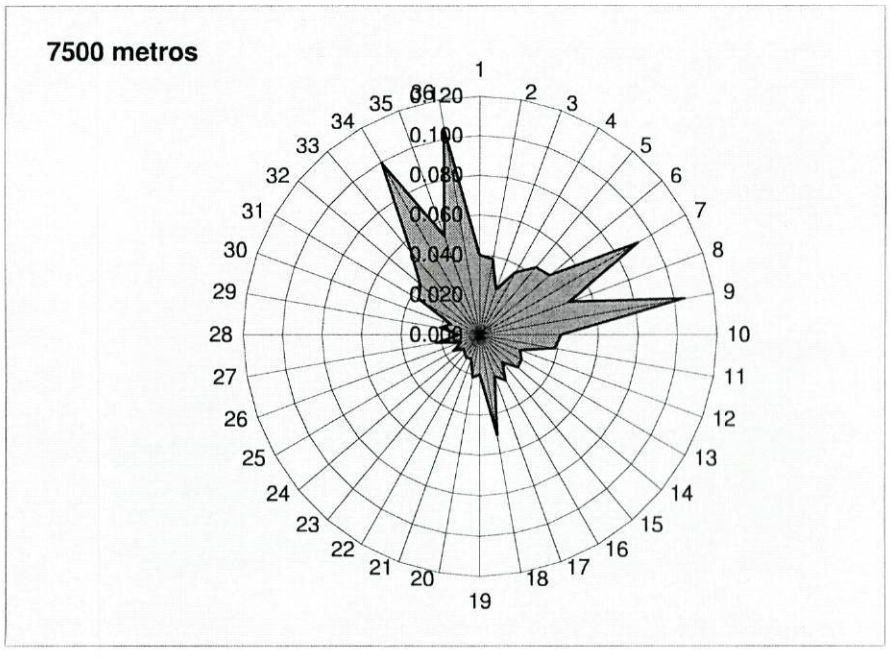
Distribuições – monitorização descontínua anual de partículas

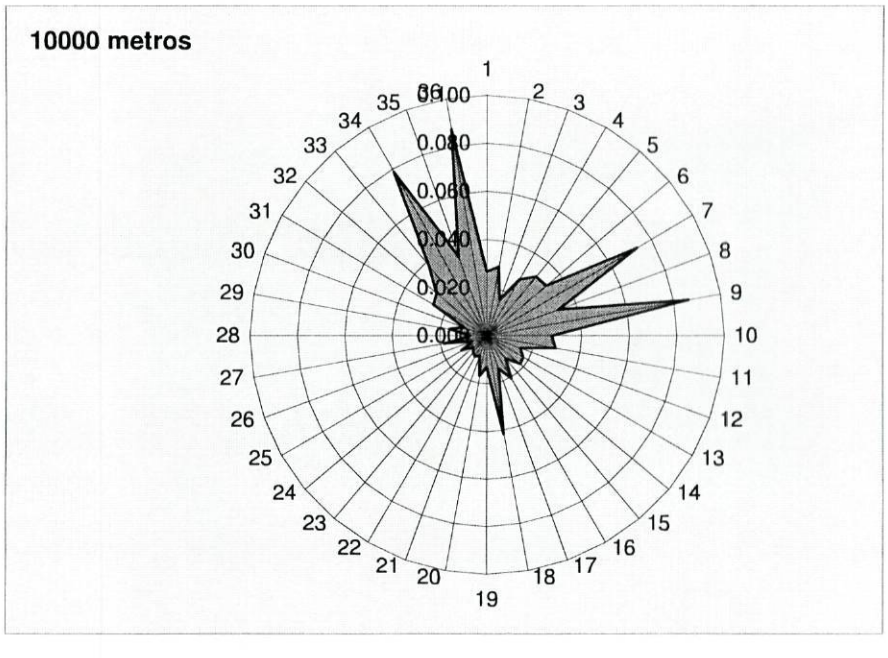


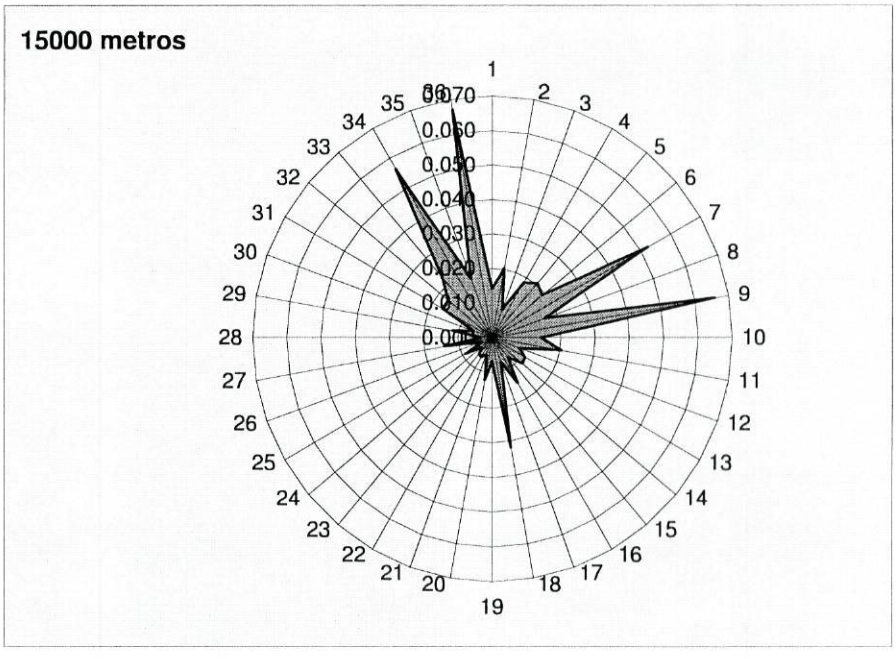



2000 metros
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


5000 metros
0.160
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020

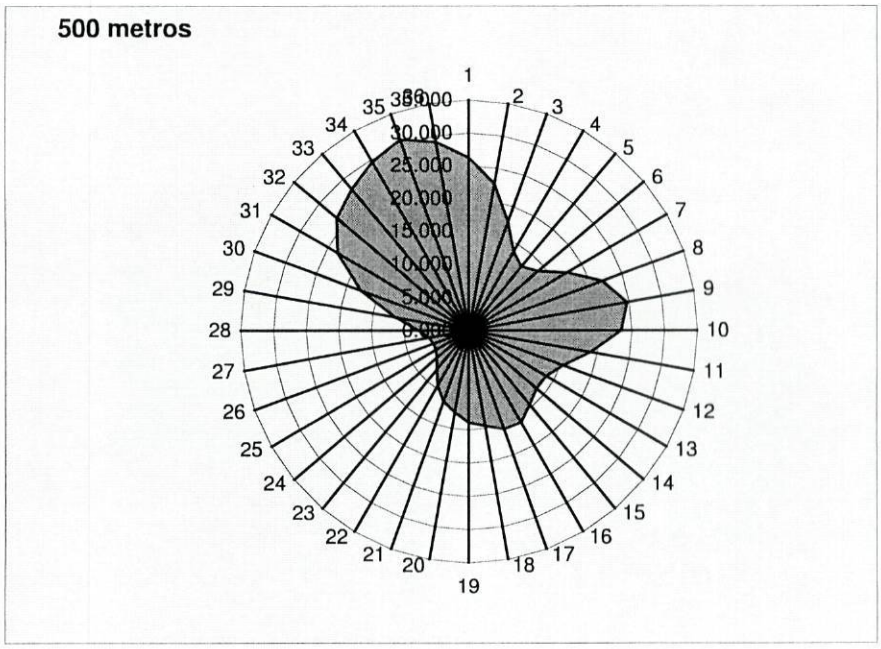

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010

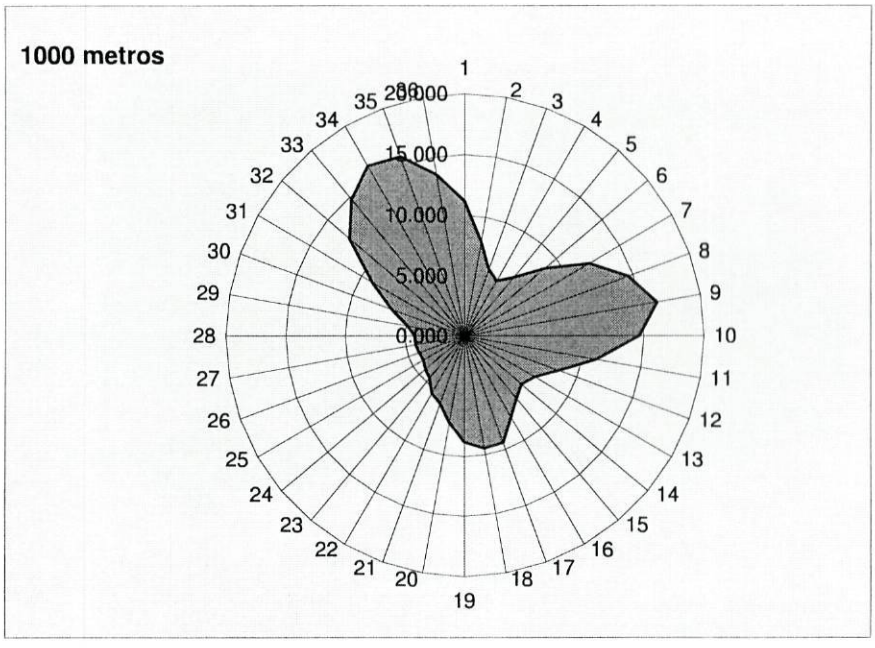
Monitorização descontínua 1º semestre de SO_2

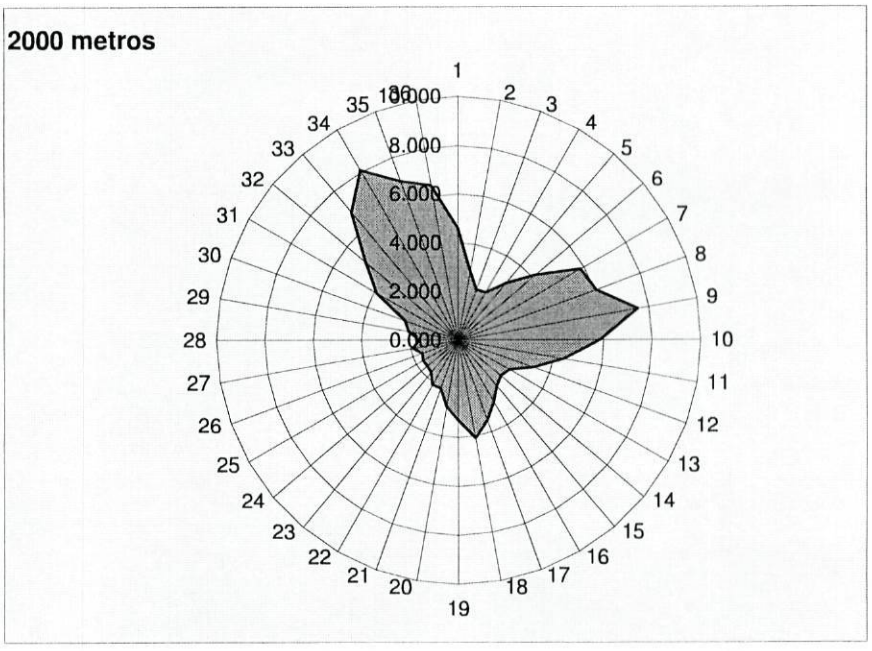
Tabela 3.4 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 1ºsemestre de SO_2

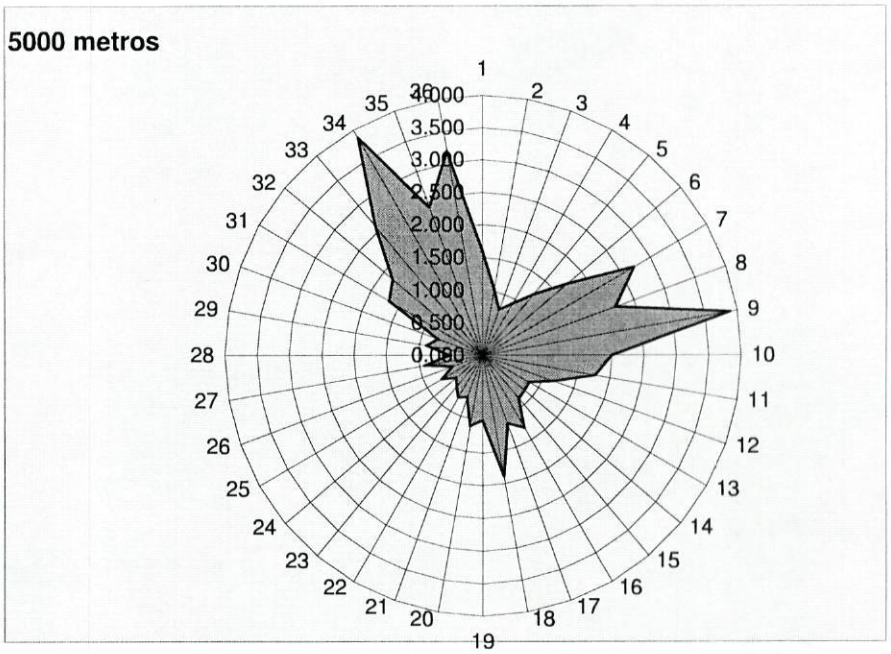
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	26.224	11.173	4.603	1.598	0.975	0.666	0.359
20	22.601	7.982	2.889	1.035	0.671	0.502	0.347
30	17.569	5.922	2.222	0.750	0.451	0.308	0.171
40	13.792	5.323	2.274	0.918	0.619	0.469	0.317
50	12.531	6.389	3.050	1.224	0.784	0.566	0.359
60	13.913	8.782	4.162	1.711	1.123	0.815	0.497
70	17.380	12.082	5.834	2.709	1.951	1.556	1.143
80	21.819	14.569	6.069	2.188	1.319	0.880	0.452
90	24.673	16.367	7.534	3.891	2.956	2.439	1.871
100	23.343	14.618	5.831	1.996	1.191	0.797	0.415
110	18.924	11.180	4.423	1.771	1.220	0.947	0.673
120	15.345	8.399	3.298	1.166	0.723	0.509	0.301
130	13.716	6.783	2.425	0.828	0.521	0.375	0.237
140	13.595	6.229	2.279	0.838	0.539	0.393	0.252
150	14.539	6.765	2.465	0.873	0.548	0.389	0.233
160	16.044	7.769	2.913	1.284	0.910	0.716	0.516
170	15.823	9.389	3.497	1.121	0.663	0.440	0.224
180	14.614	9.464	4.091	1.886	1.398	1.147	0.881
190	13.917	8.816	3.278	1.006	0.588	0.388	0.199
200	12.436	7.285	2.760	1.109	0.772	0.605	0.435
210	11.311	5.953	2.113	0.690	0.420	0.290	0.166
220	9.505	5.454	2.109	0.753	0.488	0.358	0.229
230	7.548	4.536	1.745	0.633	0.419	0.313	0.206
240	6.389	4.270	1.670	0.531	0.308	0.205	0.111
250	5.800	3.957	1.680	0.737	0.521	0.407	0.288
260	5.741	4.039	1.581	0.498	0.287	0.187	0.092
270	6.212	4.141	1.895	0.914	0.684	0.561	0.430
280	7.666	4.137	1.622	0.519	0.305	0.200	0.100
290	11.507	4.862	2.093	0.894	0.626	0.491	0.350
300	17.526	6.471	2.337	0.734	0.435	0.292	0.159
310	23.202	8.923	3.883	1.673	1.073	0.768	0.474
320	26.460	12.587	4.986	1.820	1.118	0.776	0.461
330	27.963	14.759	6.869	2.579	1.618	1.147	0.684
340	29.594	16.243	8.090	3.865	2.780	2.203	1.592
350	30.817	15.740	6.948	2.417	1.452	0.971	0.503
360	29.052	13.523	6.465	3.182	2.379	1.956	1.506

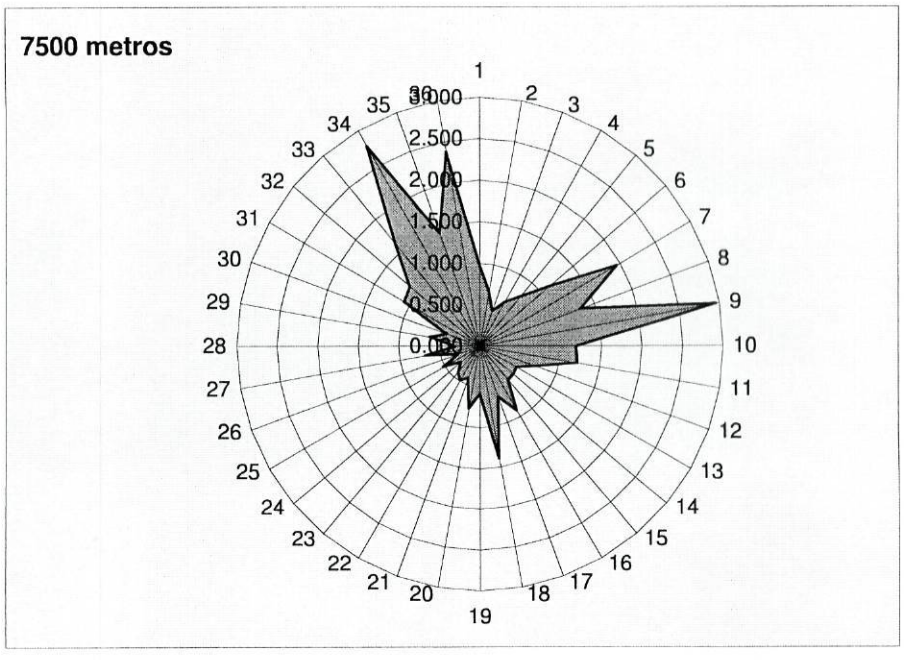
Distribuições - Monitorização descontínua 1º semestre de SO_2

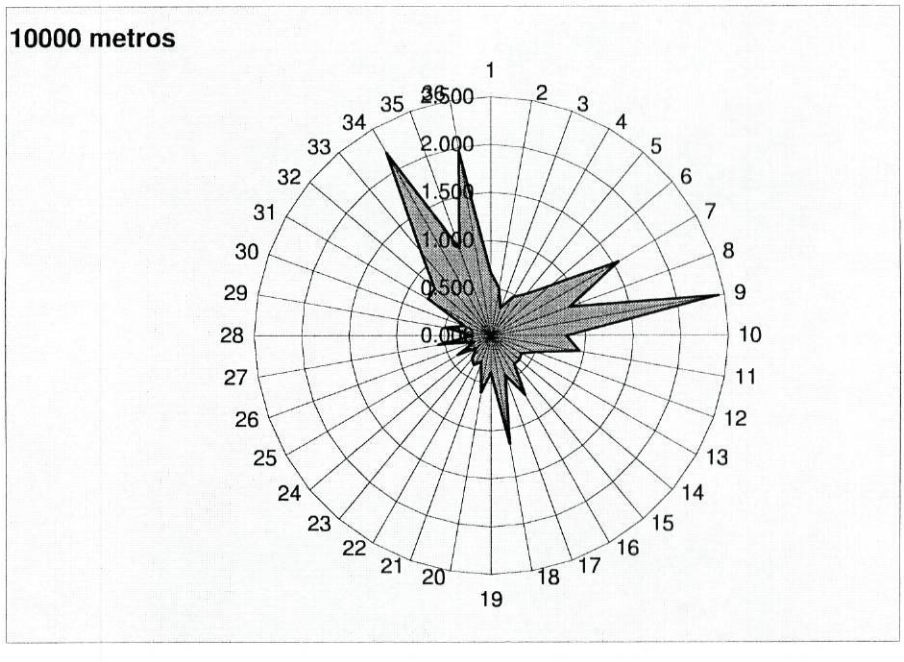


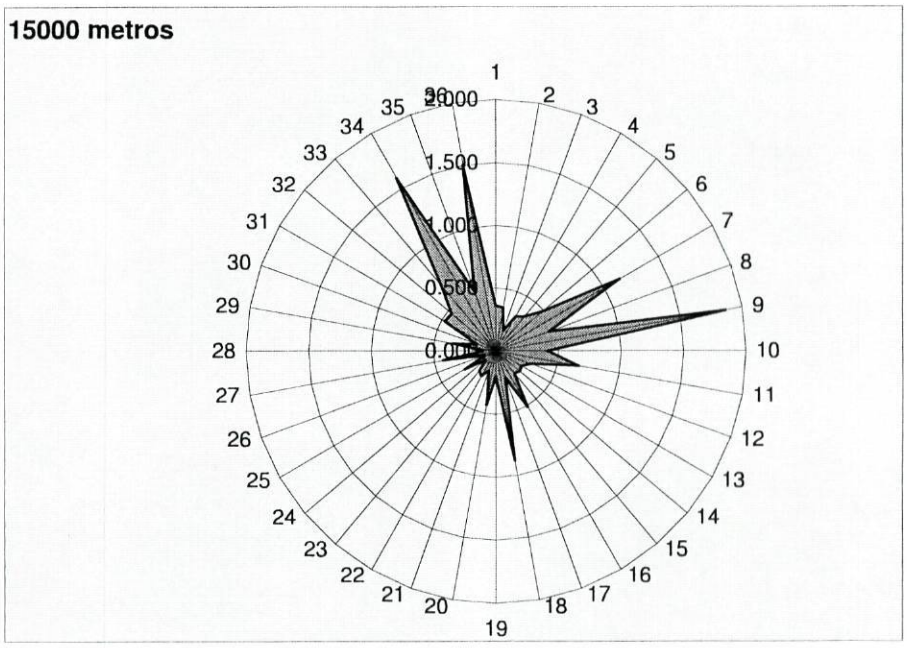



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
8.000
6.000
4.000
2.000
0.000


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
2.000
1.500
1.000
0.500

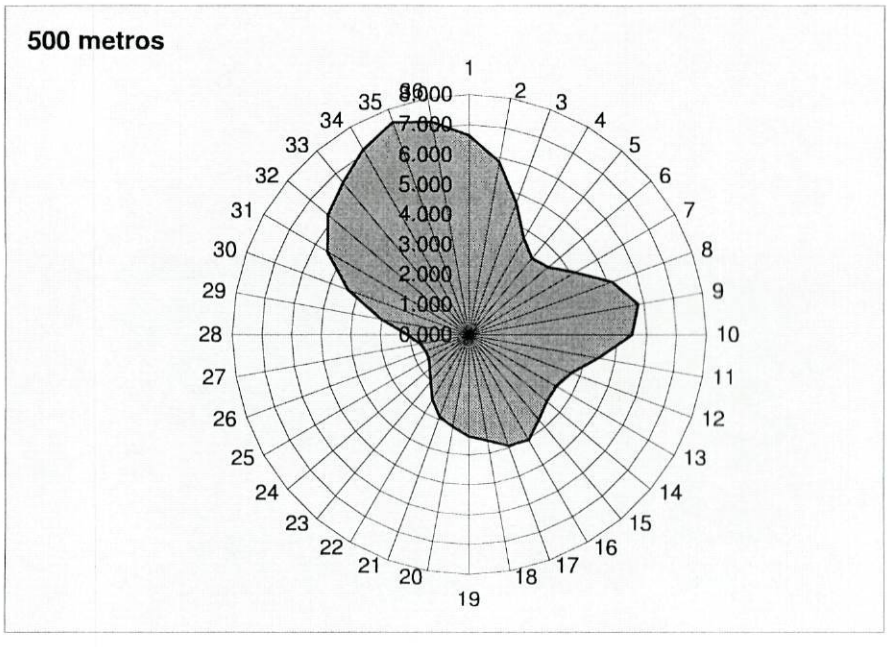

15000 metros
2.000
1.500
1.000
0.500
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

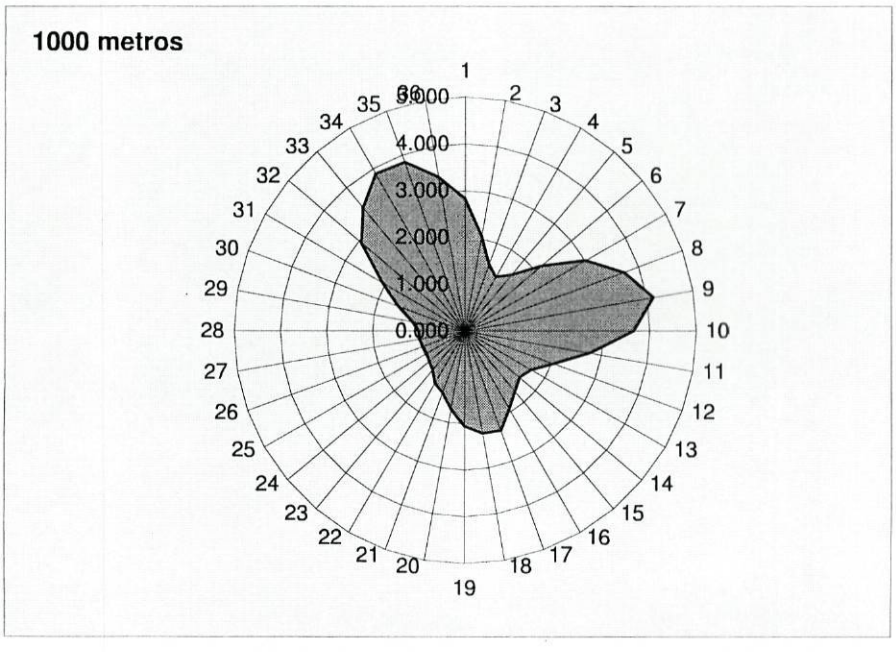
Monitorização descontínua 1º semestre de NOx

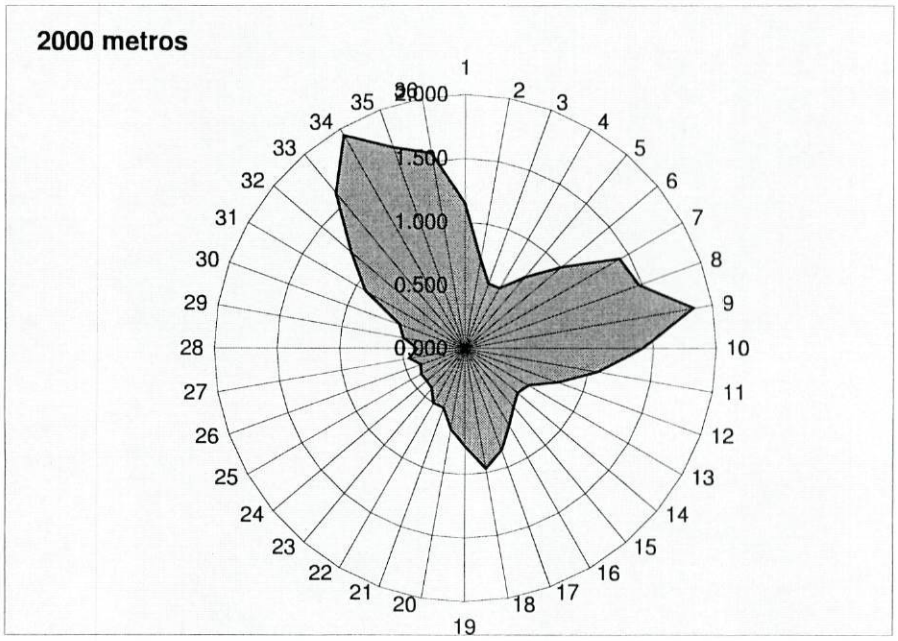
Tabela 3.5 – Concentrações relativas à monitorização descontínua anual de NOx

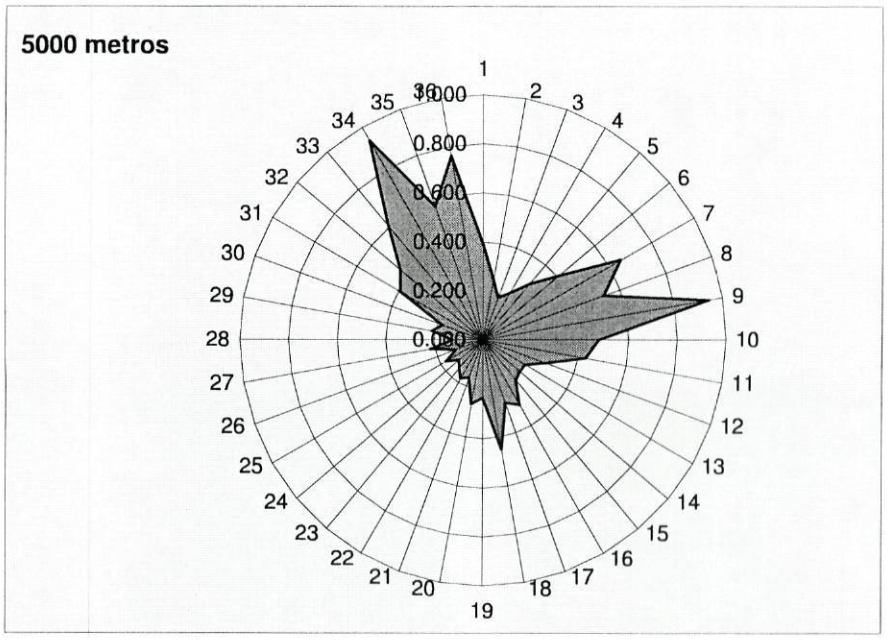
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	6.648	2.825	1.149	0.393	0.238	0.162	0.087
20	5.858	2.058	0.720	0.251	0.162	0.121	0.083
30	4.662	1.523	0.548	0.184	0.110	0.075	0.042
40	3.719	1.335	0.552	0.220	0.148	0.112	0.076
50	3.325	1.560	0.736	0.297	0.190	0.138	0.087
60	3.485	2.154	1.004	0.410	0.268	0.195	0.118
70	4.132	3.007	1.423	0.654	0.470	0.374	0.275
80	5.128	3.665	1.479	0.527	0.317	0.212	0.109
90	5.810	4.142	1.853	0.945	0.715	0.588	0.450
100	5.500	3.647	1.413	0.479	0.286	0.191	0.100
110	4.437	2.736	1.074	0.431	0.296	0.230	0.163
120	3.673	2.048	0.792	0.277	0.172	0.121	0.072
130	3.402	1.663	0.586	0.200	0.126	0.091	0.057
140	3.434	1.544	0.550	0.199	0.127	0.093	0.059
150	3.679	1.691	0.603	0.213	0.133	0.095	0.057
160	4.041	1.928	0.706	0.305	0.216	0.170	0.122
170	3.937	2.288	0.856	0.272	0.160	0.106	0.054
180	3.570	2.240	0.968	0.448	0.333	0.273	0.210
190	3.386	2.060	0.772	0.236	0.138	0.091	0.047
200	3.121	1.703	0.652	0.266	0.186	0.146	0.105
210	2.904	1.410	0.501	0.162	0.099	0.068	0.039
220	2.467	1.287	0.502	0.181	0.118	0.086	0.055
230	1.999	1.080	0.411	0.149	0.099	0.074	0.049
240	1.725	1.014	0.399	0.128	0.074	0.049	0.027
250	1.560	0.950	0.402	0.176	0.124	0.097	0.069
260	1.563	0.970	0.373	0.118	0.068	0.044	0.022
270	1.683	0.999	0.455	0.219	0.163	0.134	0.102
280	2.084	0.996	0.385	0.124	0.073	0.048	0.024
290	3.017	1.158	0.501	0.214	0.150	0.117	0.084
300	4.335	1.533	0.556	0.177	0.105	0.071	0.039
310	5.521	2.064	0.917	0.393	0.252	0.181	0.112
320	6.219	2.921	1.186	0.443	0.273	0.189	0.112
330	6.617	3.436	1.609	0.604	0.380	0.270	0.161
340	7.134	3.876	1.942	0.937	0.675	0.535	0.386
350	7.533	3.832	1.688	0.579	0.347	0.232	0.120
360	7.210	3.350	1.565	0.762	0.568	0.467	0.359

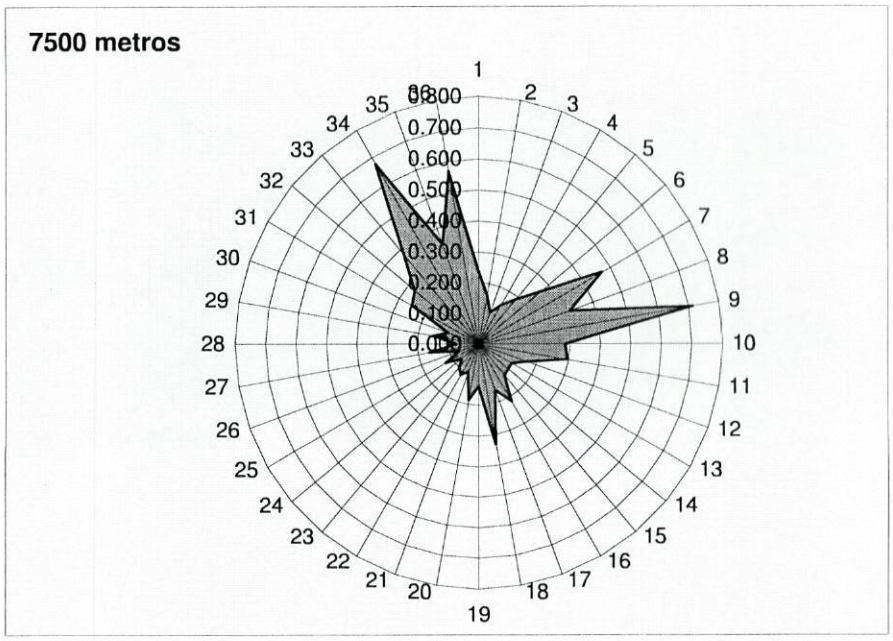
Distribuições - Monitorização descontínua 1º semestre de NOx

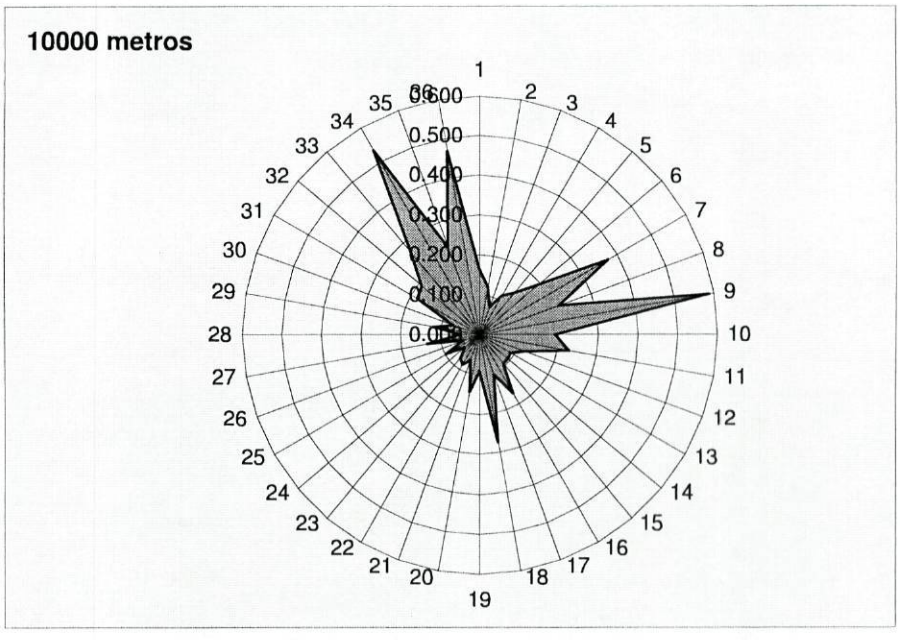


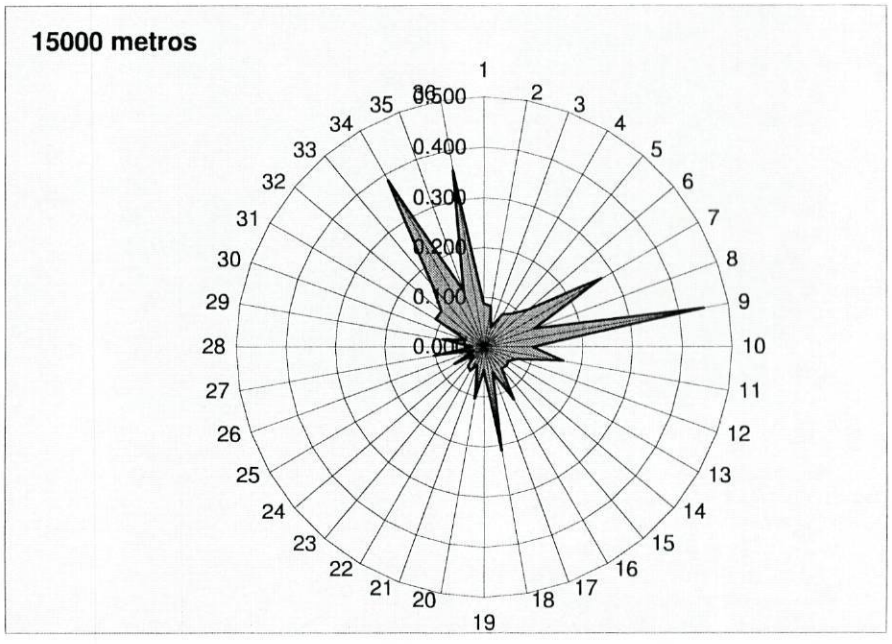



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
1.500
1.000
0.500


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.800
0.600
0.400
0.200


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100

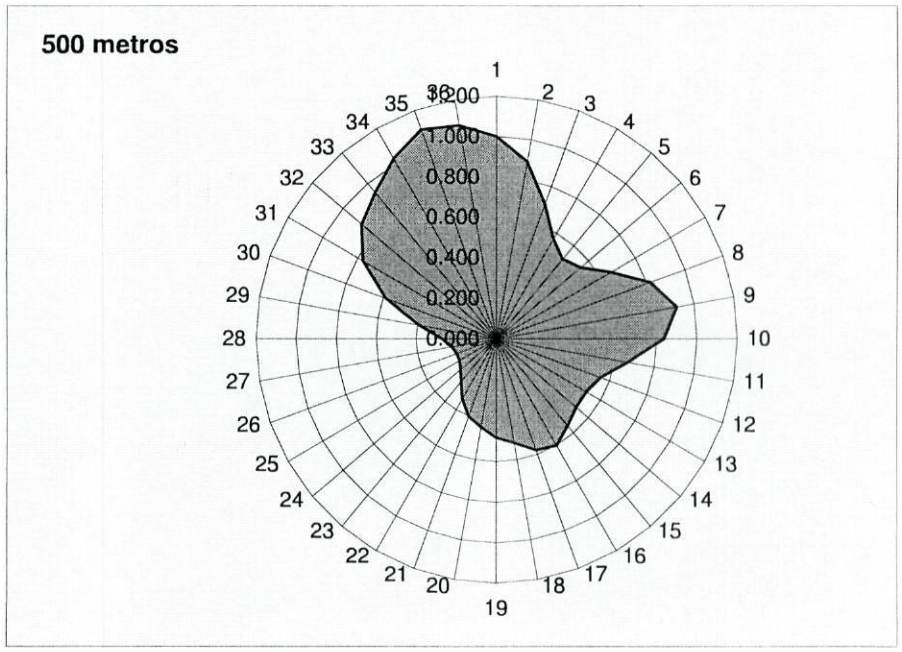

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
0.000

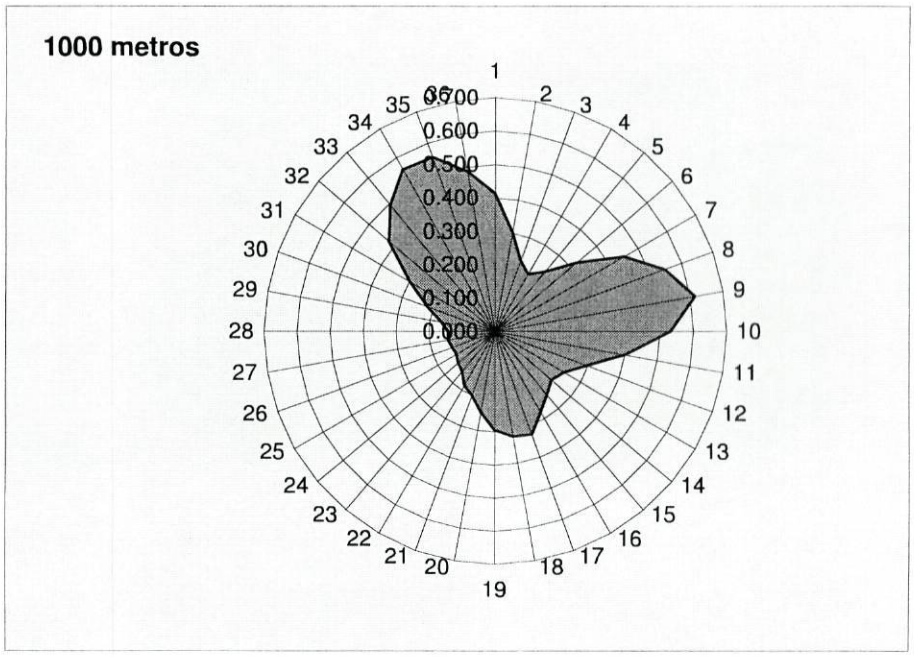
Monitorização descontínua 1º semestre de partículas

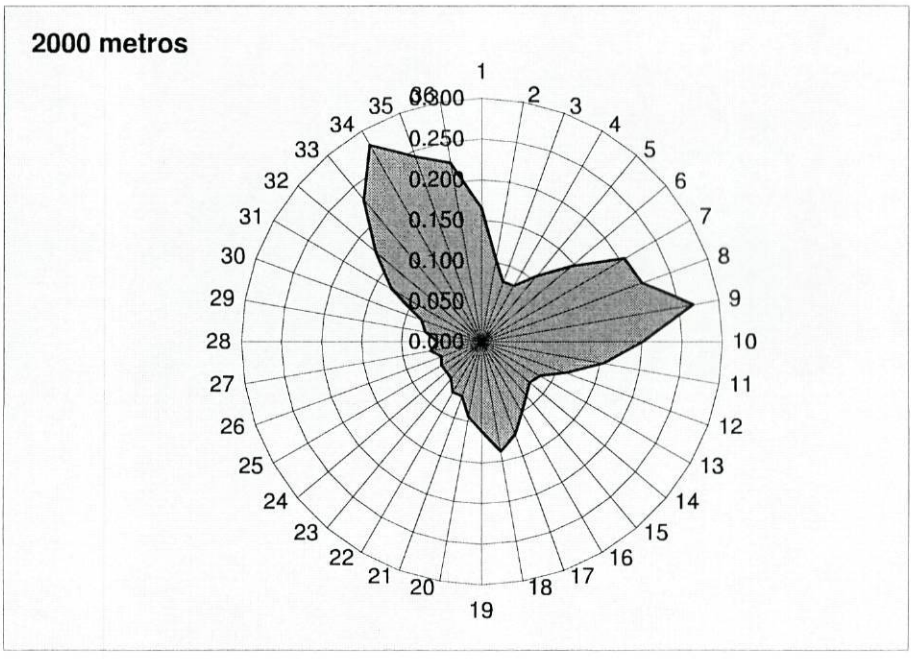
Tabela 3.6 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 1º semestre de partículas

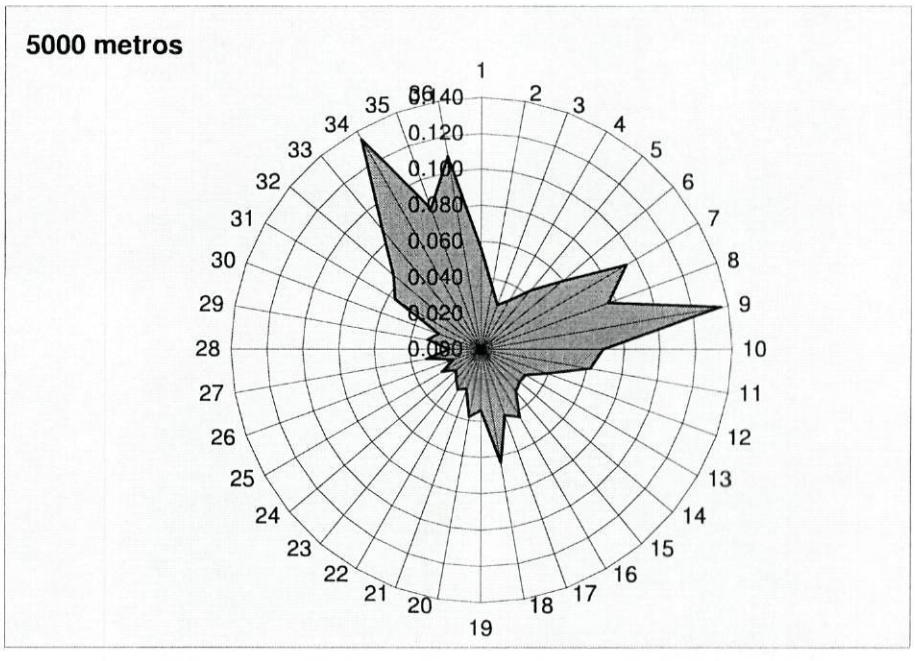
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	1.000	0.413	0.165	0.056	0.034	0.023	0.012
20	0.889	0.302	0.103	0.036	0.023	0.017	0.012
30	0.709	0.226	0.079	0.026	0.016	0.011	0.006
40	0.569	0.199	0.080	0.032	0.021	0.016	0.011
50	0.514	0.234	0.107	0.043	0.027	0.020	0.012
60	0.549	0.323	0.145	0.059	0.039	0.028	0.017
70	0.660	0.451	0.206	0.094	0.067	0.053	0.039
80	0.819	0.547	0.213	0.076	0.045	0.030	0.016
90	0.915	0.614	0.268	0.136	0.103	0.084	0.065
100	0.838	0.531	0.201	0.068	0.041	0.027	0.014
110	0.666	0.398	0.154	0.062	0.043	0.033	0.023
120	0.555	0.296	0.112	0.039	0.025	0.017	0.010
130	0.519	0.241	0.084	0.029	0.018	0.013	0.008
140	0.523	0.224	0.078	0.028	0.018	0.013	0.008
150	0.555	0.244	0.087	0.031	0.019	0.014	0.008
160	0.604	0.277	0.101	0.044	0.031	0.024	0.017
170	0.581	0.326	0.122	0.039	0.023	0.015	0.008
180	0.518	0.318	0.138	0.064	0.047	0.039	0.030
190	0.484	0.294	0.111	0.034	0.020	0.013	0.007
200	0.438	0.244	0.094	0.038	0.026	0.021	0.015
210	0.402	0.201	0.072	0.023	0.014	0.010	0.006
220	0.337	0.184	0.072	0.026	0.017	0.012	0.008
230	0.270	0.154	0.059	0.021	0.014	0.011	0.007
240	0.232	0.145	0.057	0.018	0.011	0.007	0.004
250	0.211	0.135	0.058	0.025	0.018	0.014	0.010
260	0.209	0.138	0.053	0.017	0.010	0.006	0.003
270	0.224	0.143	0.065	0.031	0.023	0.019	0.015
280	0.268	0.141	0.055	0.018	0.010	0.007	0.003
290	0.391	0.165	0.072	0.031	0.021	0.017	0.012
300	0.586	0.217	0.080	0.025	0.015	0.010	0.006
310	0.770	0.296	0.130	0.056	0.036	0.026	0.016
320	0.879	0.421	0.173	0.064	0.039	0.027	0.016
330	0.944	0.495	0.229	0.086	0.054	0.039	0.023
340	1.027	0.559	0.280	0.134	0.097	0.077	0.055
350	1.103	0.555	0.243	0.083	0.050	0.033	0.017
360	1.072	0.487	0.224	0.109	0.081	0.067	0.051

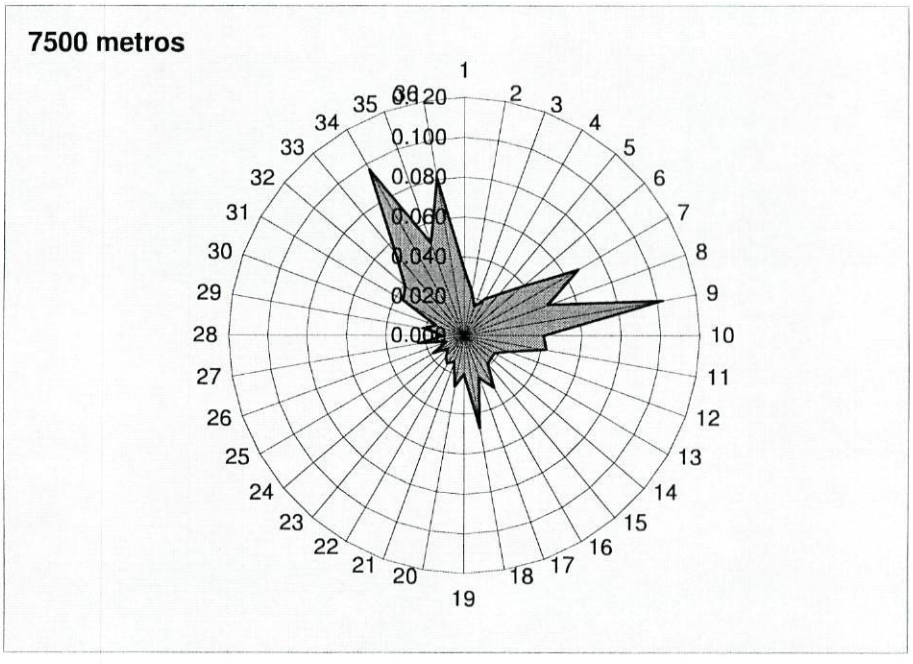
Distribuições - Monitorização descontínua 1º semestre de partículas

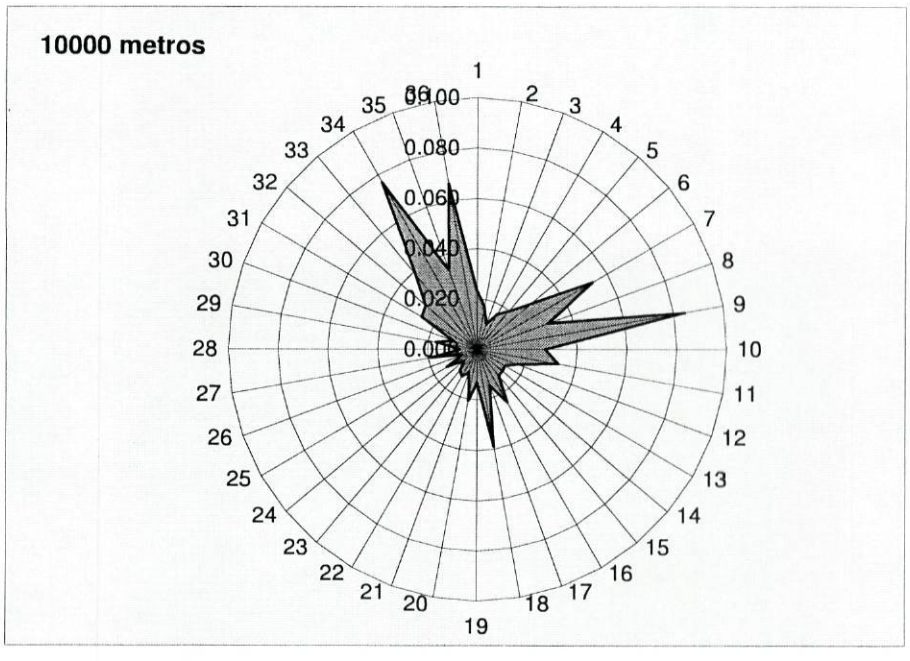


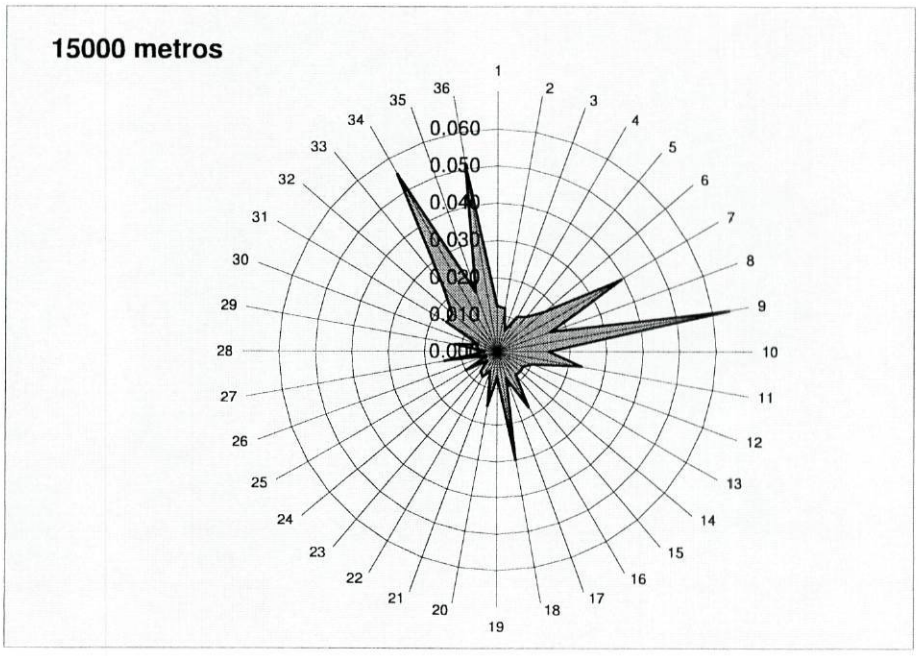



2000 metros
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


5000 metros
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.080
0.060
0.040
0.020

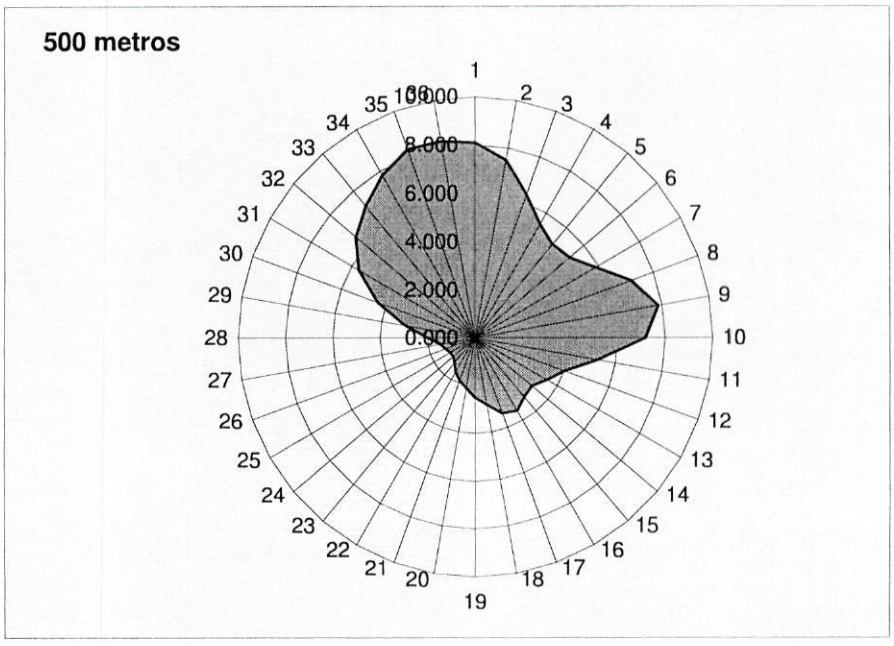

15000 metros
0,060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36

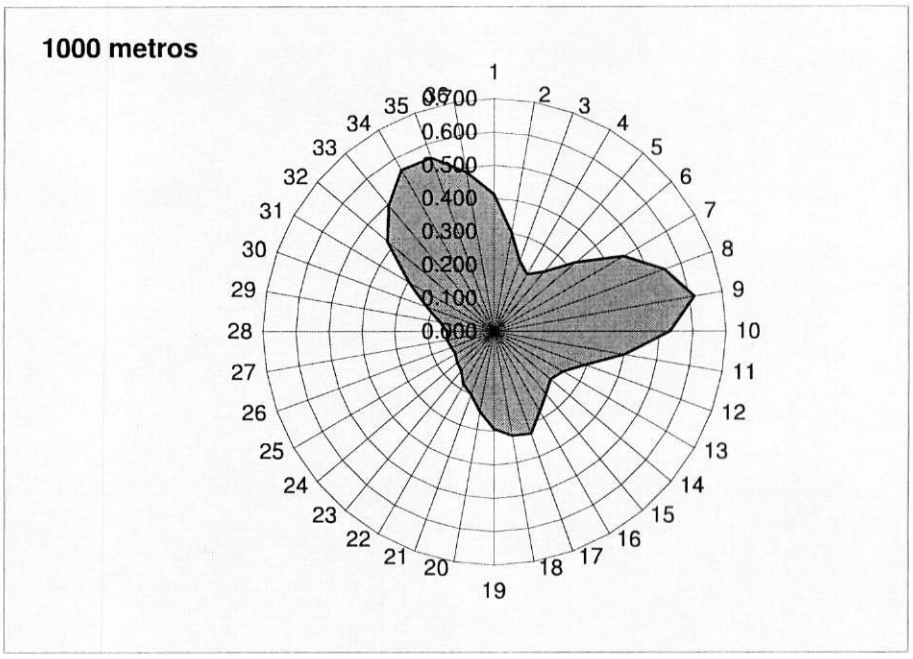
Monitorização descontínua 2º semestre de NOx

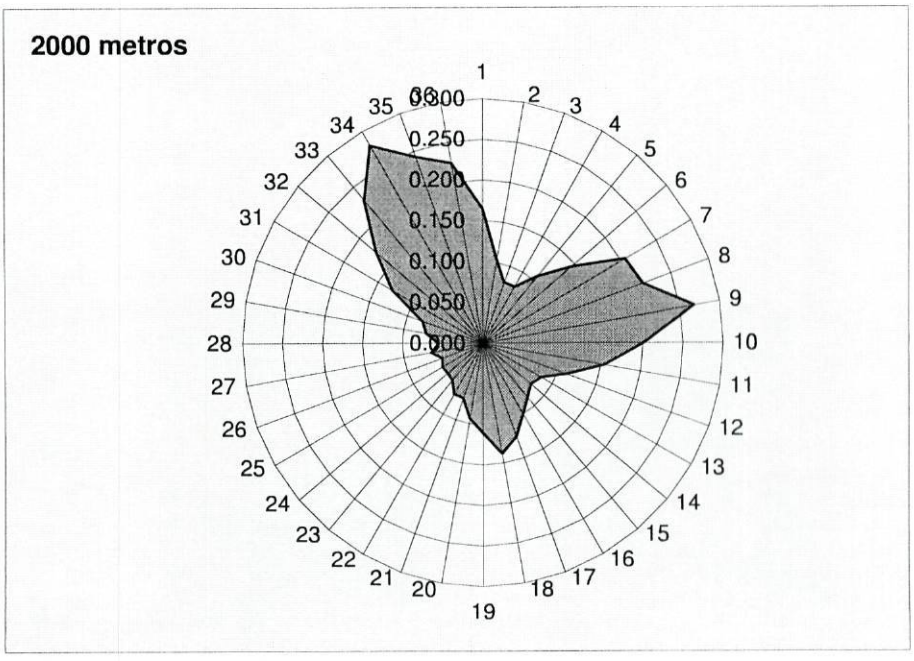
Tabela 3.7 – Concentrações relativas à monitorização 2º semestre de NOx

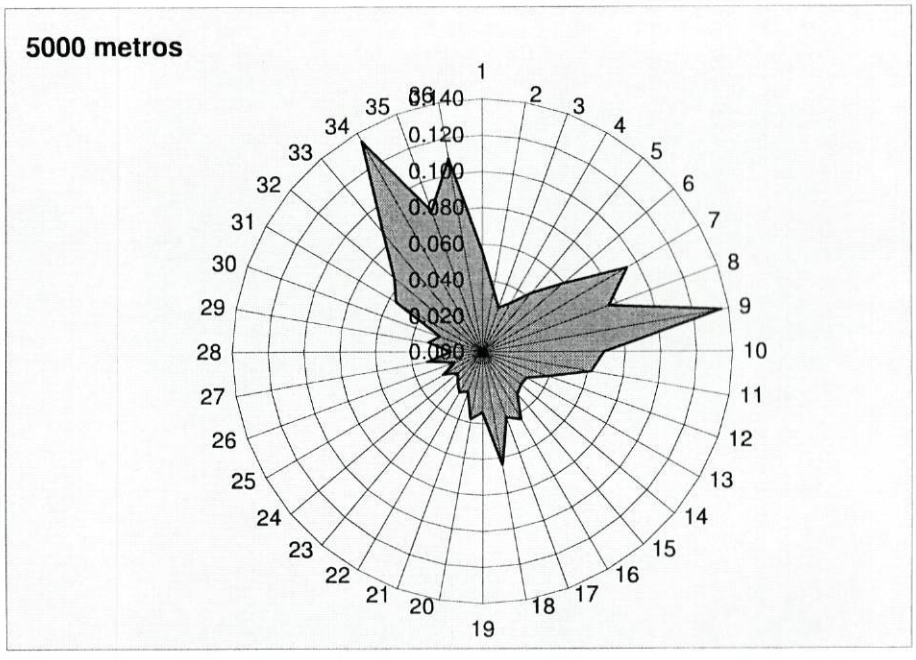
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	8.096	3.902	1.674	0.540	0.317	0.211	0.110
20	7.510	3.144	1.255	0.530	0.364	0.279	0.193
30	6.359	2.703	1.130	0.384	0.220	0.145	0.077
40	5.494	2.544	1.149	0.497	0.341	0.258	0.172
50	5.097	2.811	1.419	0.624	0.414	0.304	0.195
60	5.214	3.398	1.562	0.592	0.368	0.255	0.146
70	5.867	4.301	2.186	1.109	0.803	0.633	0.449
80	7.010	4.760	1.816	0.604	0.357	0.235	0.119
90	7.827	5.027	2.085	1.002	0.749	0.614	0.469
100	7.173	4.153	1.482	0.487	0.291	0.195	0.103
110	5.256	2.758	0.969	0.364	0.241	0.182	0.125
120	4.030	2.002	0.714	0.230	0.135	0.090	0.050
130	3.493	1.744	0.712	0.313	0.208	0.152	0.095
140	3.125	1.630	0.708	0.329	0.220	0.161	0.100
150	3.208	1.679	0.595	0.192	0.116	0.080	0.045
160	3.531	1.788	0.622	0.230	0.158	0.124	0.090
170	3.363	2.033	0.797	0.255	0.150	0.099	0.051
180	2.842	1.959	0.933	0.494	0.375	0.308	0.235
190	2.489	1.706	0.689	0.228	0.136	0.090	0.047
200	2.148	1.314	0.464	0.176	0.120	0.094	0.068
210	1.895	0.939	0.338	0.122	0.077	0.055	0.032
220	1.629	0.753	0.284	0.110	0.073	0.054	0.036
230	1.355	0.721	0.277	0.104	0.068	0.051	0.034
240	1.206	0.787	0.321	0.119	0.077	0.055	0.032
250	1.217	0.831	0.341	0.135	0.096	0.077	0.057
260	1.313	0.893	0.377	0.130	0.076	0.050	0.024
270	1.497	0.929	0.434	0.202	0.150	0.124	0.096
280	1.983	0.958	0.391	0.131	0.076	0.049	0.024
290	2.968	1.163	0.467	0.193	0.137	0.109	0.080
300	4.357	1.590	0.576	0.188	0.112	0.075	0.040
310	5.669	2.164	0.890	0.376	0.252	0.187	0.122
320	6.569	2.975	1.148	0.430	0.273	0.196	0.121
330	7.184	3.526	1.601	0.603	0.373	0.261	0.154
340	7.817	4.130	1.979	0.981	0.710	0.560	0.400
350	8.325	4.330	1.951	0.653	0.385	0.255	0.131
360	8.277	4.164	2.116	1.153	0.885	0.734	0.565

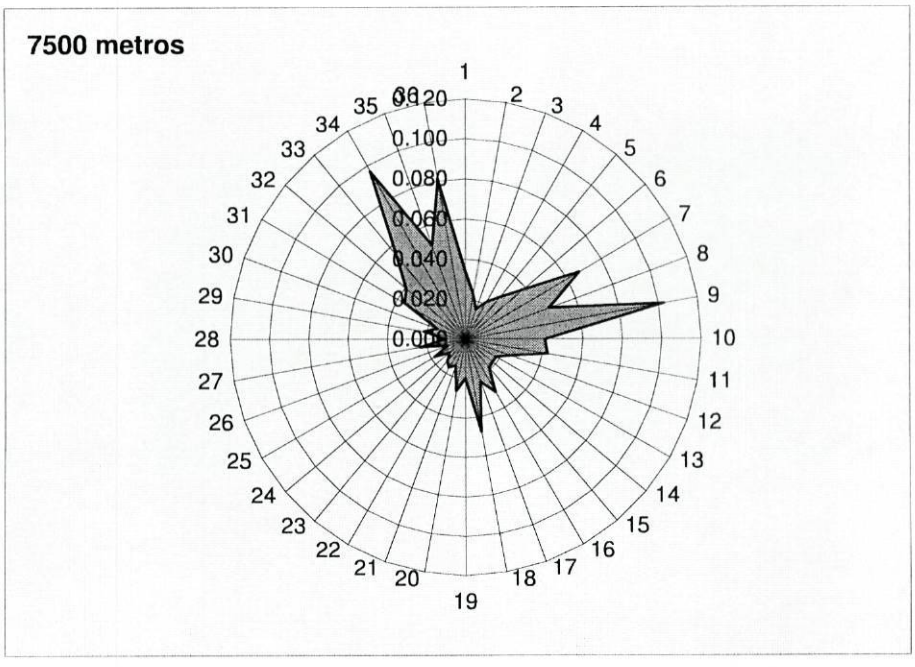
Distribuições - Monitorização descontínua 2º semestre de NOx

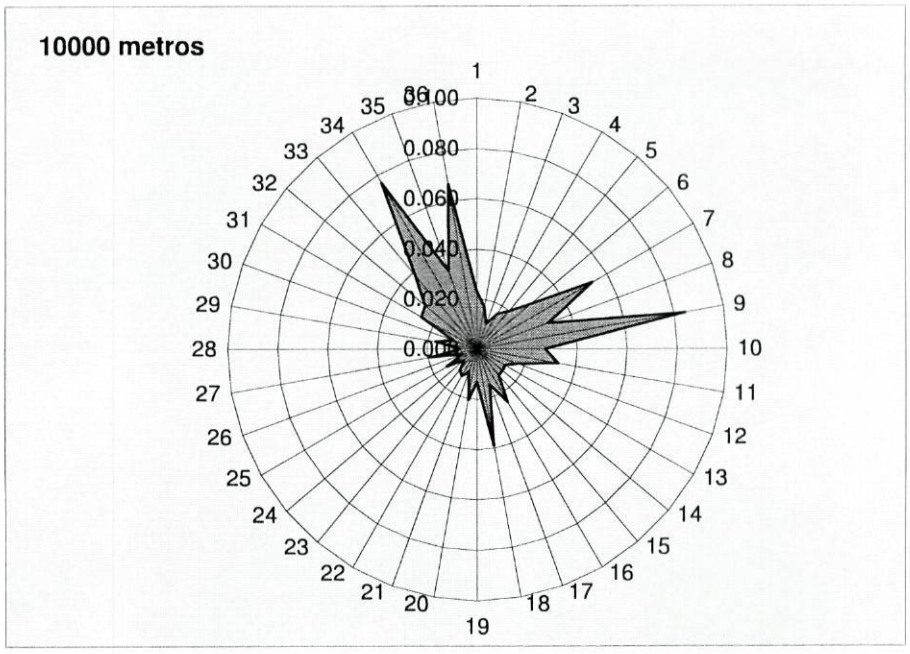


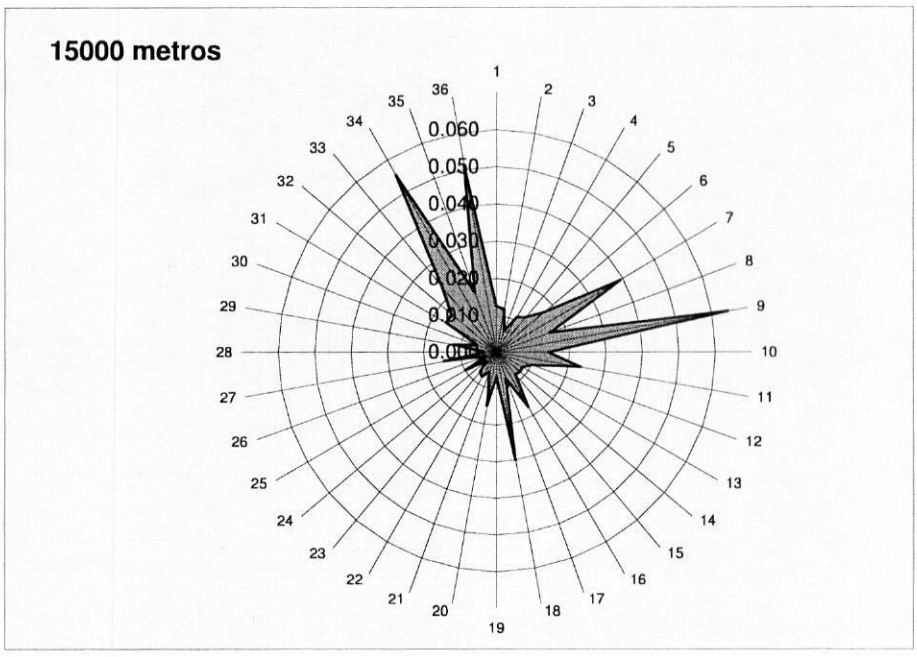



2000 metros
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


5000 metros
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020

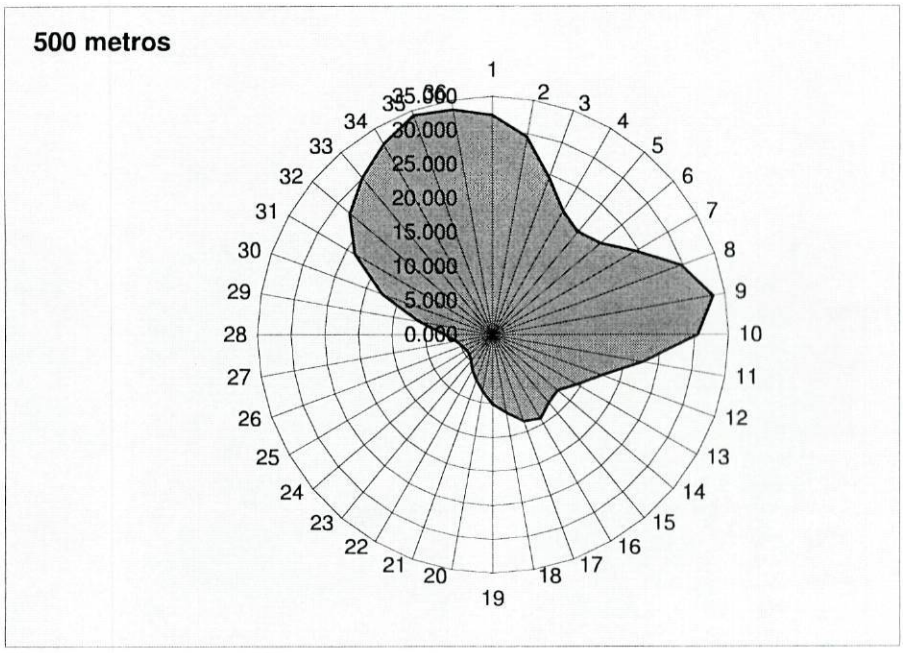

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010

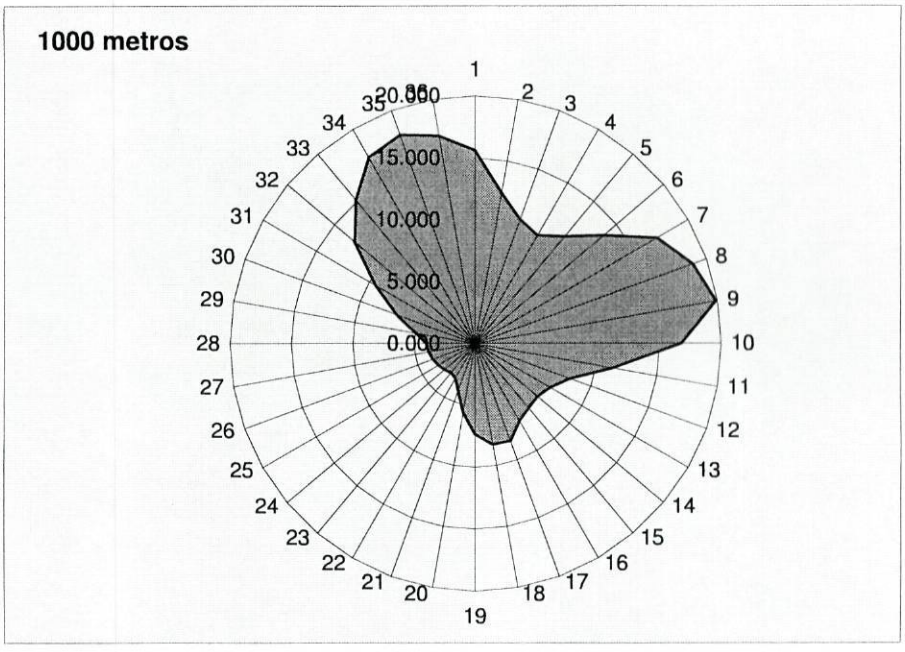
Monitorização descontínua 2º semestre de SO_2

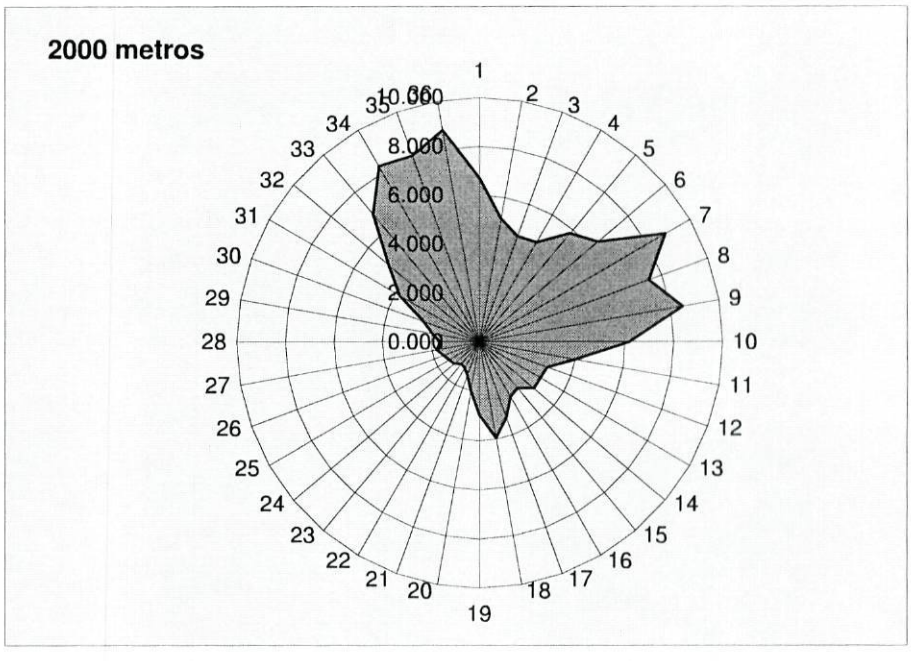
Tabela 3.8 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 2º semestre de SO_2

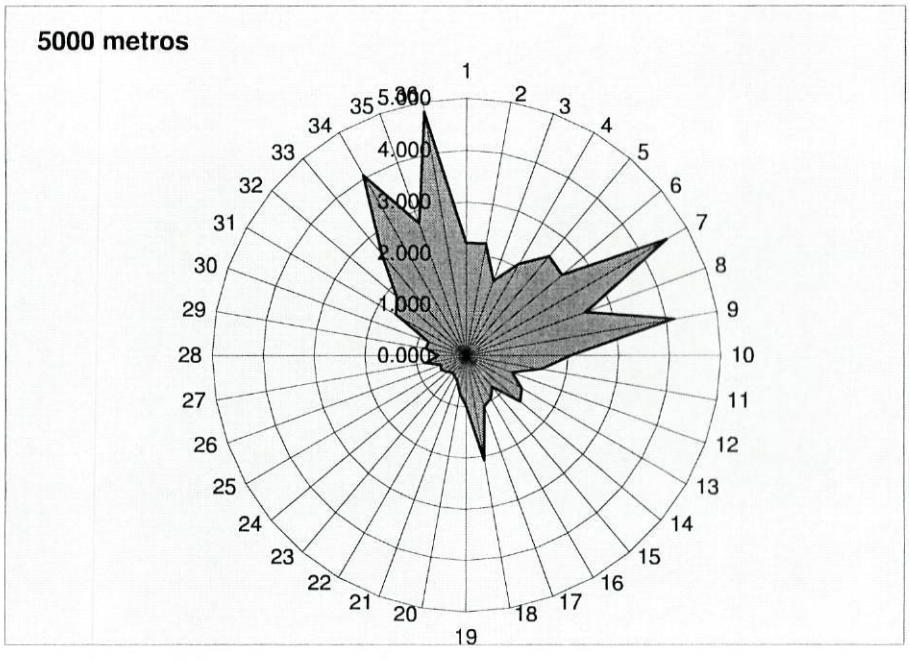
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	32.233	15.612	6.718	2.198	1.296	0.866	0.454
20	29.440	12.408	5.115	2.225	1.541	1.185	0.820
30	24.506	10.694	4.605	1.566	0.905	0.597	0.319
40	20.965	10.132	4.704	2.070	1.420	1.076	0.717
50	19.673	11.368	5.794	2.541	1.684	1.240	0.796
60	20.876	13.621	6.385	2.455	1.528	1.062	0.607
70	24.503	17.111	8.846	4.546	3.302	2.608	1.854
80	29.729	18.877	7.426	2.502	1.480	0.977	0.497
90	33.164	19.907	8.514	4.156	3.116	2.559	1.960
100	30.420	16.774	6.174	2.048	1.224	0.822	0.432
110	22.649	11.393	4.022	1.504	0.996	0.752	0.516
120	17.280	8.186	2.959	0.970	0.568	0.381	0.211
130	14.412	7.083	2.902	1.264	0.842	0.617	0.390
140	12.593	6.614	2.921	1.386	0.932	0.681	0.425
150	12.873	6.742	2.451	0.795	0.480	0.329	0.186
160	14.131	7.200	2.563	0.963	0.663	0.520	0.378
170	13.478	8.341	3.244	1.047	0.617	0.409	0.211
180	11.526	8.292	3.944	2.080	1.576	1.297	0.990
190	10.116	7.321	2.945	0.979	0.580	0.387	0.201
200	8.330	5.633	1.986	0.739	0.502	0.390	0.282
210	7.014	4.025	1.440	0.518	0.327	0.232	0.136
220	5.941	3.180	1.199	0.457	0.302	0.226	0.150
230	4.962	3.005	1.161	0.435	0.286	0.213	0.142
240	4.450	3.257	1.346	0.497	0.318	0.227	0.134
250	4.421	3.430	1.431	0.564	0.400	0.320	0.239
260	4.767	3.672	1.571	0.538	0.315	0.205	0.101
270	5.442	3.818	1.795	0.832	0.618	0.509	0.394
280	7.084	3.974	1.643	0.548	0.316	0.203	0.098
290	11.094	4.907	1.972	0.814	0.576	0.458	0.338
300	17.419	6.789	2.456	0.793	0.470	0.315	0.168
310	23.592	9.376	3.793	1.604	1.075	0.800	0.518
320	27.648	12.820	4.871	1.785	1.132	0.810	0.503
330	30.070	15.177	6.836	2.589	1.600	1.120	0.656
340	32.340	17.373	8.294	4.052	2.928	2.314	1.654
350	34.161	17.944	8.093	2.749	1.624	1.076	0.554
360	33.519	17.047	8.797	4.809	3.697	3.068	2.364

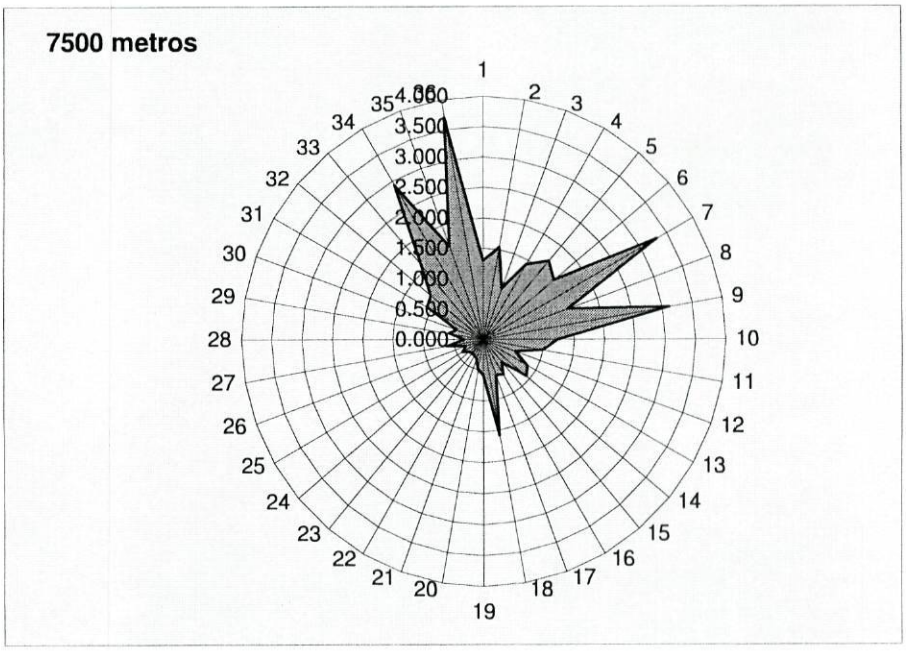
Distribuições - Monitorização descontínua 2º semestre de SO_2

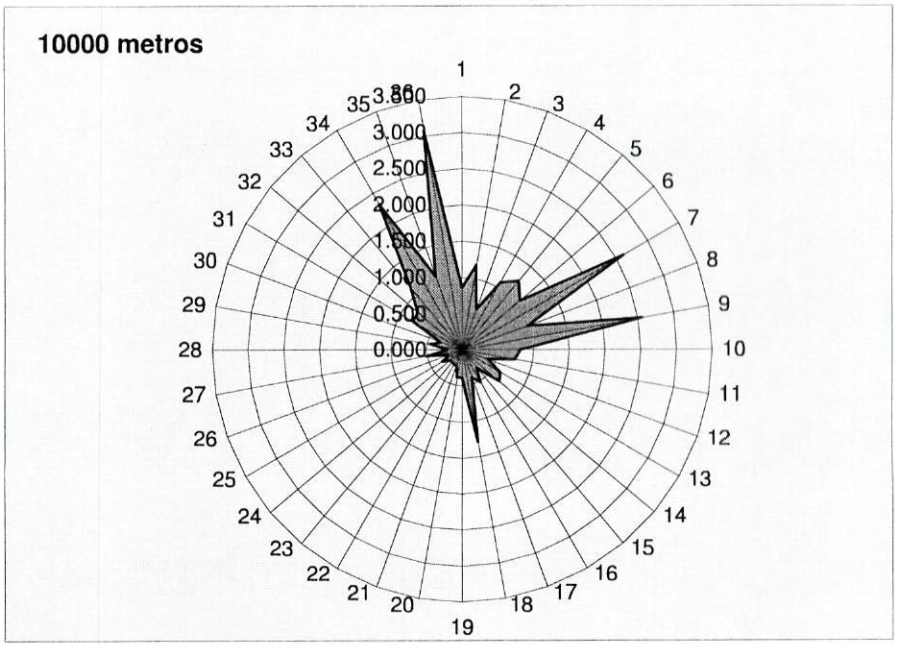


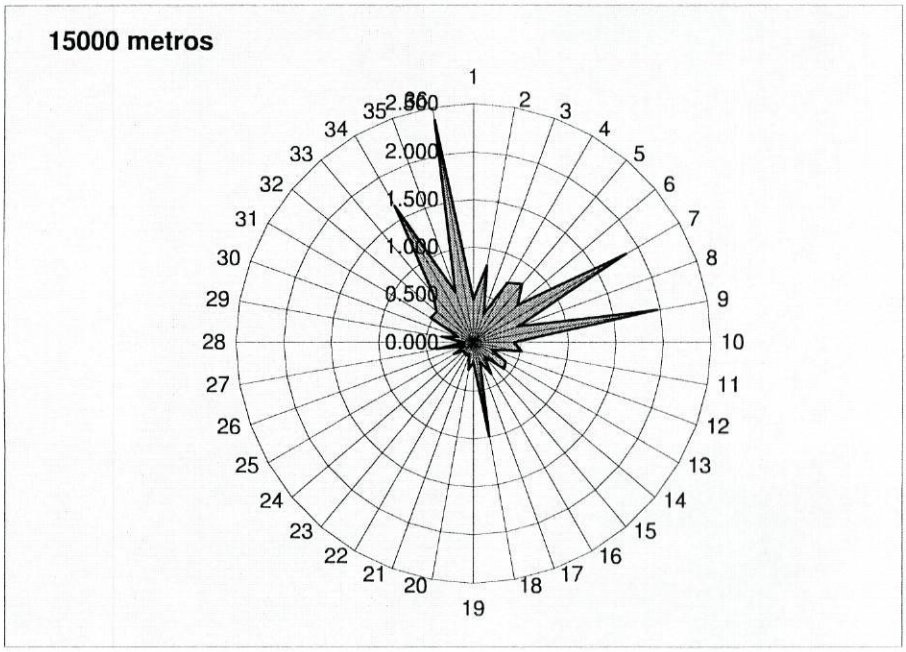



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
8.000
6.000
4.000
2.000
0.000


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
4.000
3.000
2.000
1.000
0.000


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
3,500
3.000
2.500
1.500
1.000
0.500
0.000


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
3.000
2.500
1.500
1.000
0.500
0.000

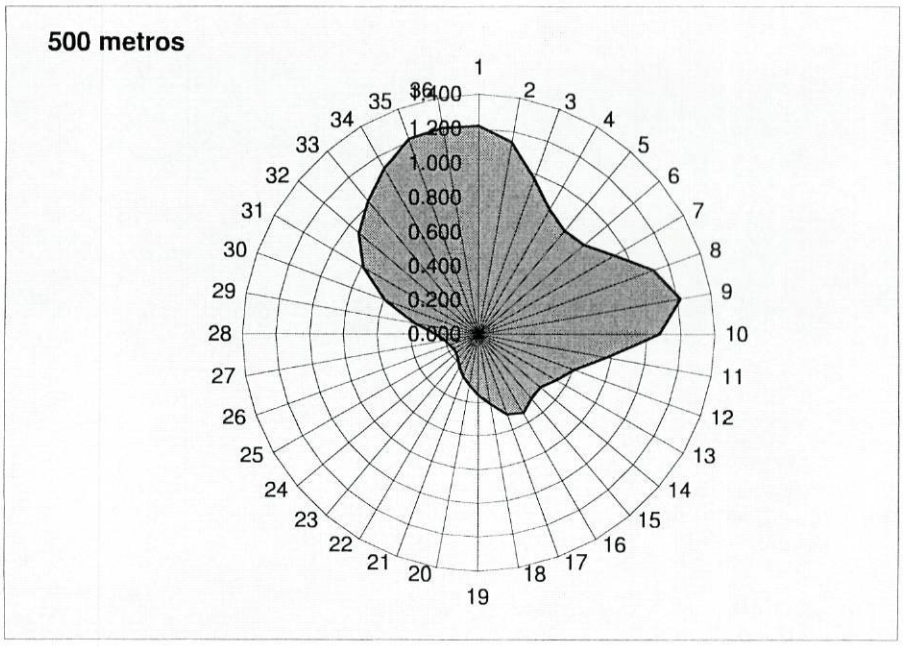

15000 metros
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

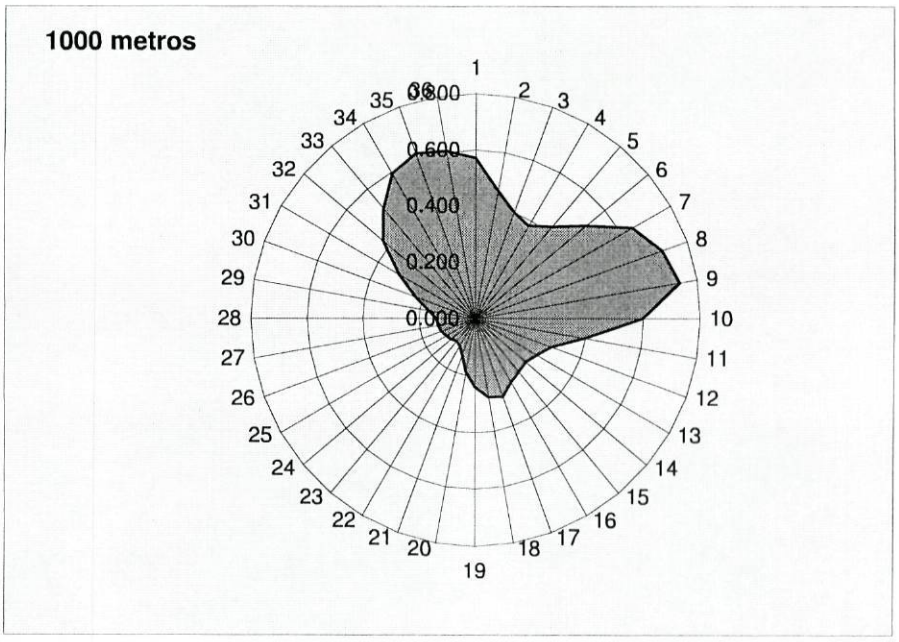
Monitorização descontínua 2º semestre de partículas

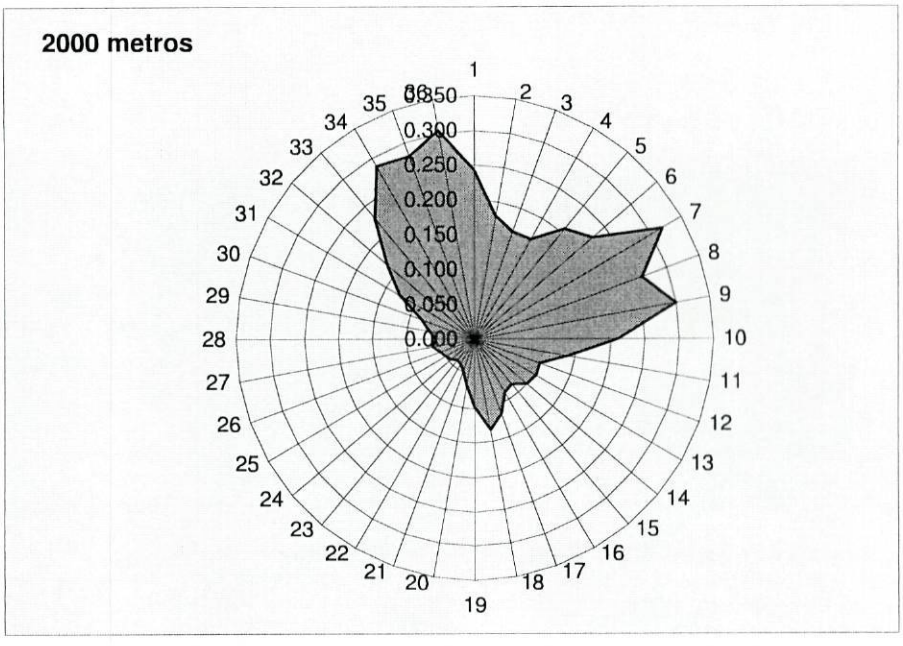
Tabela 3.9 – Concentrações relativas à monitorização descontínua 2º semestre de partículas

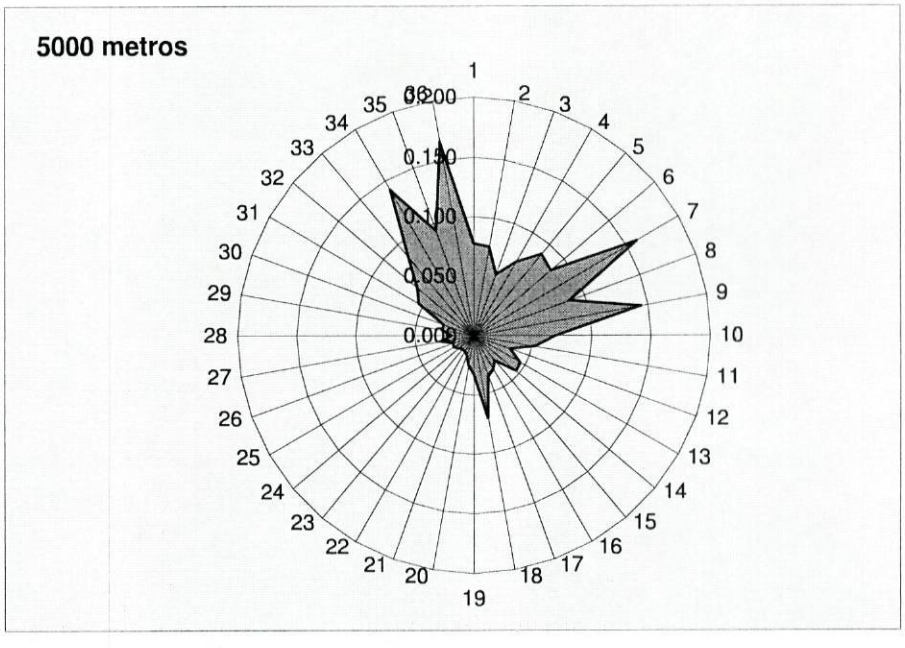
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	1.216	0.571	0.242	0.077	0.045	0.030	0.016
20	1.140	0.462	0.180	0.076	0.052	0.040	0.028
30	0.969	0.401	0.164	0.055	0.032	0.021	0.011
40	0.846	0.378	0.165	0.072	0.049	0.037	0.025
50	0.794	0.424	0.206	0.090	0.059	0.043	0.028
60	0.819	0.510	0.226	0.085	0.053	0.037	0.021
70	0.926	0.644	0.318	0.159	0.115	0.090	0.064
80	1.104	0.707	0.261	0.086	0.051	0.034	0.017
90	1.214	0.738	0.300	0.144	0.107	0.088	0.067
100	1.072	0.595	0.210	0.069	0.041	0.028	0.015
110	0.772	0.396	0.140	0.053	0.035	0.026	0.018
120	0.606	0.290	0.102	0.033	0.019	0.013	0.007
130	0.535	0.255	0.104	0.045	0.030	0.022	0.014
140	0.482	0.237	0.100	0.047	0.031	0.023	0.014
150	0.493	0.242	0.085	0.027	0.017	0.011	0.006
160	0.536	0.257	0.089	0.033	0.023	0.018	0.013
170	0.502	0.292	0.114	0.036	0.021	0.014	0.007
180	0.416	0.279	0.133	0.071	0.053	0.044	0.034
190	0.356	0.242	0.098	0.033	0.019	0.013	0.007
200	0.300	0.187	0.067	0.025	0.017	0.013	0.010
210	0.259	0.135	0.048	0.018	0.011	0.008	0.005
220	0.220	0.108	0.041	0.016	0.010	0.008	0.005
230	0.185	0.103	0.040	0.015	0.010	0.007	0.005
240	0.168	0.112	0.046	0.017	0.011	0.008	0.005
250	0.167	0.118	0.049	0.019	0.014	0.011	0.008
260	0.179	0.127	0.054	0.018	0.011	0.007	0.003
270	0.200	0.134	0.063	0.029	0.022	0.018	0.014
280	0.251	0.137	0.056	0.019	0.011	0.007	0.003
290	0.380	0.167	0.067	0.028	0.020	0.016	0.011
300	0.585	0.227	0.082	0.027	0.016	0.011	0.006
310	0.788	0.312	0.127	0.054	0.036	0.027	0.017
320	0.926	0.429	0.167	0.062	0.039	0.028	0.017
330	1.020	0.509	0.227	0.086	0.053	0.037	0.022
340	1.120	0.595	0.286	0.141	0.102	0.080	0.057
350	1.212	0.625	0.280	0.094	0.055	0.037	0.019
360	1.223	0.605	0.304	0.165	0.127	0.105	0.081

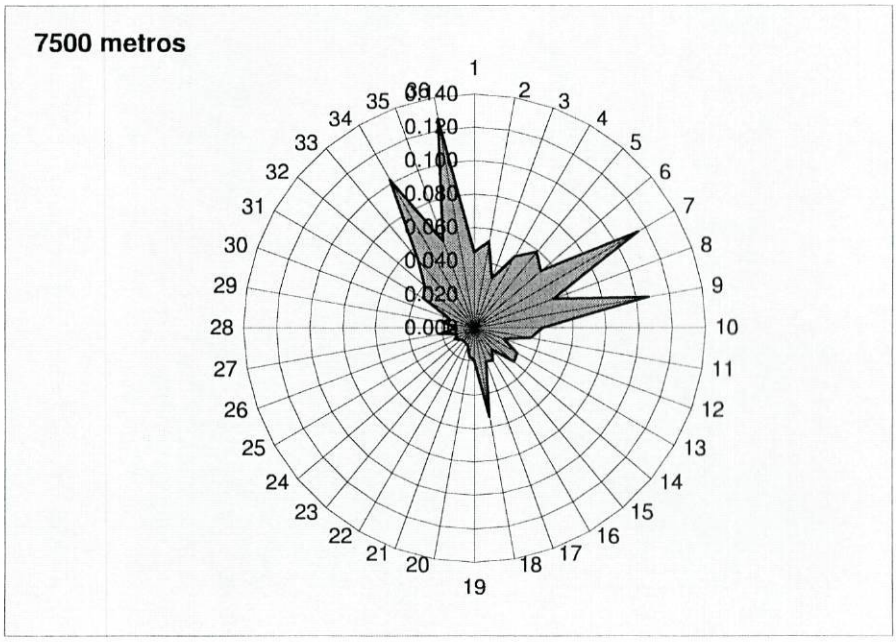
Distribuições - Monitorização descontínua 2º semestre de partículas

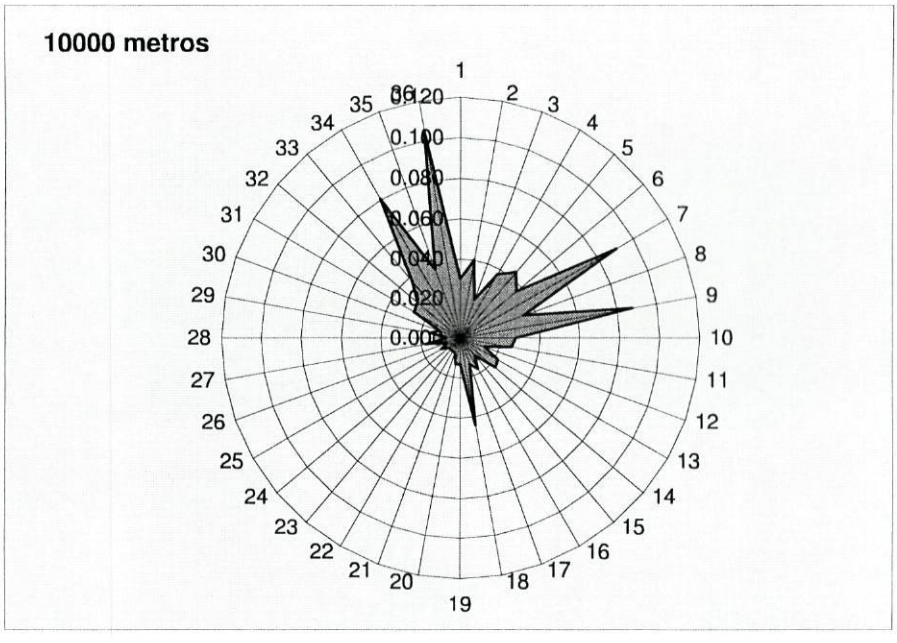


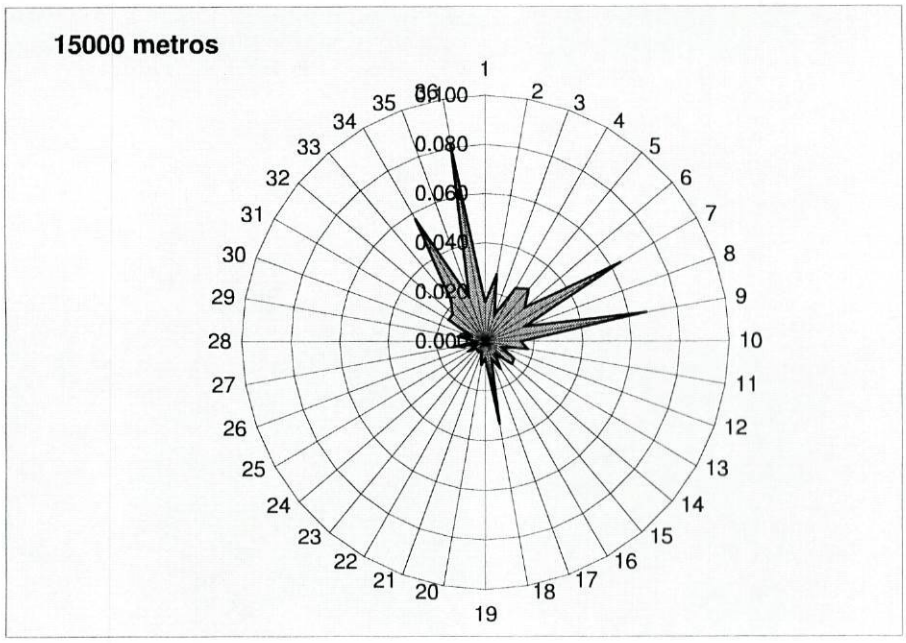



2000 metros
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


5000 metros
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020

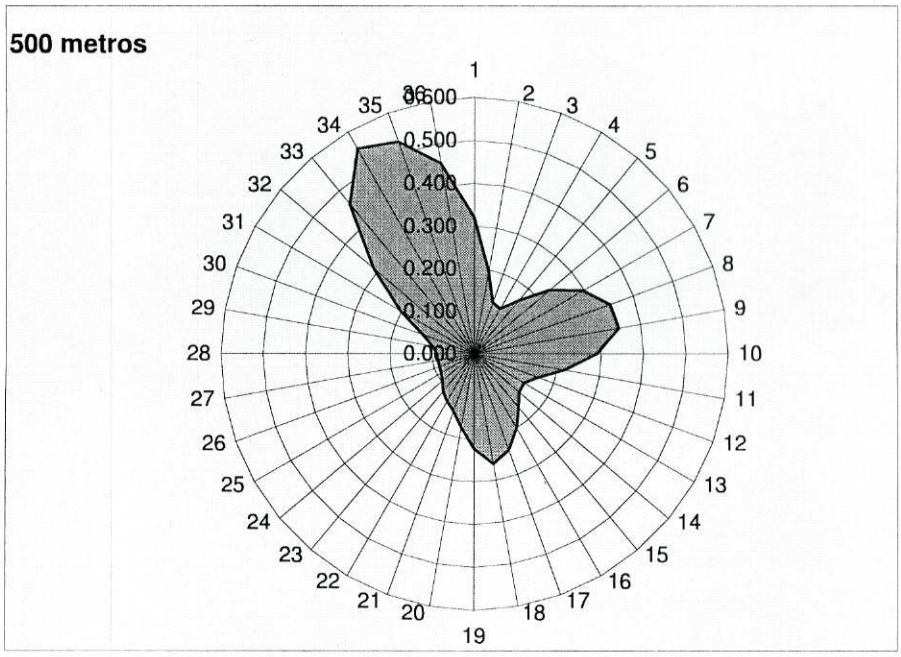

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.080
0.060
0.040
0.020

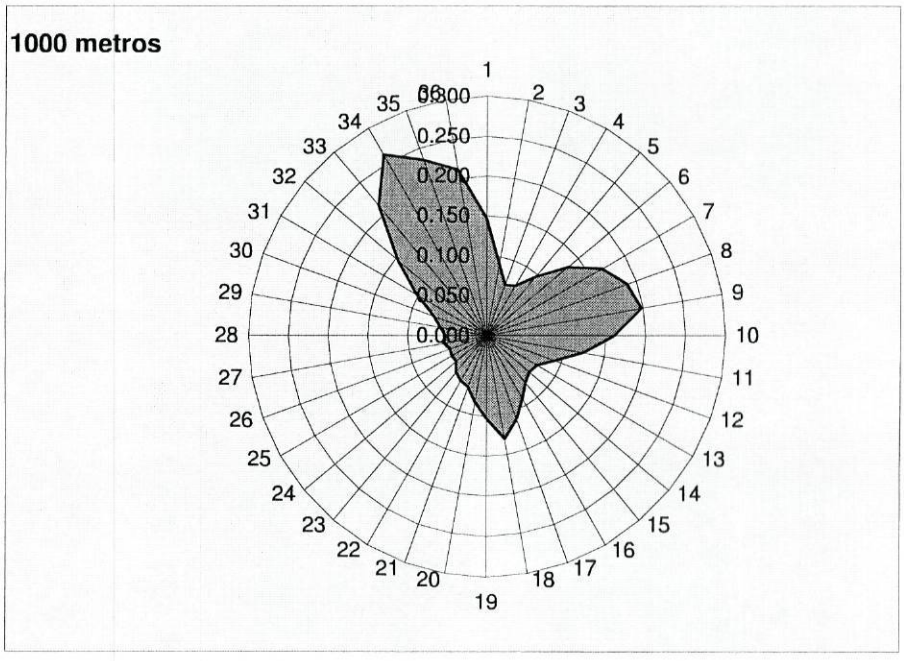
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST0601

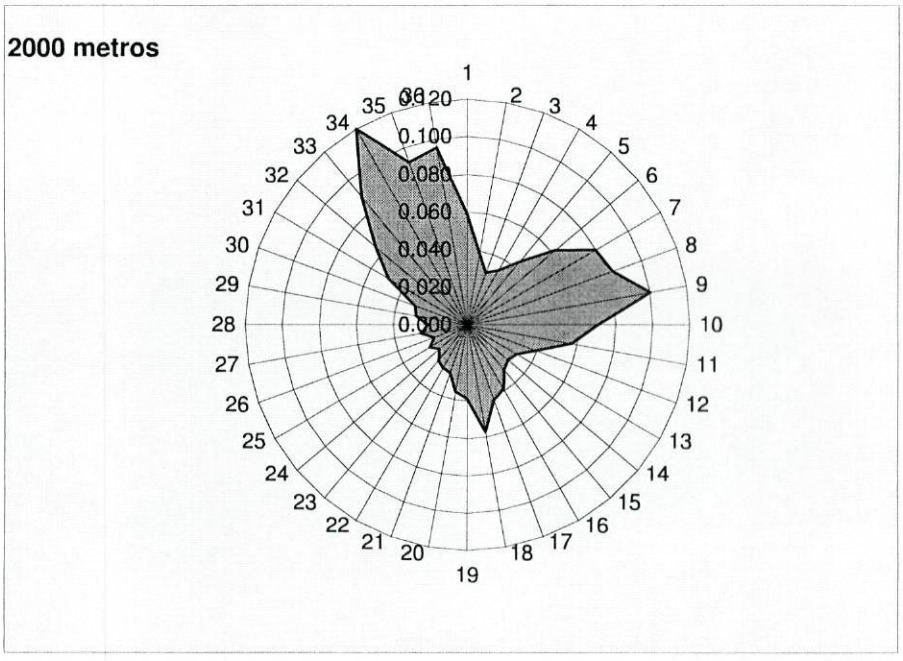
Tabela 3.10 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST0601

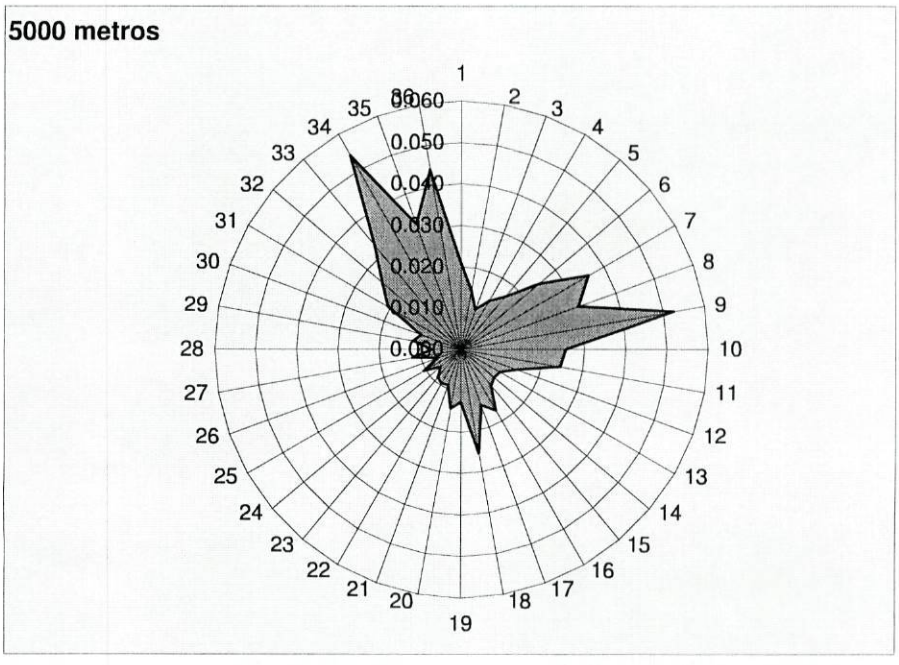
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.322	0.146	0.059	0.021	0.013	0.009	0.005
20	0.197	0.092	0.039	0.015	0.010	0.007	0.005
30	0.129	0.068	0.029	0.010	0.006	0.004	0.002
40	0.123	0.072	0.034	0.013	0.009	0.007	0.005
50	0.165	0.096	0.044	0.017	0.011	0.008	0.005
60	0.232	0.133	0.062	0.025	0.016	0.012	0.007
70	0.297	0.167	0.080	0.036	0.025	0.020	0.015
80	0.342	0.188	0.083	0.030	0.018	0.012	0.006
90	0.347	0.198	0.100	0.052	0.040	0.033	0.025
100	0.290	0.160	0.070	0.025	0.015	0.010	0.005
110	0.217	0.123	0.057	0.024	0.017	0.013	0.009
120	0.162	0.092	0.040	0.015	0.009	0.007	0.004
130	0.136	0.074	0.030	0.011	0.007	0.005	0.003
140	0.139	0.070	0.029	0.011	0.007	0.005	0.003
150	0.163	0.076	0.031	0.011	0.007	0.005	0.003
160	0.199	0.090	0.039	0.017	0.012	0.009	0.007
170	0.240	0.110	0.042	0.014	0.009	0.006	0.003
180	0.262	0.130	0.057	0.025	0.019	0.015	0.012
190	0.222	0.103	0.039	0.013	0.008	0.005	0.003
200	0.174	0.083	0.036	0.014	0.010	0.008	0.006
210	0.142	0.068	0.027	0.009	0.006	0.004	0.002
220	0.127	0.064	0.026	0.009	0.006	0.005	0.003
230	0.114	0.059	0.024	0.009	0.006	0.004	0.003
240	0.097	0.050	0.020	0.007	0.004	0.003	0.001
250	0.090	0.050	0.023	0.010	0.007	0.006	0.004
260	0.087	0.049	0.019	0.006	0.004	0.002	0.001
270	0.088	0.054	0.025	0.012	0.009	0.007	0.006
280	0.087	0.052	0.022	0.007	0.004	0.003	0.001
290	0.099	0.059	0.028	0.012	0.008	0.007	0.005
300	0.131	0.070	0.030	0.010	0.006	0.004	0.002
310	0.201	0.102	0.049	0.020	0.013	0.010	0.006
320	0.312	0.146	0.065	0.025	0.015	0.011	0.006
330	0.460	0.213	0.089	0.033	0.021	0.015	0.009
340	0.555	0.262	0.120	0.054	0.038	0.030	0.022
350	0.528	0.235	0.092	0.032	0.019	0.013	0.007
360	0.453	0.211	0.095	0.044	0.032	0.026	0.020

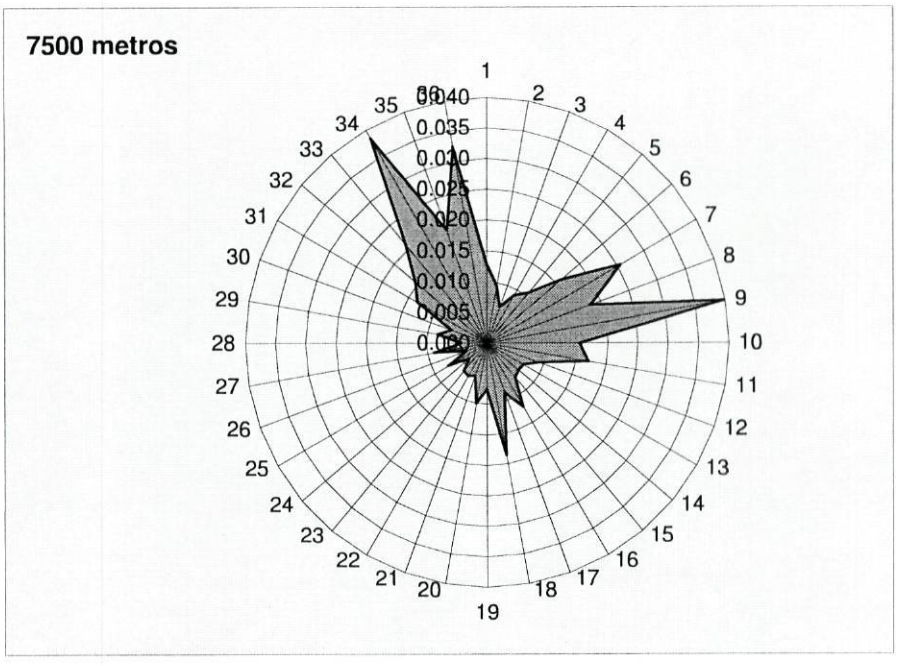
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST0601

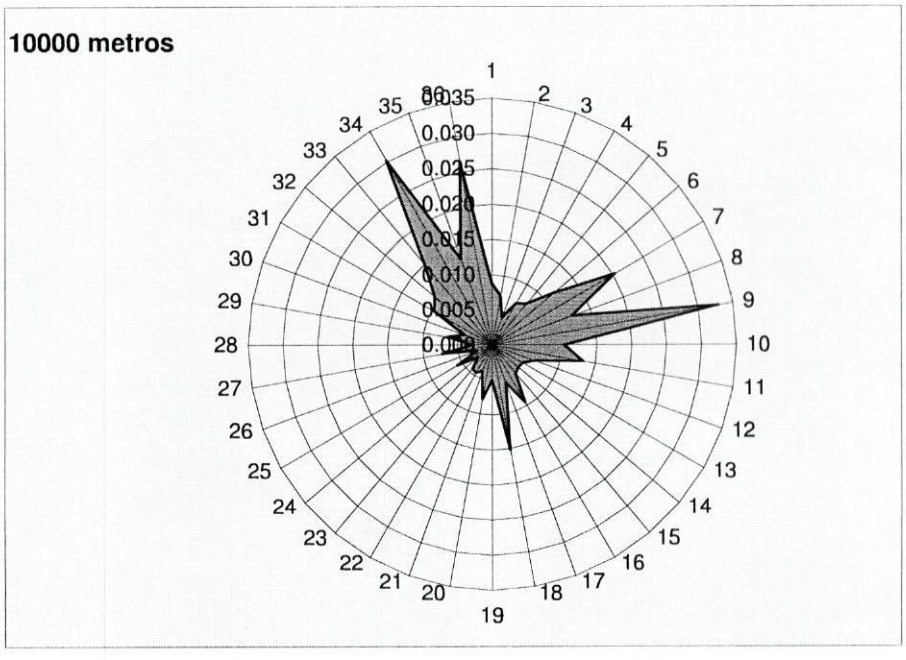


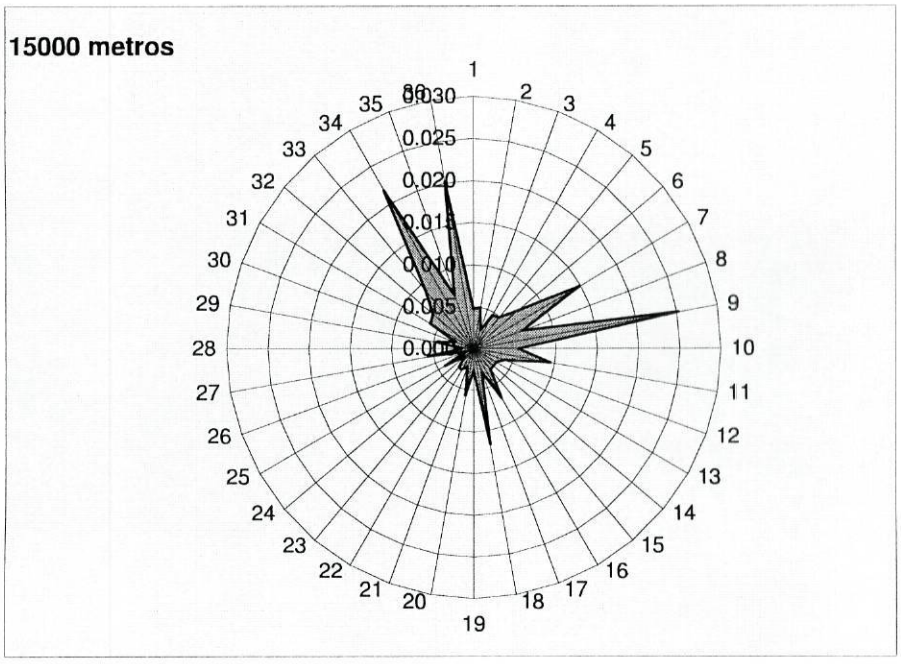



2000 metros
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


5000 metros
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005

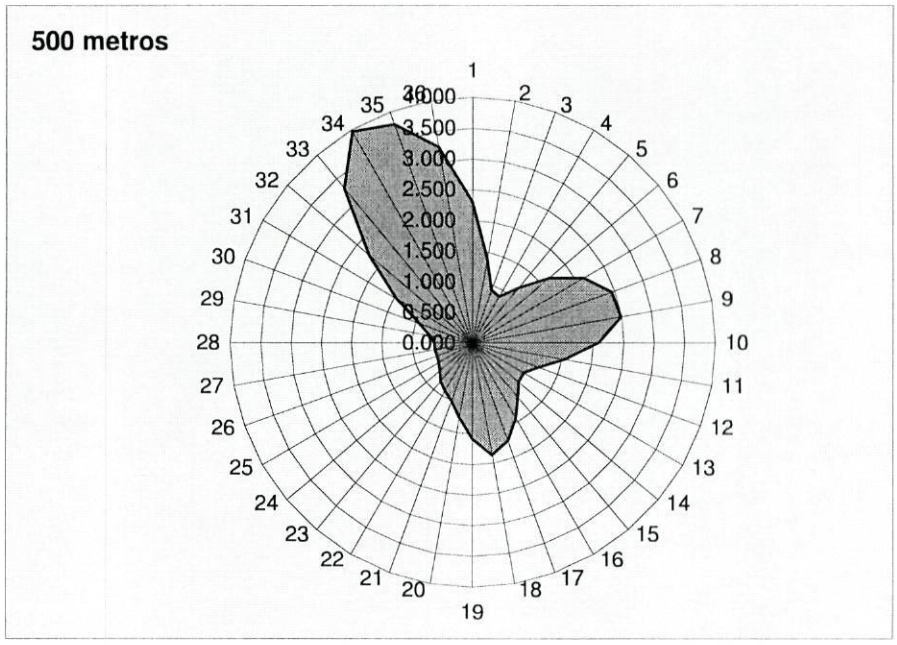

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005

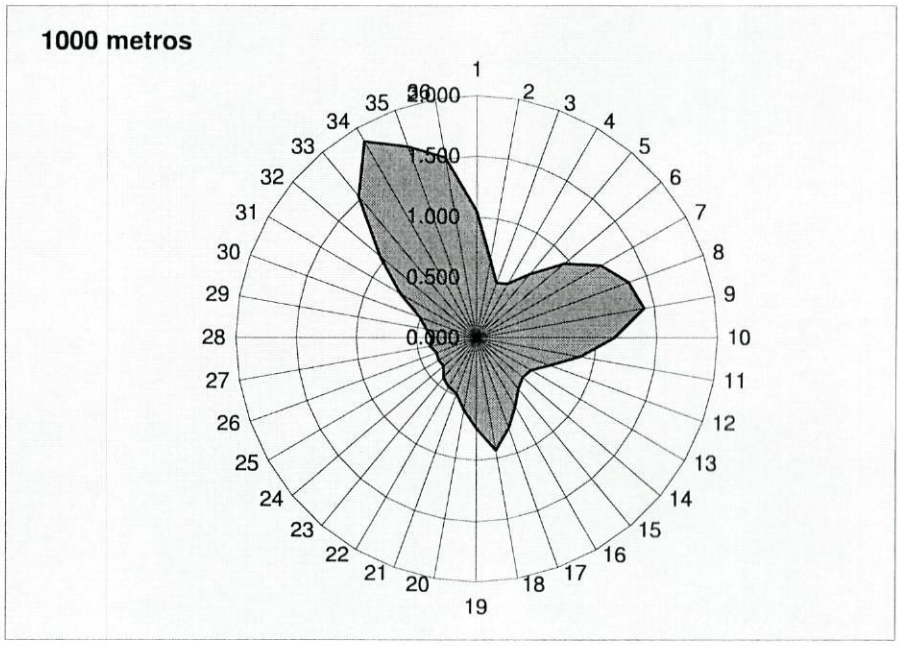
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST0601

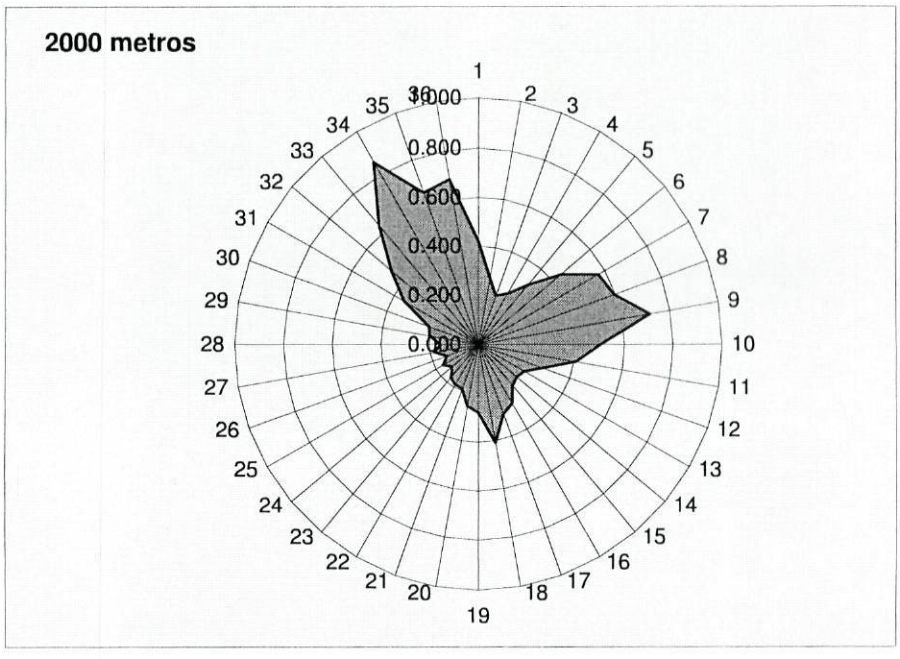
Tabela 3.11 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST0601

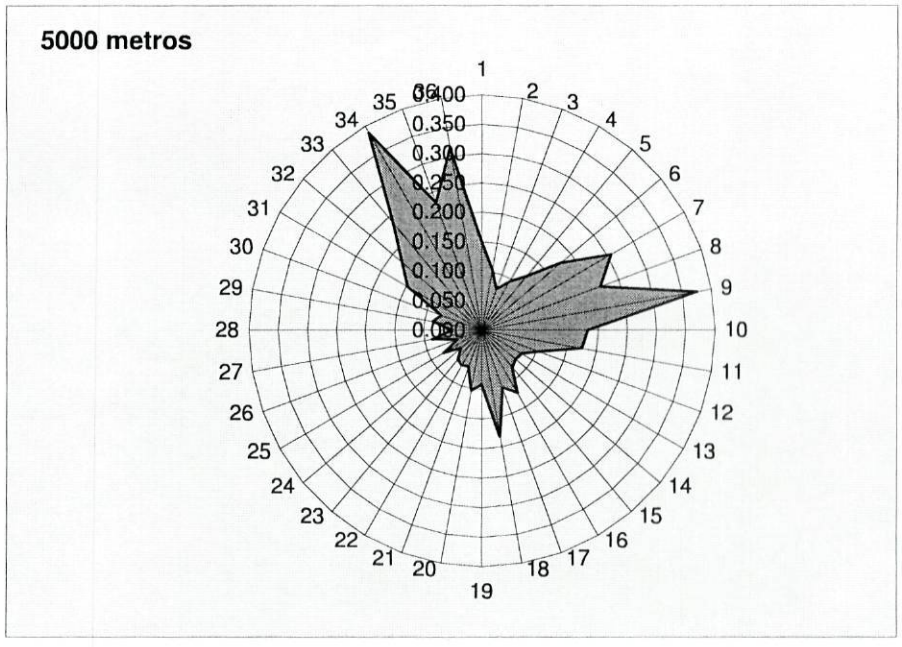
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	2.302	1.048	0.422	0.150	0.092	0.063	0.034
20	1.408	0.656	0.277	0.105	0.068	0.051	0.036
30	0.924	0.484	0.211	0.074	0.045	0.030	0.017
40	0.883	0.514	0.240	0.096	0.065	0.049	0.033
50	1.180	0.686	0.314	0.120	0.076	0.055	0.035
60	1.658	0.953	0.443	0.176	0.115	0.083	0.050
70	2.128	1.195	0.571	0.255	0.182	0.145	0.107
80	2.449	1.345	0.595	0.217	0.130	0.087	0.045
90	2.485	1.415	0.717	0.376	0.285	0.235	0.181
100	2.077	1.148	0.503	0.182	0.110	0.074	0.039
110	1.555	0.883	0.408	0.175	0.122	0.095	0.068
120	1.159	0.657	0.283	0.104	0.066	0.047	0.028
130	0.975	0.528	0.218	0.079	0.050	0.036	0.023
140	0.994	0.504	0.205	0.075	0.048	0.035	0.023
150	1.166	0.544	0.220	0.082	0.052	0.037	0.023
160	1.425	0.644	0.277	0.122	0.086	0.068	0.049
170	1.717	0.789	0.301	0.103	0.062	0.041	0.021
180	1.873	0.933	0.408	0.182	0.133	0.109	0.083
190	1.586	0.740	0.278	0.091	0.054	0.036	0.019
200	1.248	0.596	0.255	0.104	0.072	0.056	0.041
210	1.015	0.485	0.193	0.066	0.040	0.028	0.016
220	0.909	0.460	0.187	0.068	0.044	0.033	0.021
230	0.817	0.425	0.173	0.064	0.042	0.031	0.021
240	0.697	0.357	0.141	0.047	0.028	0.019	0.010
250	0.645	0.361	0.167	0.075	0.053	0.041	0.029
260	0.620	0.351	0.137	0.044	0.026	0.017	0.008
270	0.630	0.388	0.182	0.086	0.064	0.052	0.040
280	0.626	0.374	0.155	0.052	0.031	0.020	0.010
290	0.710	0.425	0.201	0.085	0.059	0.047	0.034
300	0.935	0.502	0.214	0.073	0.044	0.030	0.017
310	1.441	0.733	0.352	0.146	0.095	0.069	0.043
320	2.232	1.045	0.463	0.179	0.111	0.077	0.046
330	3.292	1.524	0.633	0.235	0.150	0.108	0.065
340	3.971	1.872	0.858	0.387	0.275	0.216	0.155
350	3.782	1.679	0.658	0.230	0.139	0.093	0.048
360	3.239	1.510	0.683	0.316	0.232	0.189	0.144

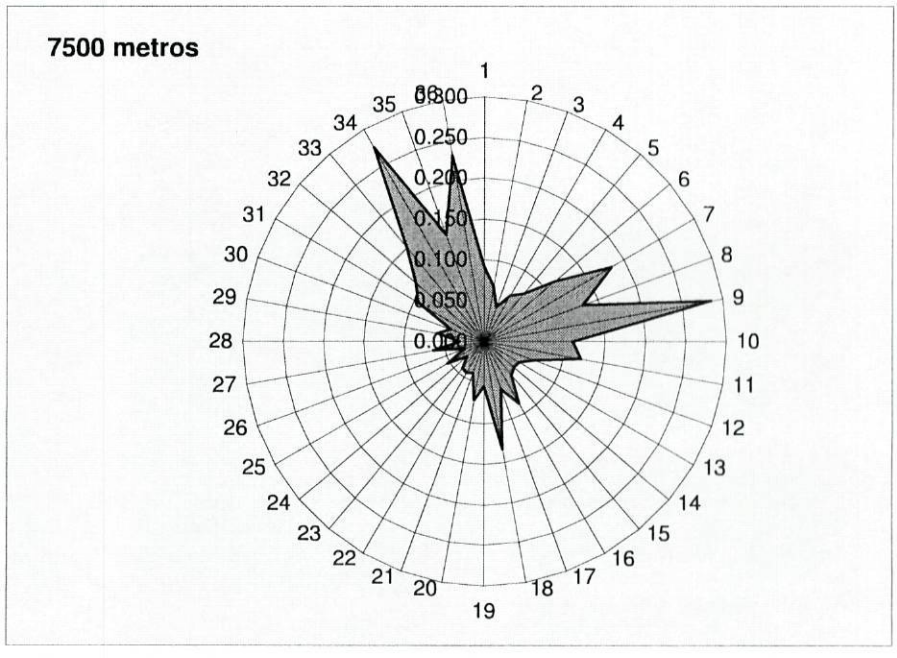
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST0601

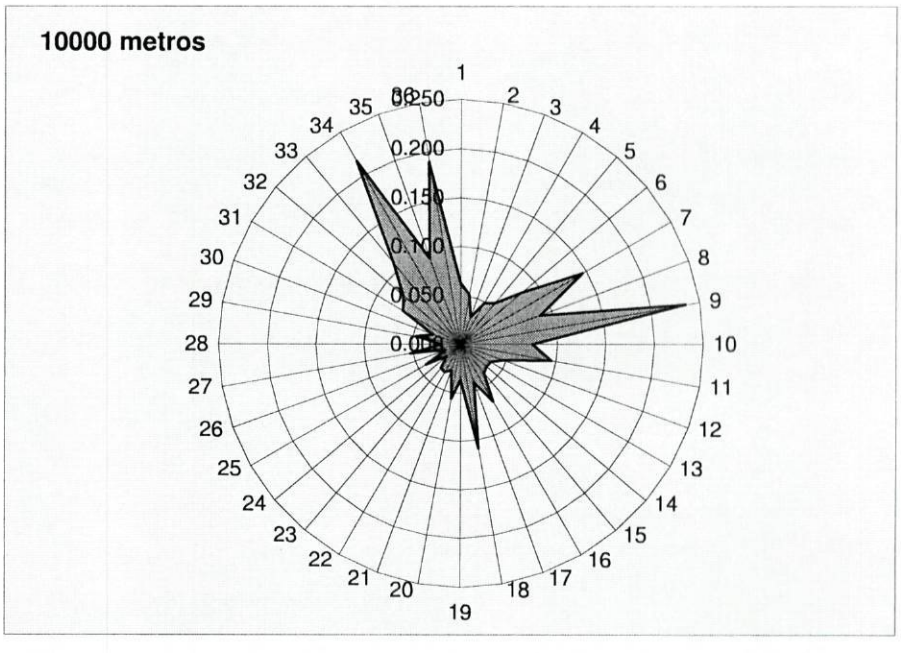


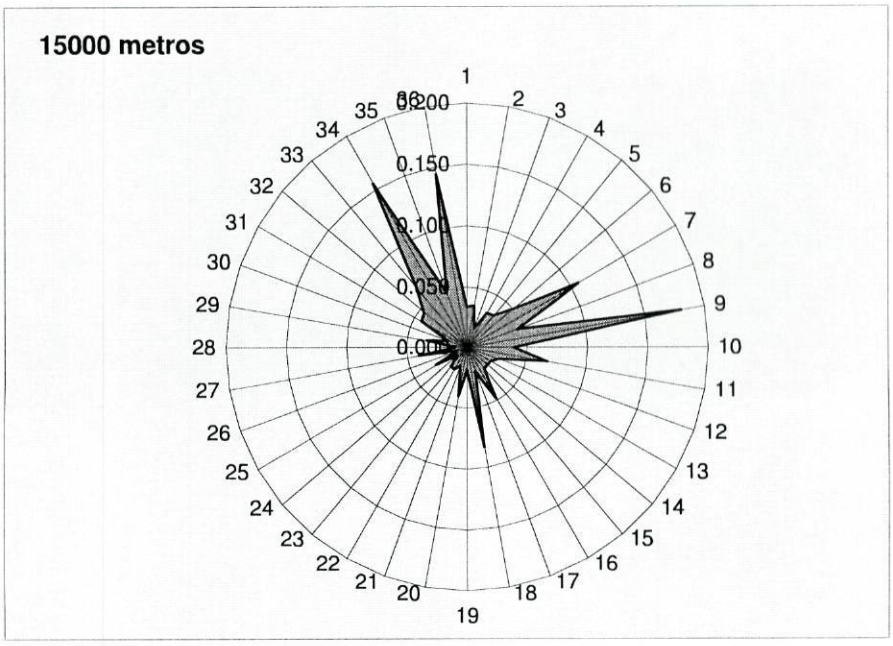



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.800
0.600
0.400
0.200


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.350
0.300
0.200
0.150
0.100
0.050


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.200
0.150
0.100
0.050

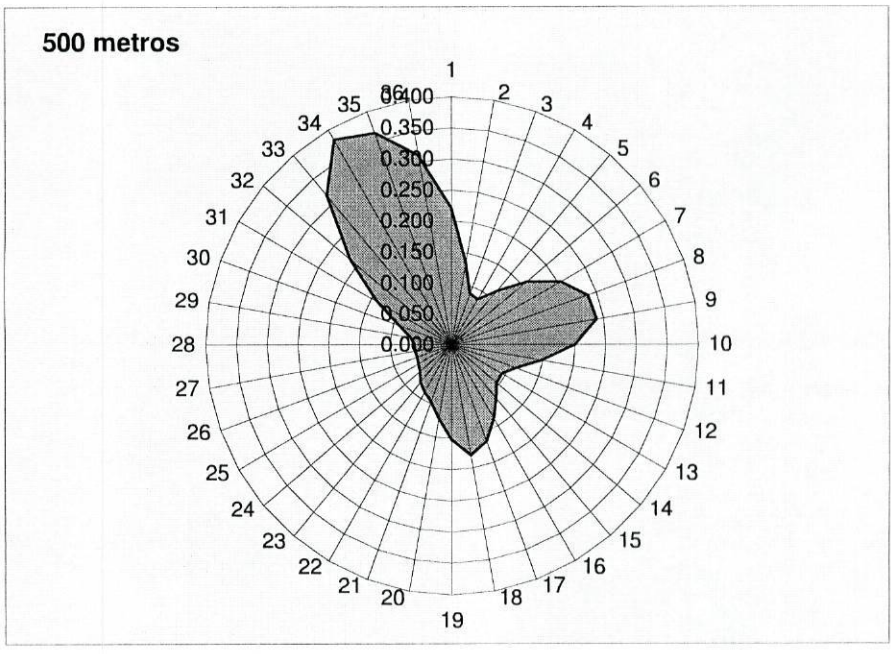

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.150

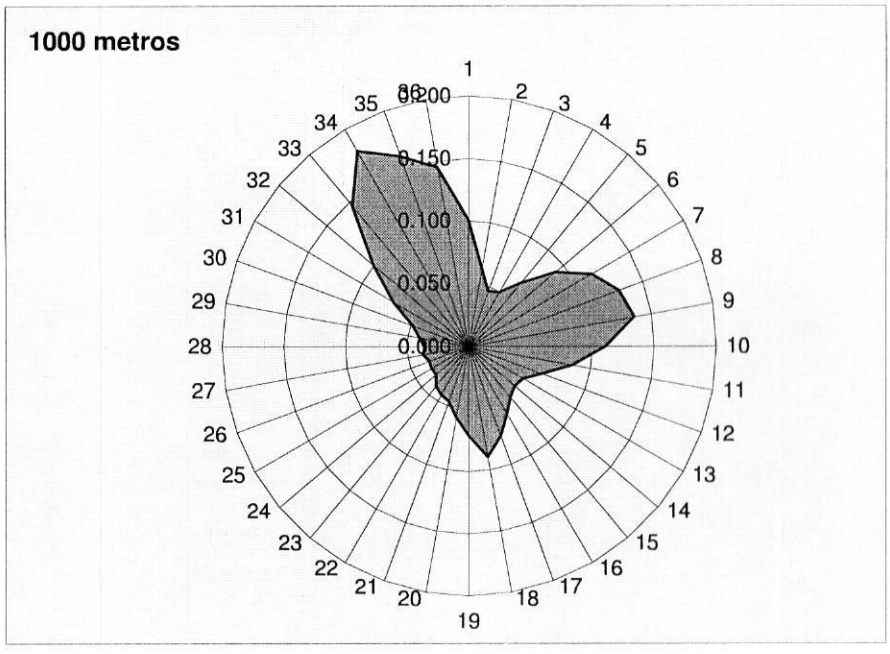
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST0601

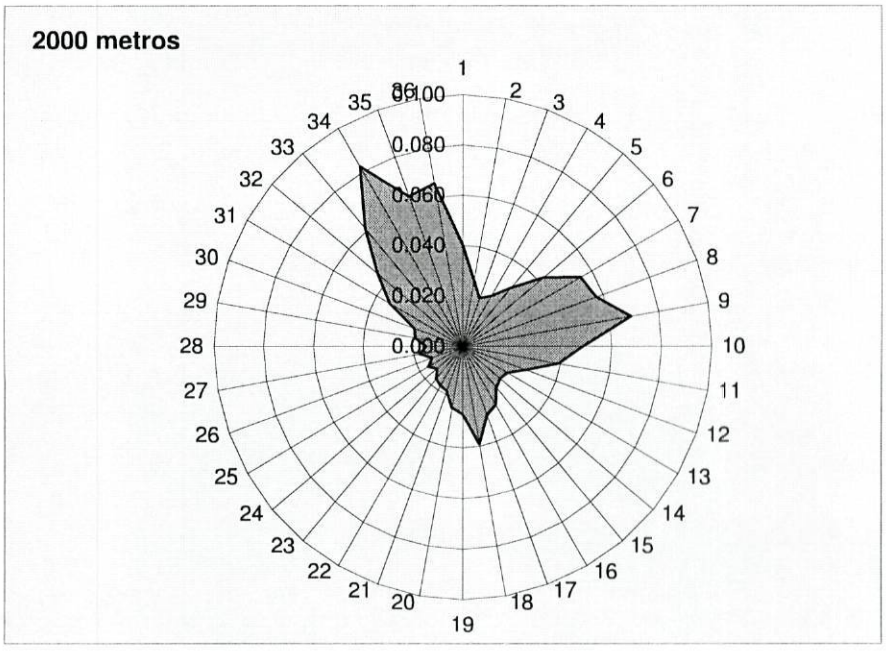
Tabela 3.12 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST0601

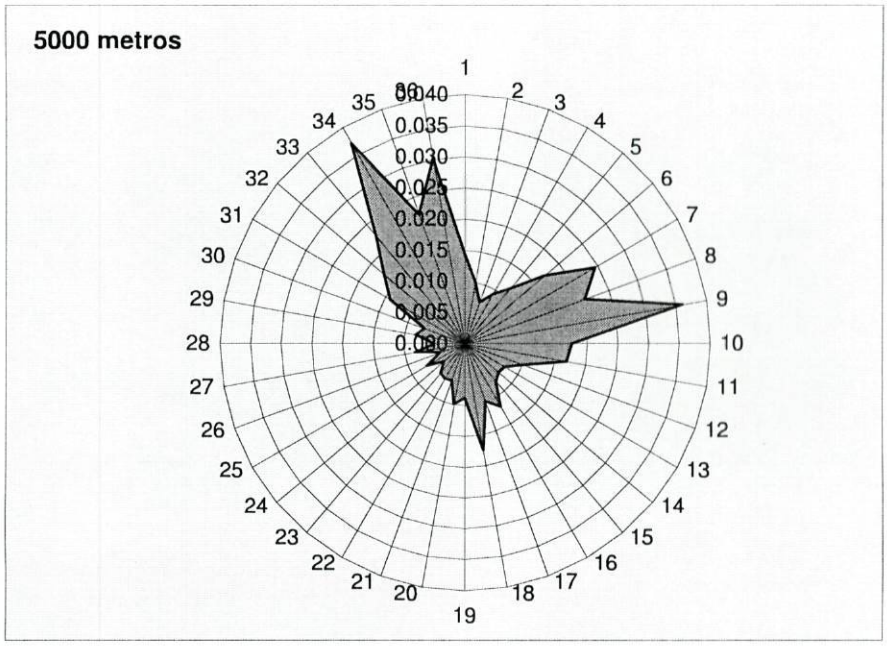
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.221	0.101	0.041	0.014	0.009	0.006	0.003
20	0.135	0.063	0.027	0.010	0.007	0.005	0.003
30	0.089	0.047	0.020	0.007	0.004	0.003	0.002
40	0.085	0.049	0.023	0.009	0.006	0.005	0.003
50	0.113	0.066	0.030	0.012	0.007	0.005	0.003
60	0.159	0.092	0.043	0.017	0.011	0.008	0.005
70	0.204	0.115	0.055	0.025	0.018	0.014	0.010
80	0.235	0.129	0.057	0.021	0.013	0.008	0.004
90	0.239	0.136	0.069	0.036	0.027	0.023	0.017
100	0.199	0.110	0.048	0.017	0.011	0.007	0.004
110	0.149	0.085	0.039	0.017	0.012	0.009	0.007
120	0.111	0.063	0.027	0.010	0.006	0.005	0.003
130	0.094	0.051	0.021	0.008	0.005	0.003	0.002
140	0.096	0.048	0.020	0.007	0.005	0.003	0.002
150	0.112	0.052	0.021	0.008	0.005	0.004	0.002
160	0.137	0.062	0.027	0.012	0.008	0.007	0.005
170	0.165	0.076	0.029	0.010	0.006	0.004	0.002
180	0.180	0.090	0.039	0.017	0.013	0.010	0.008
190	0.152	0.071	0.027	0.009	0.005	0.003	0.002
200	0.120	0.057	0.025	0.010	0.007	0.005	0.004
210	0.097	0.047	0.019	0.006	0.004	0.003	0.002
220	0.087	0.044	0.018	0.007	0.004	0.003	0.002
230	0.078	0.041	0.017	0.006	0.004	0.003	0.002
240	0.067	0.034	0.014	0.004	0.003	0.002	0.001
250	0.062	0.035	0.016	0.007	0.005	0.004	0.003
260	0.060	0.034	0.013	0.004	0.002	0.002	0.001
270	0.061	0.037	0.017	0.008	0.006	0.005	0.004
280	0.060	0.036	0.015	0.005	0.003	0.002	0.001
290	0.068	0.041	0.019	0.008	0.006	0.004	0.003
300	0.090	0.048	0.021	0.007	0.004	0.003	0.002
310	0.138	0.070	0.034	0.014	0.009	0.007	0.004
320	0.214	0.100	0.044	0.017	0.011	0.007	0.004
330	0.316	0.146	0.061	0.023	0.014	0.010	0.006
340	0.381	0.180	0.082	0.037	0.026	0.021	0.015
350	0.363	0.161	0.063	0.022	0.013	0.009	0.005
360	0.311	0.145	0.066	0.030	0.022	0.018	0.014

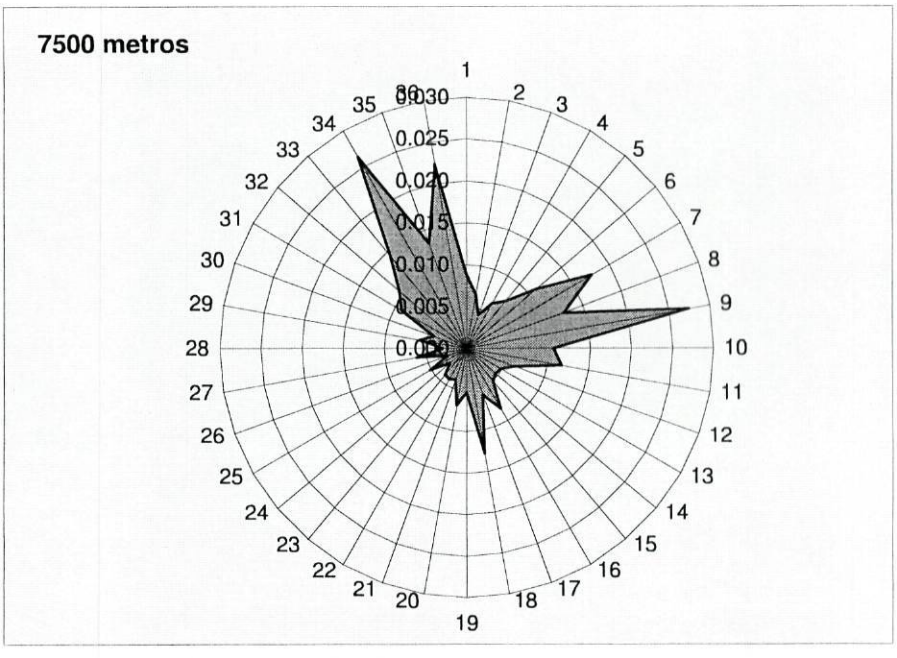
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST0601

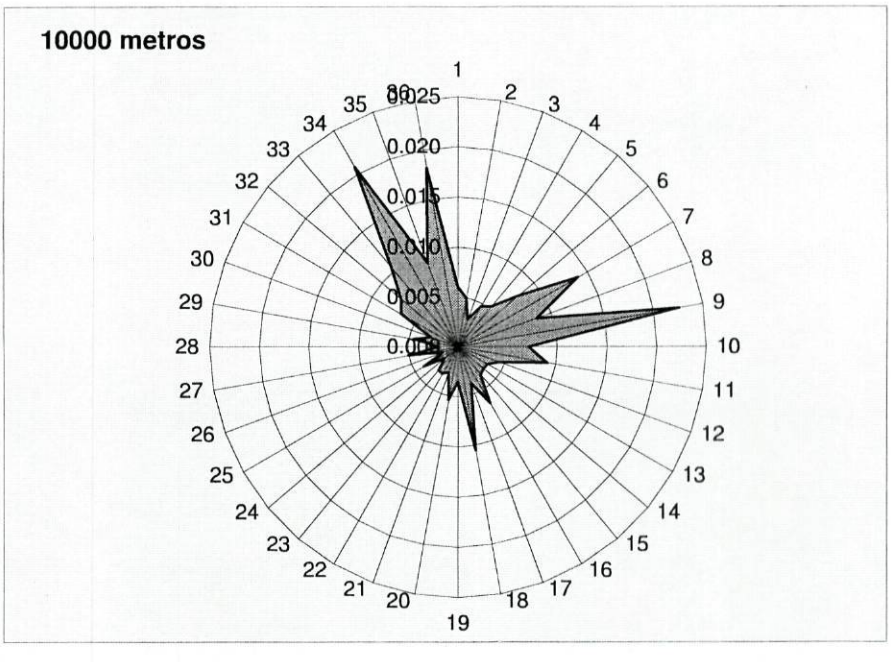


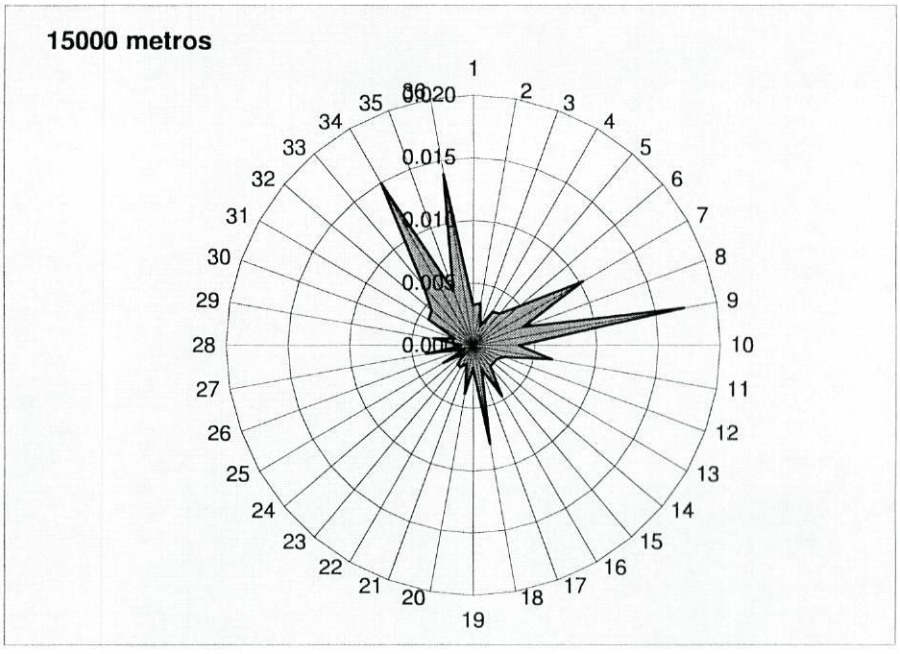



2000 metros
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


5000 metros
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005

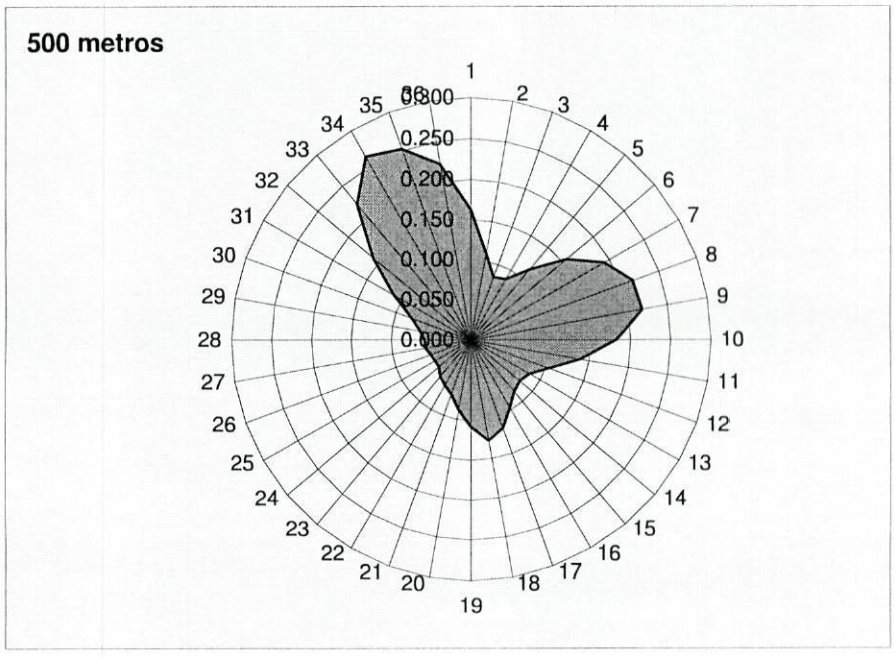

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.015
0.01
0.005

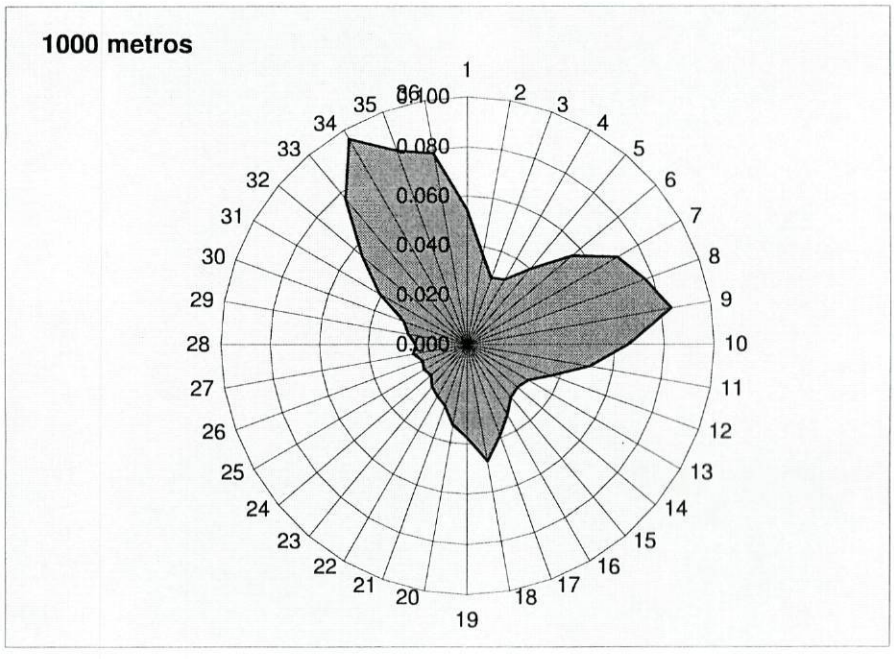
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1401

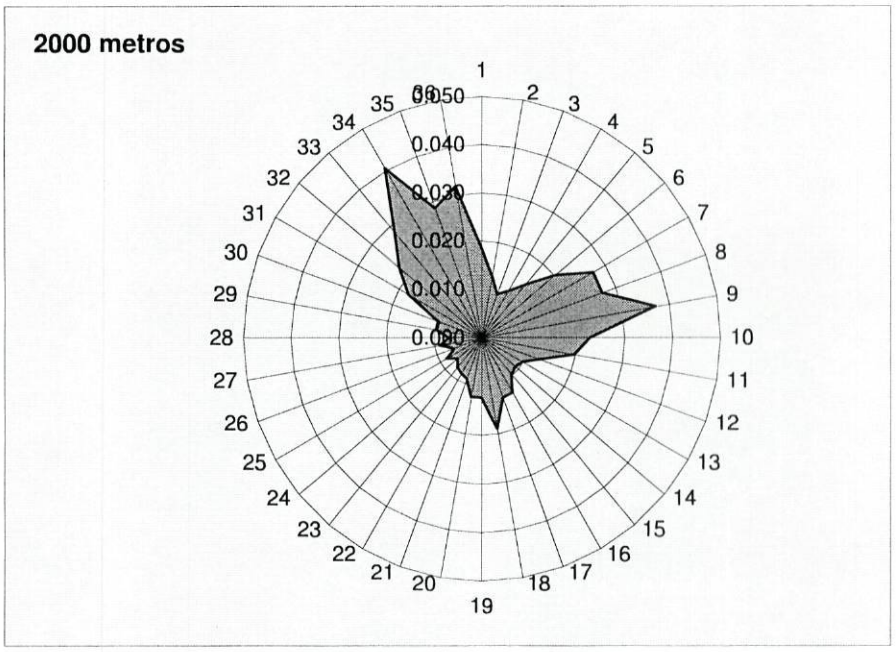
Tabela 3.13 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1401

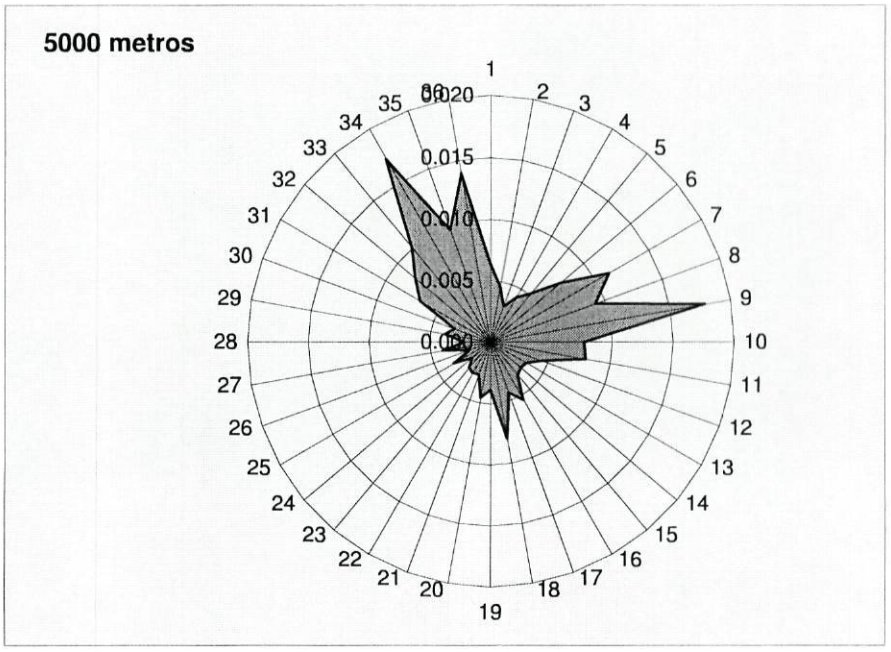
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.163	0.054	0.019	0.006	0.004	0.003	0.001
20	0.109	0.037	0.013	0.005	0.003	0.002	0.002
30	0.083	0.029	0.010	0.003	0.002	0.001	0.001
40	0.087	0.030	0.011	0.004	0.003	0.002	0.001
50	0.114	0.039	0.014	0.005	0.003	0.002	0.001
60	0.156	0.056	0.020	0.008	0.005	0.004	0.002
70	0.193	0.070	0.027	0.011	0.008	0.006	0.005
80	0.215	0.077	0.027	0.009	0.006	0.004	0.002
90	0.218	0.084	0.037	0.018	0.013	0.011	0.008
100	0.182	0.065	0.023	0.008	0.005	0.003	0.002
110	0.139	0.050	0.020	0.008	0.005	0.004	0.003
120	0.105	0.037	0.013	0.005	0.003	0.002	0.001
130	0.084	0.029	0.010	0.003	0.002	0.002	0.001
140	0.080	0.027	0.009	0.003	0.002	0.002	0.001
150	0.084	0.028	0.010	0.004	0.002	0.002	0.001
160	0.097	0.033	0.013	0.005	0.004	0.003	0.002
170	0.116	0.039	0.013	0.004	0.003	0.002	0.001
180	0.127	0.047	0.019	0.008	0.006	0.005	0.004
190	0.108	0.037	0.012	0.004	0.002	0.002	0.001
200	0.088	0.033	0.012	0.005	0.003	0.002	0.002
210	0.072	0.026	0.009	0.003	0.002	0.001	0.001
220	0.065	0.024	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
230	0.059	0.022	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
240	0.052	0.019	0.007	0.002	0.001	0.001	0.000
250	0.052	0.020	0.009	0.003	0.002	0.002	0.001
260	0.053	0.019	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000
270	0.058	0.022	0.009	0.004	0.003	0.002	0.002
280	0.058	0.021	0.007	0.002	0.001	0.001	0.000
290	0.065	0.024	0.010	0.004	0.003	0.002	0.001
300	0.079	0.027	0.010	0.003	0.002	0.001	0.001
310	0.111	0.041	0.018	0.007	0.004	0.003	0.002
320	0.159	0.056	0.022	0.008	0.005	0.003	0.002
330	0.222	0.077	0.028	0.010	0.006	0.005	0.003
340	0.263	0.096	0.041	0.017	0.012	0.009	0.007
350	0.252	0.083	0.029	0.010	0.006	0.004	0.002
360	0.222	0.078	0.032	0.014	0.010	0.008	0.006

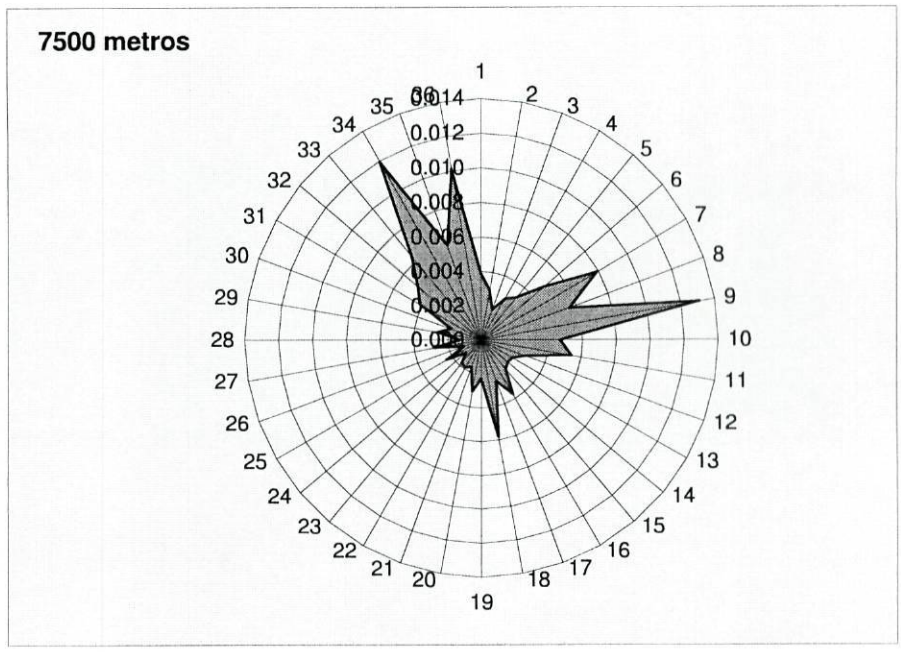
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1401

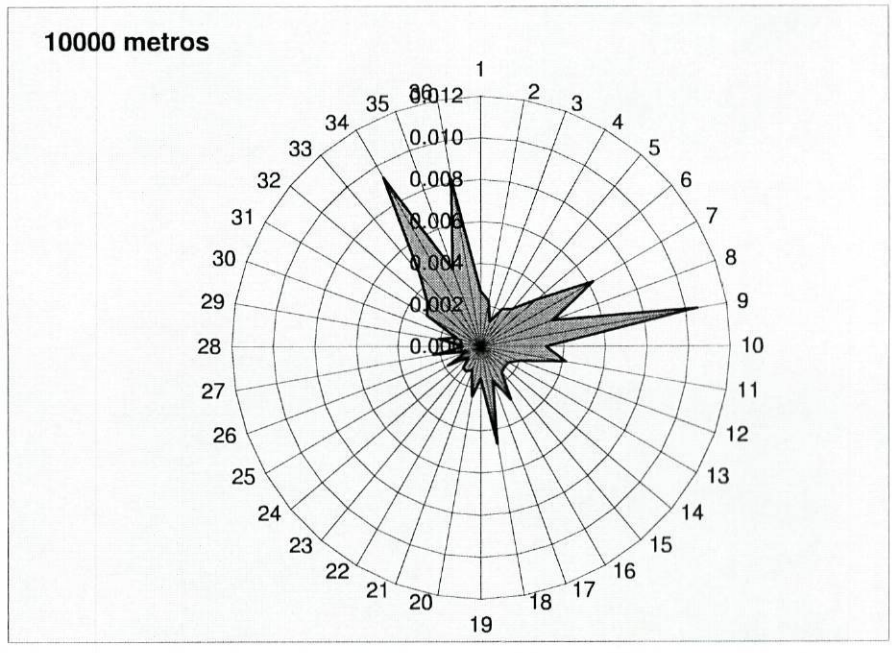


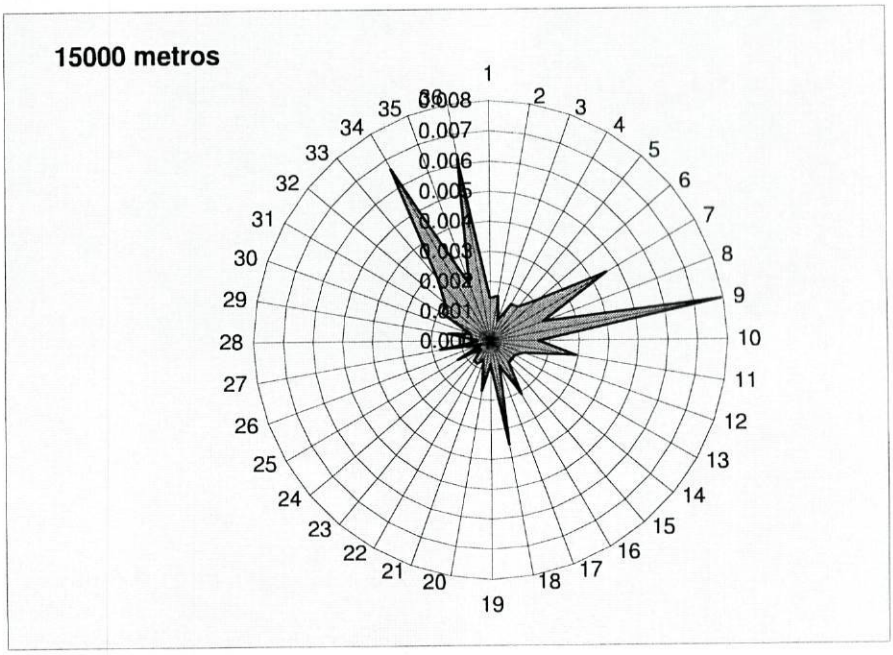



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.040
0.020
0.010


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.015
0.010
0.005


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.012
0.010
0.008
0.004
0.002

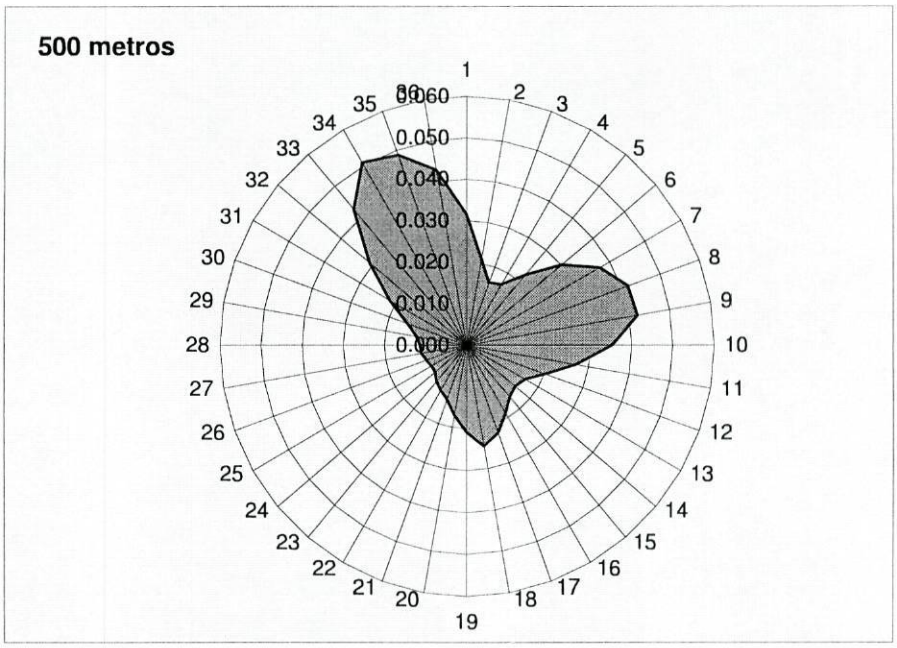

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.007
0.006

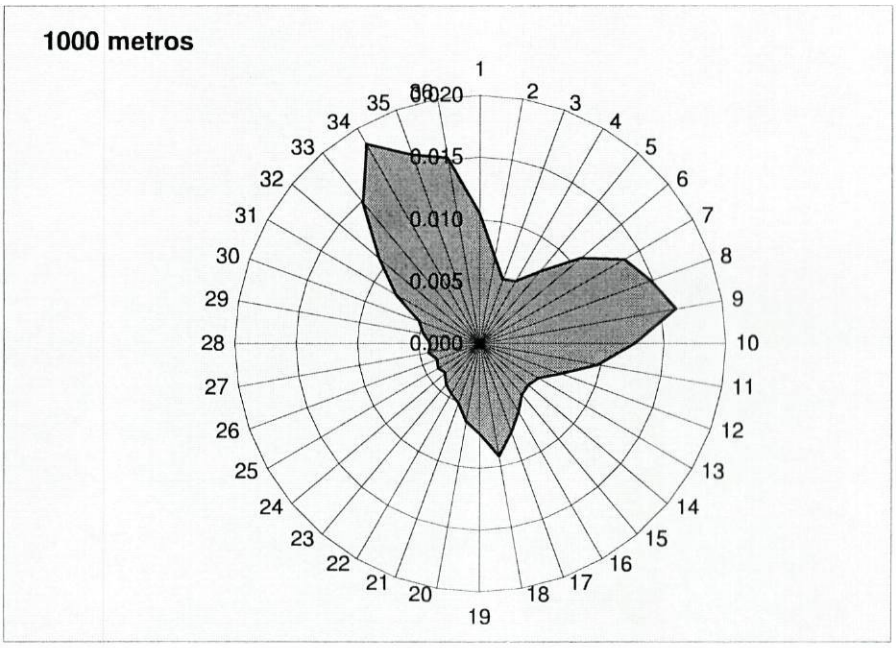
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1401

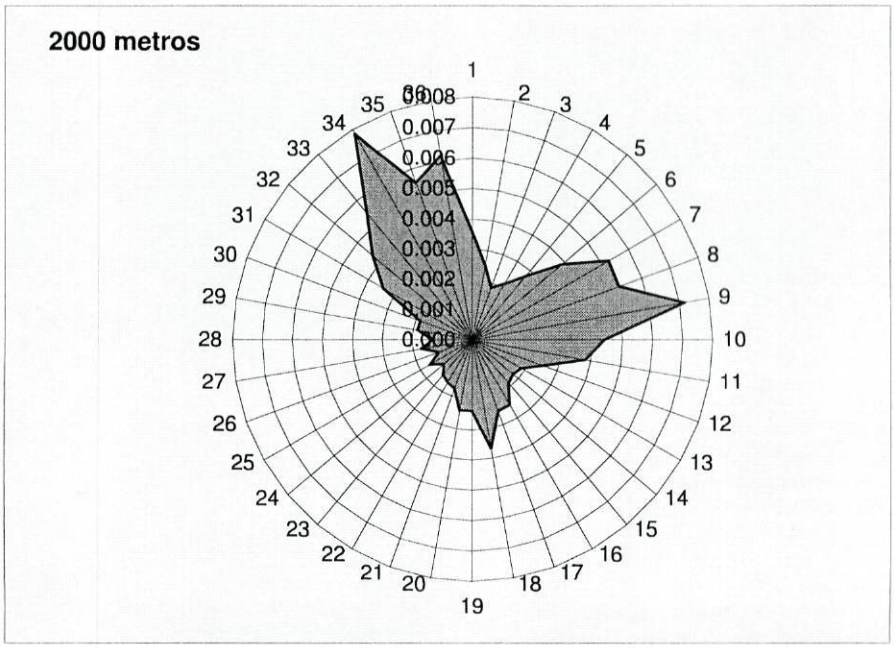
Tabela 3.14 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1401

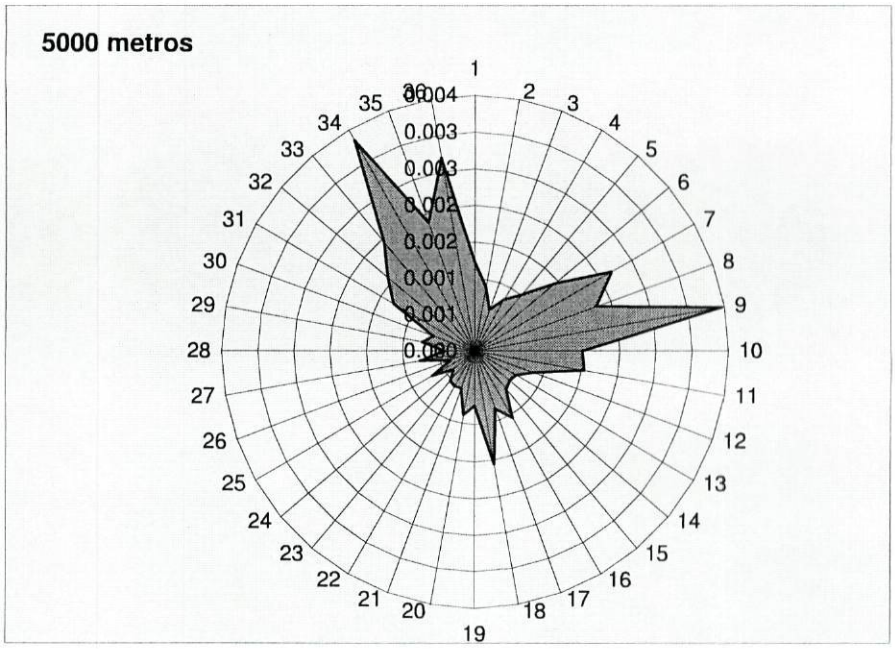
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.032	0.011	0.004	0.001	0.001	0.001	0.000
20	0.021	0.007	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000
30	0.016	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
40	0.017	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
50	0.022	0.008	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000
60	0.030	0.011	0.004	0.001	0.001	0.001	0.000
70	0.037	0.014	0.005	0.002	0.002	0.001	0.001
80	0.042	0.015	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000
90	0.042	0.016	0.007	0.003	0.003	0.002	0.002
100	0.035	0.013	0.004	0.001	0.001	0.001	0.000
110	0.027	0.010	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001
120	0.020	0.007	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000
130	0.016	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
140	0.015	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
150	0.016	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
160	0.019	0.006	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000
170	0.022	0.008	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000
180	0.025	0.009	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001
190	0.021	0.007	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
200	0.017	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
210	0.014	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
220	0.013	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
230	0.011	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
240	0.010	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
250	0.010	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
260	0.010	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
270	0.011	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
280	0.011	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
290	0.012	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
300	0.015	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
310	0.022	0.008	0.003	0.001	0.001	0.001	0.000
320	0.031	0.011	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000
330	0.043	0.015	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001
340	0.051	0.019	0.008	0.003	0.002	0.002	0.001
350	0.049	0.016	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000
360	0.043	0.015	0.006	0.003	0.002	0.002	0.001

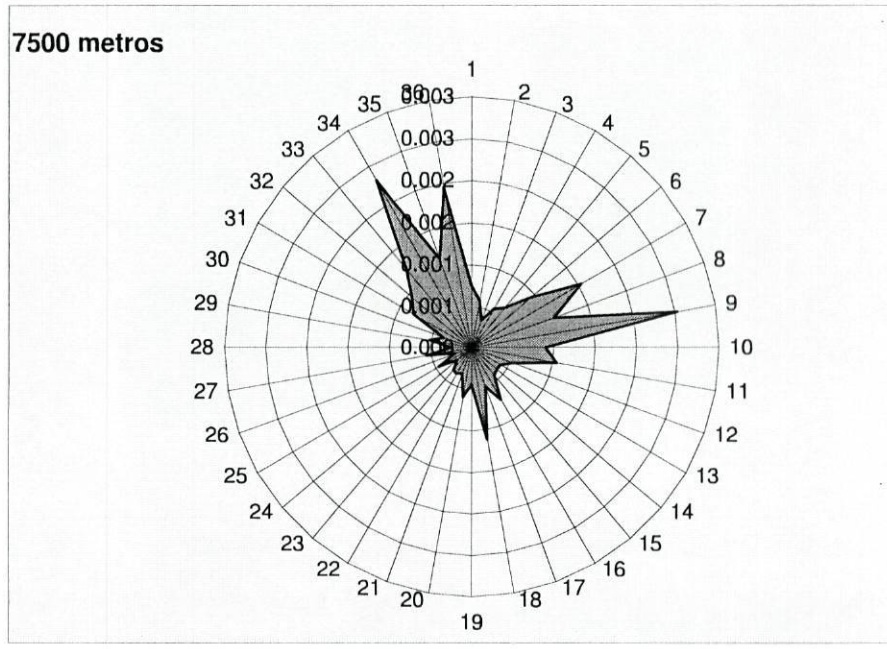
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1401

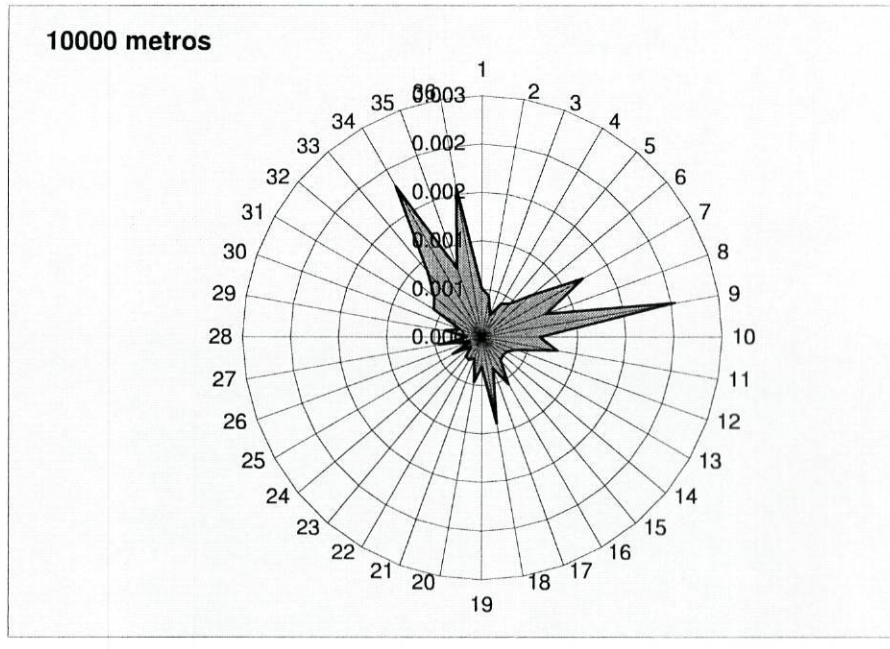


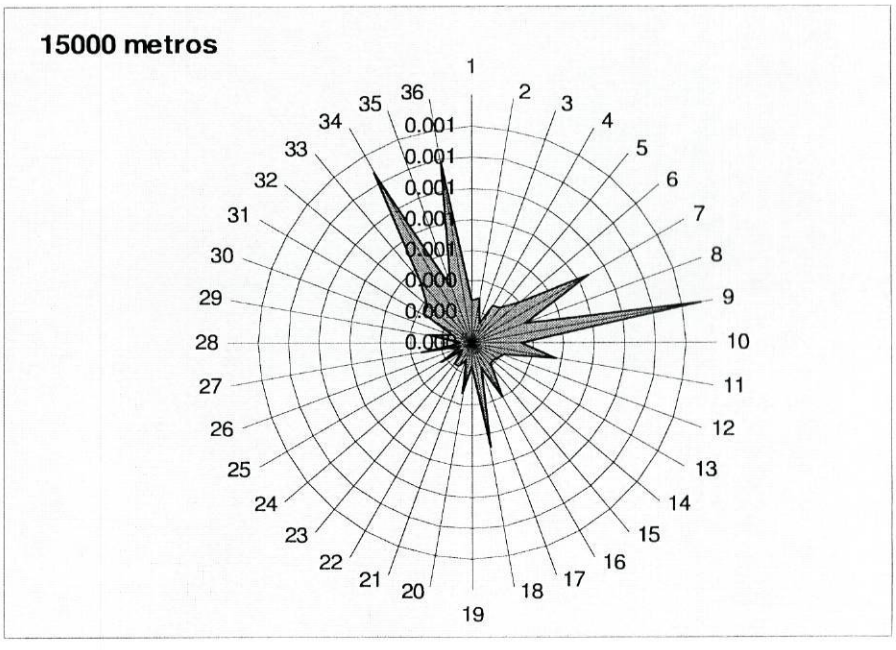



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.007
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.003
0.002
0.001


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.003
0.003
0.002
0.002
0.001
0.001


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.003
0.002
0.002
0.001
0.001

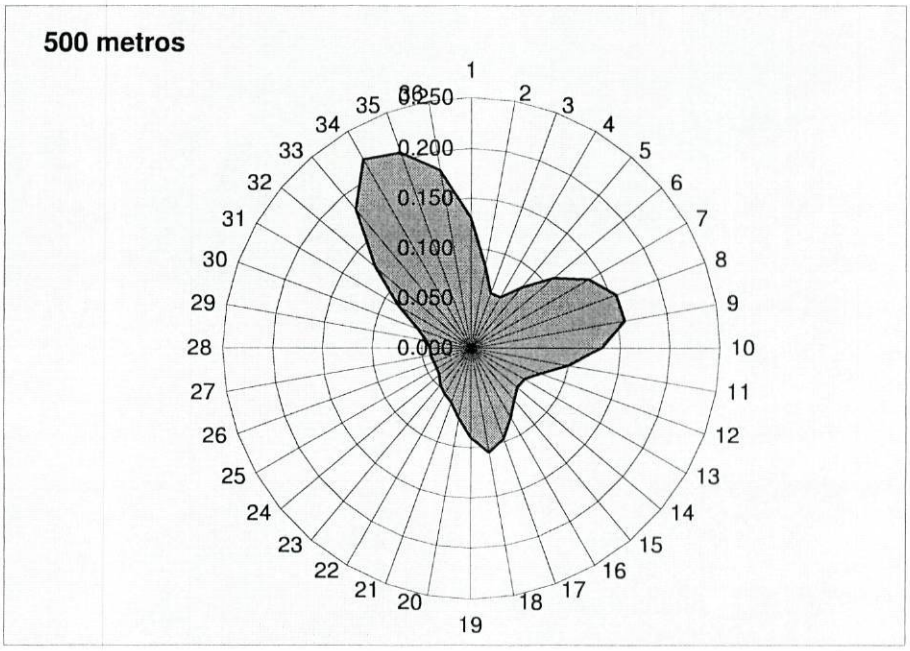

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.001
0.001
0.001
0.001
0.001
0.000
0.000
0.001

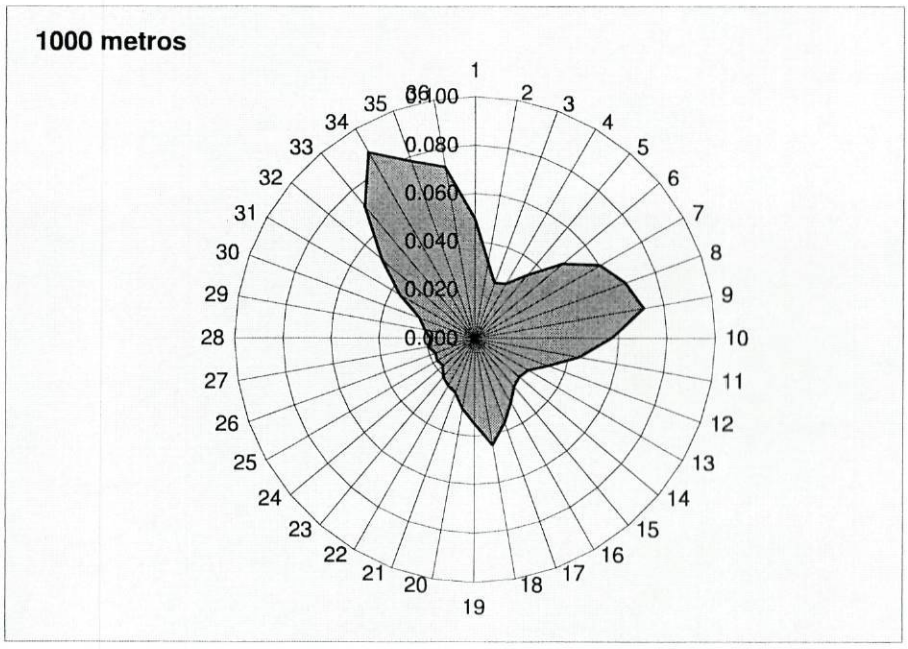
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1601

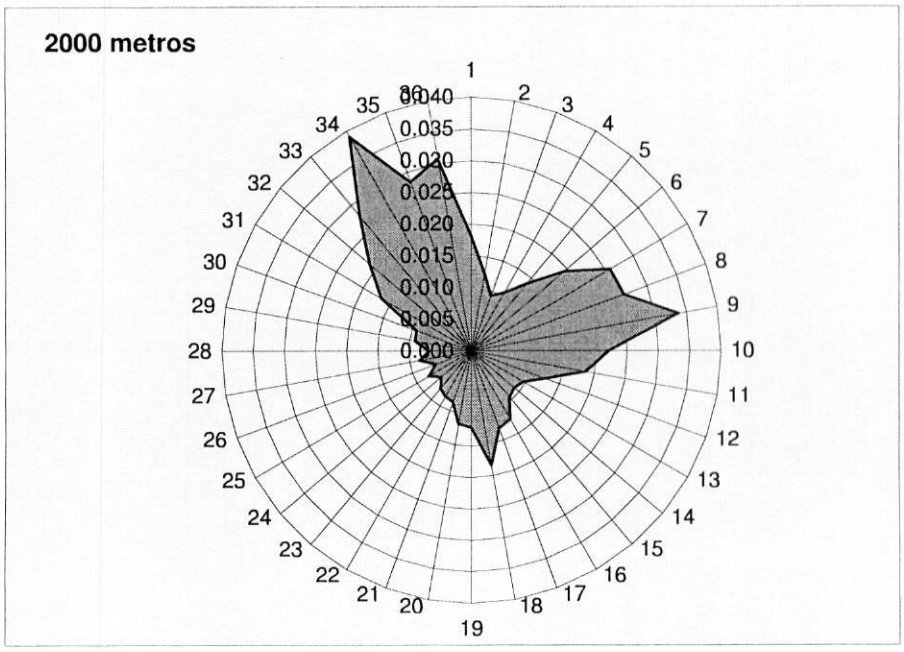
Tabela 3.15 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1601

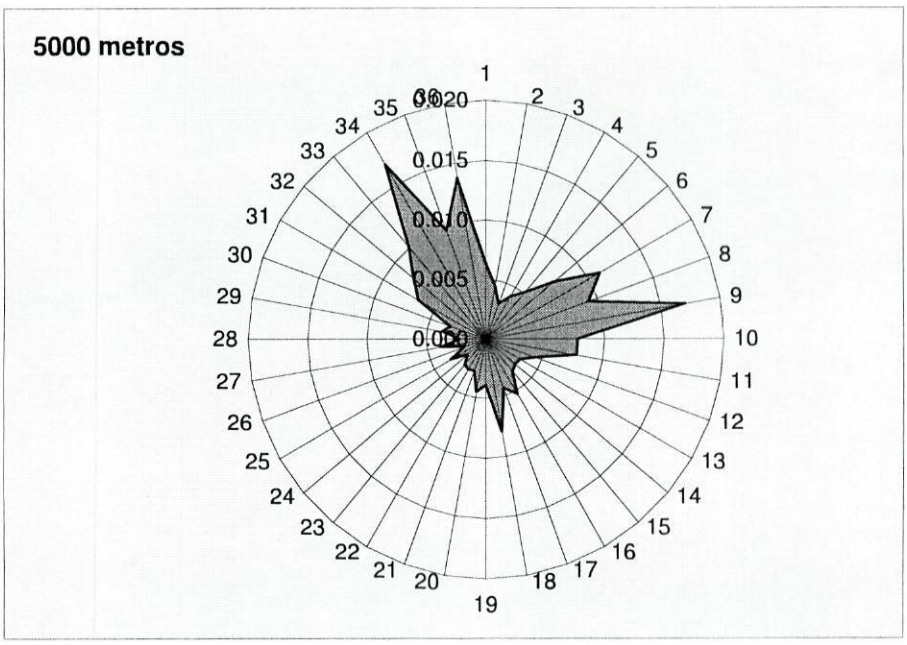
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.130	0.050	0.018	0.006	0.004	0.003	0.001
20	0.083	0.032	0.012	0.005	0.003	0.002	0.002
30	0.058	0.024	0.009	0.003	0.002	0.001	0.001
40	0.059	0.026	0.011	0.004	0.003	0.002	0.001
50	0.079	0.034	0.014	0.005	0.003	0.002	0.001
60	0.109	0.048	0.020	0.007	0.005	0.004	0.002
70	0.137	0.060	0.026	0.011	0.008	0.006	0.005
80	0.155	0.067	0.026	0.009	0.006	0.004	0.002
90	0.157	0.072	0.034	0.017	0.013	0.010	0.008
100	0.131	0.057	0.022	0.008	0.005	0.003	0.002
110	0.100	0.044	0.019	0.008	0.005	0.004	0.003
120	0.075	0.033	0.013	0.004	0.003	0.002	0.001
130	0.062	0.026	0.010	0.003	0.002	0.002	0.001
140	0.061	0.024	0.009	0.003	0.002	0.001	0.001
150	0.068	0.026	0.010	0.003	0.002	0.002	0.001
160	0.080	0.030	0.012	0.005	0.004	0.003	0.002
170	0.097	0.037	0.013	0.004	0.003	0.002	0.001
180	0.106	0.044	0.018	0.008	0.006	0.005	0.004
190	0.090	0.035	0.012	0.004	0.002	0.002	0.001
200	0.071	0.029	0.012	0.005	0.003	0.002	0.002
210	0.058	0.023	0.009	0.003	0.002	0.001	0.001
220	0.053	0.022	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
230	0.048	0.020	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
240	0.041	0.017	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000
250	0.040	0.018	0.008	0.003	0.002	0.002	0.001
260	0.040	0.017	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000
270	0.041	0.020	0.008	0.004	0.003	0.002	0.002
280	0.041	0.019	0.007	0.002	0.001	0.001	0.000
290	0.046	0.021	0.009	0.004	0.003	0.002	0.001
300	0.057	0.024	0.009	0.003	0.002	0.001	0.001
310	0.085	0.036	0.017	0.007	0.004	0.003	0.002
320	0.126	0.050	0.021	0.008	0.005	0.003	0.002
330	0.182	0.071	0.028	0.010	0.006	0.005	0.003
340	0.218	0.089	0.039	0.017	0.012	0.009	0.007
350	0.208	0.078	0.028	0.010	0.006	0.004	0.002
360	0.181	0.072	0.031	0.014	0.010	0.008	0.006

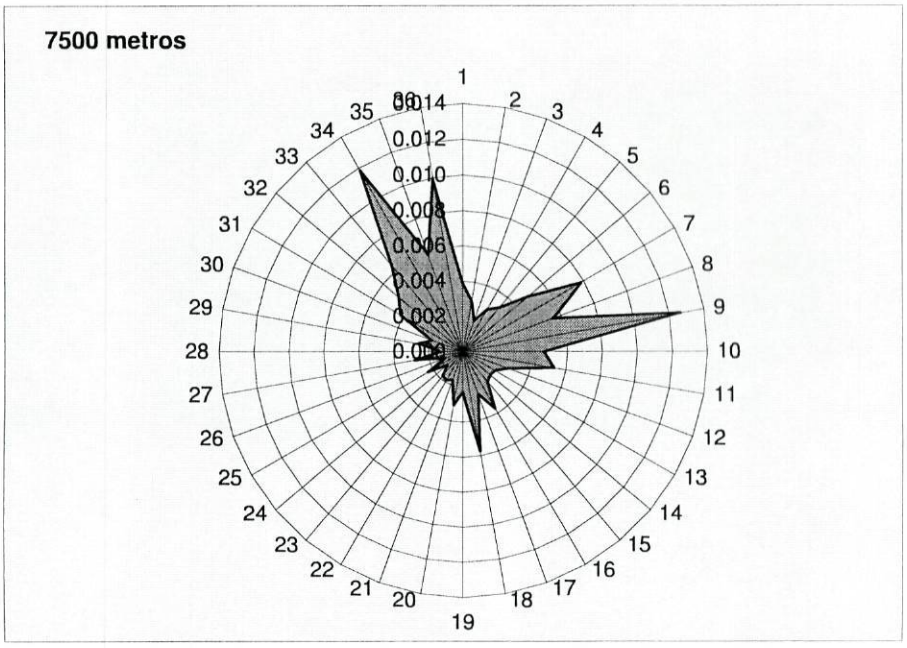
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST1601

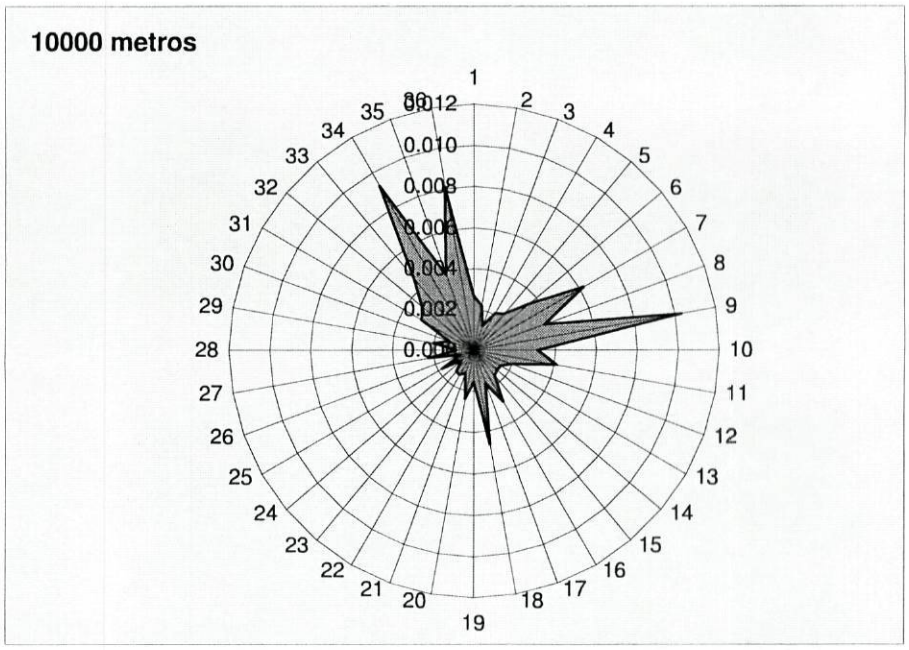


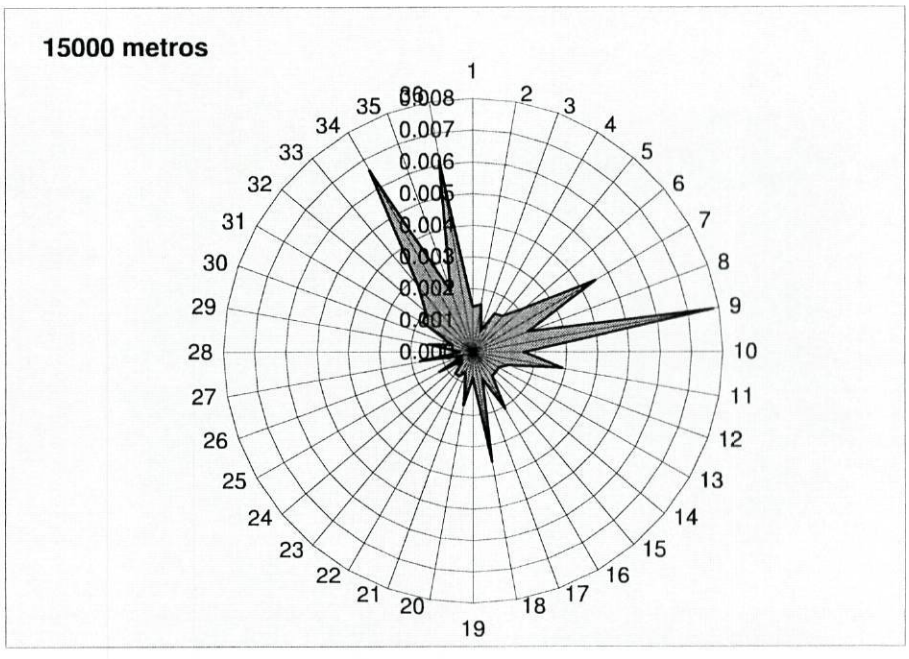



2000 metros
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


5000 metros
0.020
0.015
0.010
0.005
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.012
0.010
0.004
0.002


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.012
0.010
0.004
0.002

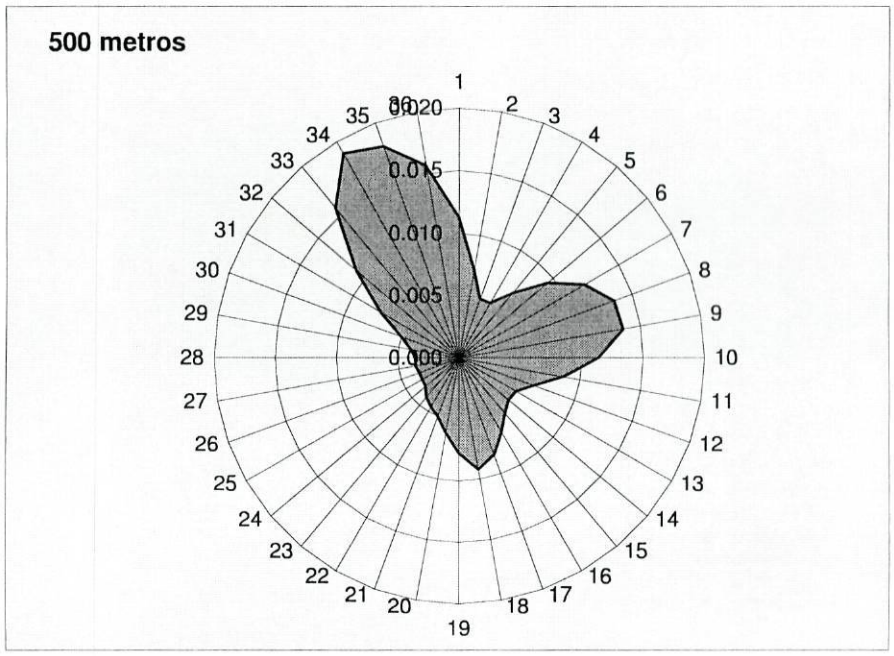

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0,007
0,006
0,003
0,002

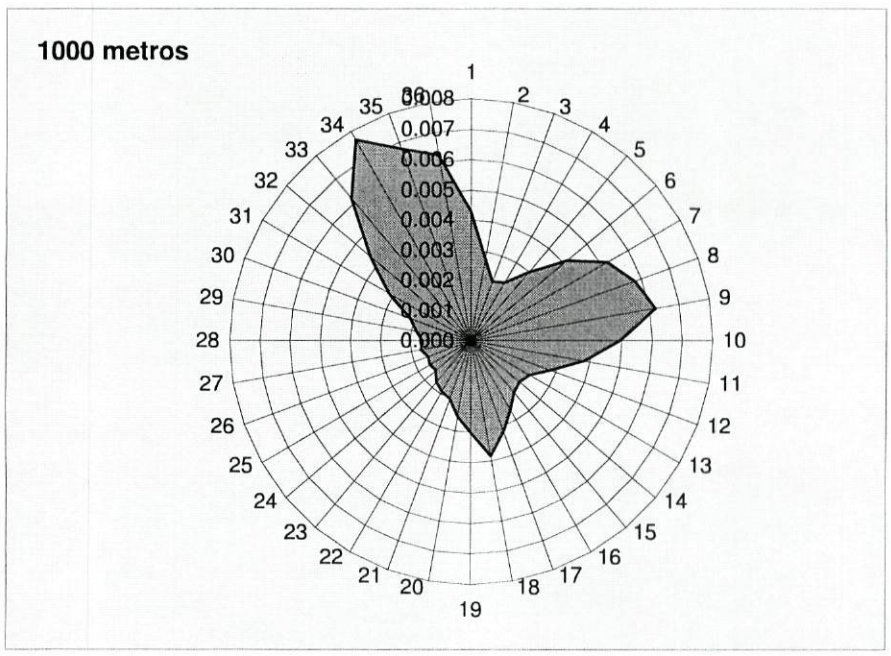
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1601

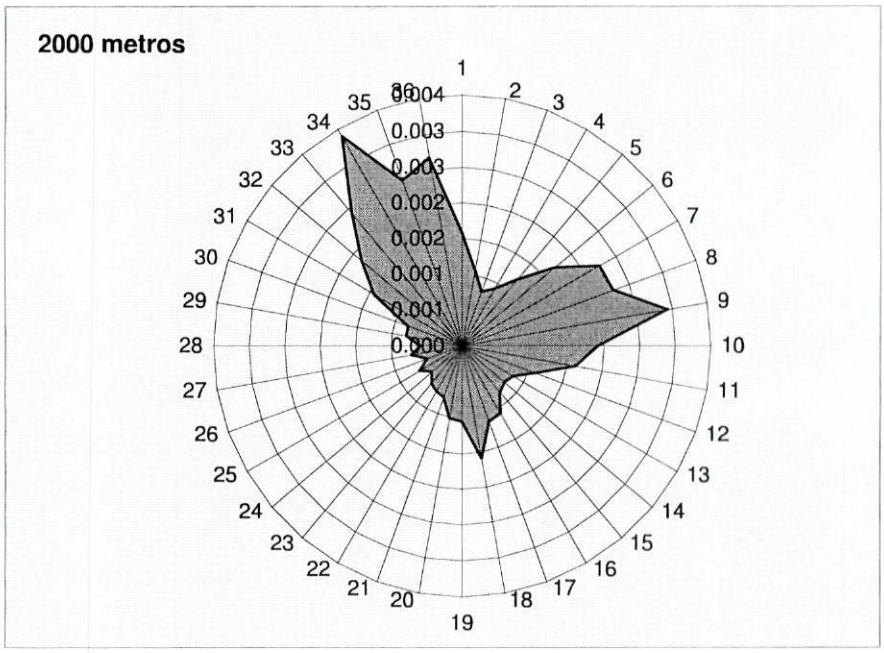
Tabela 3.16 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1601

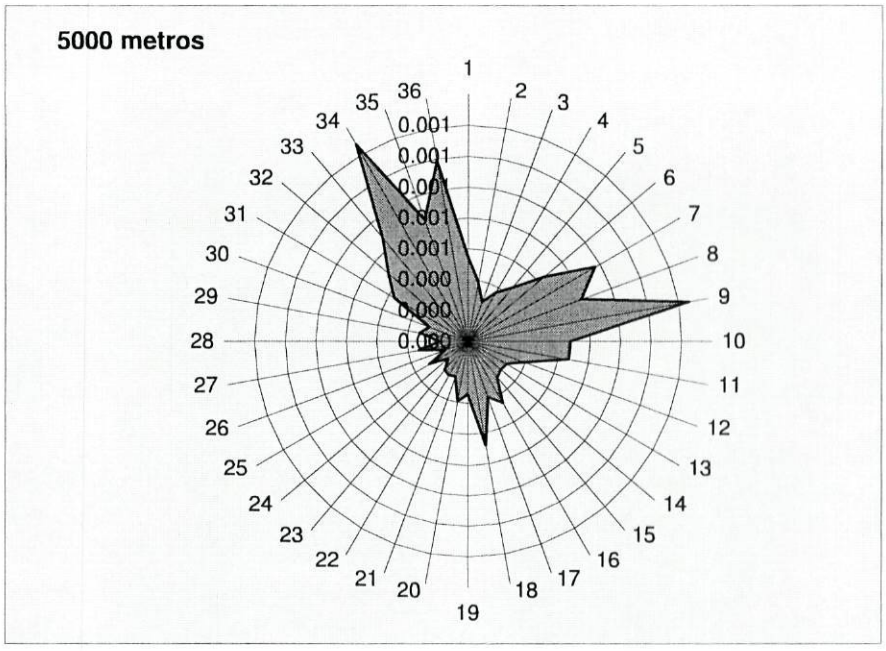
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.011	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
20	0.007	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.007	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.009	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
70	0.012	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000
80	0.013	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
90	0.014	0.006	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001
100	0.011	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
110	0.009	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
120	0.007	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
130	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
140	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
150	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
160	0.007	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
170	0.008	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
180	0.009	0.004	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
190	0.008	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
200	0.006	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
210	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
220	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
230	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
240	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
250	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
260	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
270	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
280	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
290	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
300	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
310	0.007	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
320	0.011	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
330	0.016	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
340	0.019	0.008	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001
350	0.018	0.007	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000
360	0.016	0.006	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001

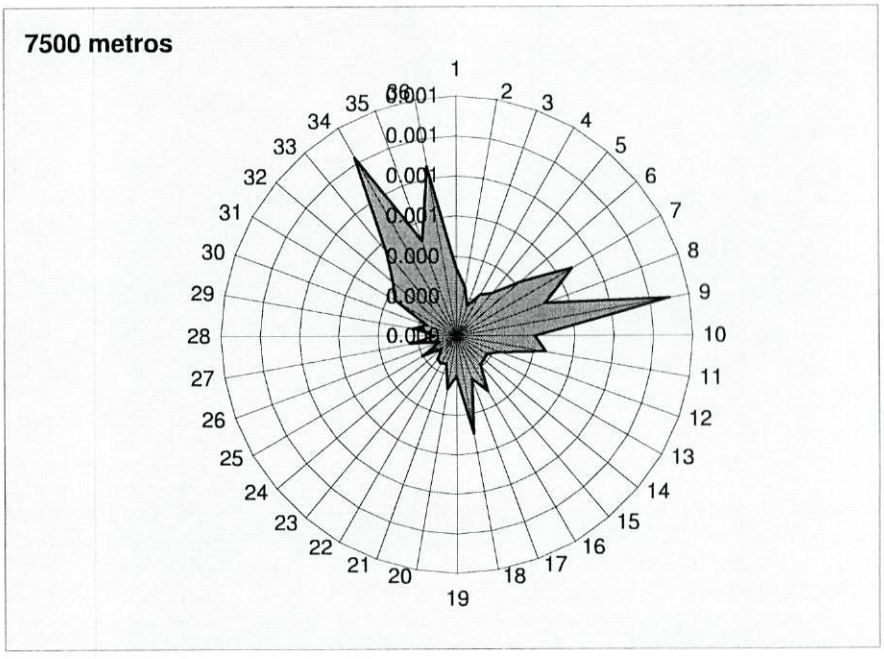
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST1601

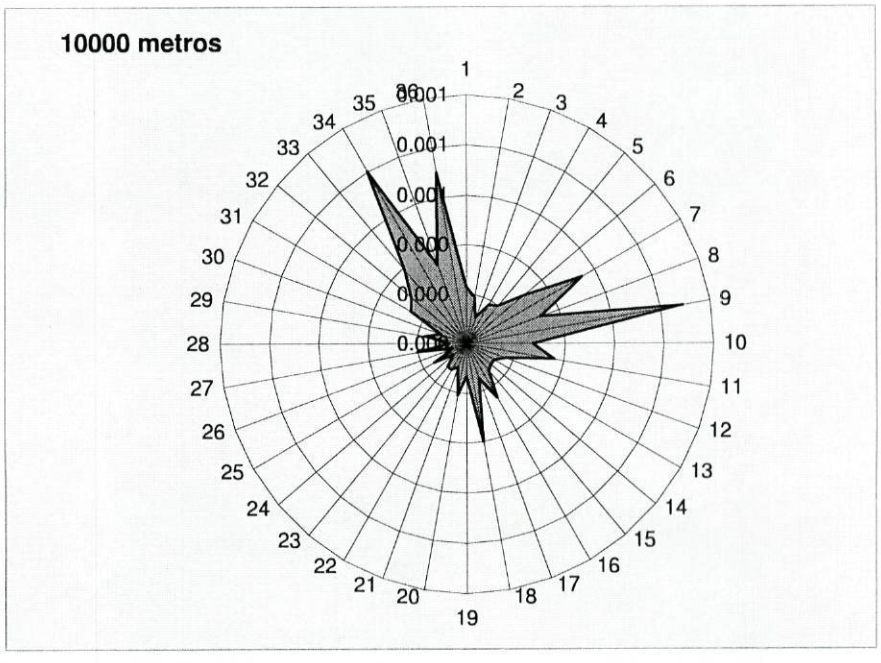


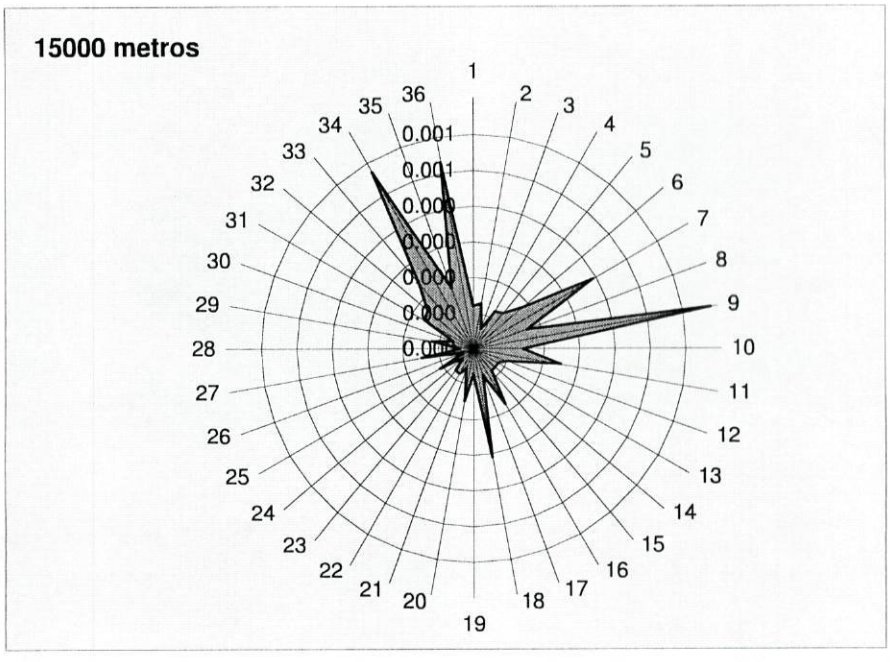



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.004
0.003
0.003
0.002
0.002
0.001
0.001
0.000


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.001
0.001
0.001
0.000
0.000


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.001
0.001
0.001
0.000
0.000


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.001
0.001
0.000
0.000

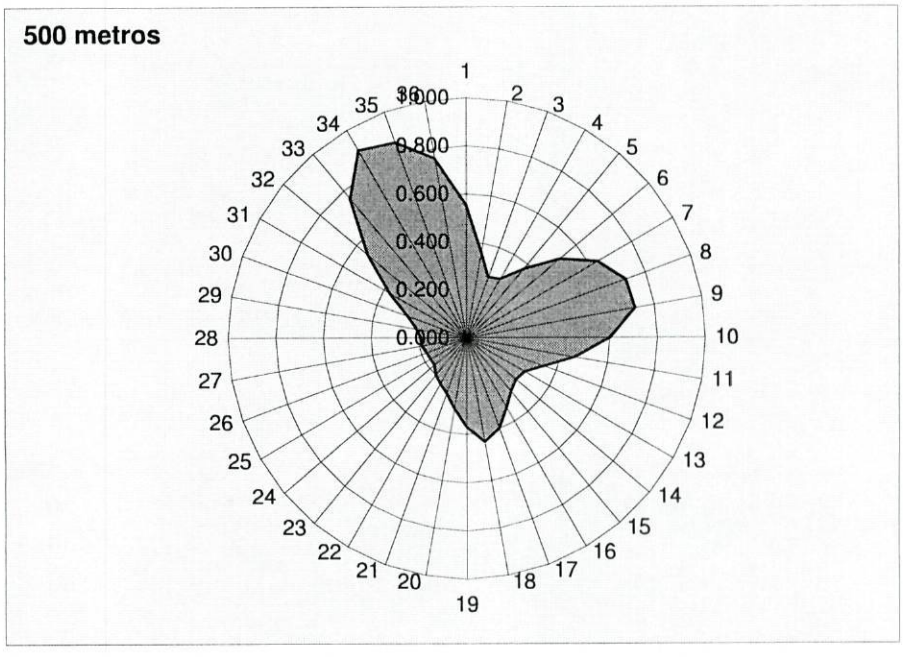

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.001
0.001
0.000
0.000
0.000
0.000
0.000

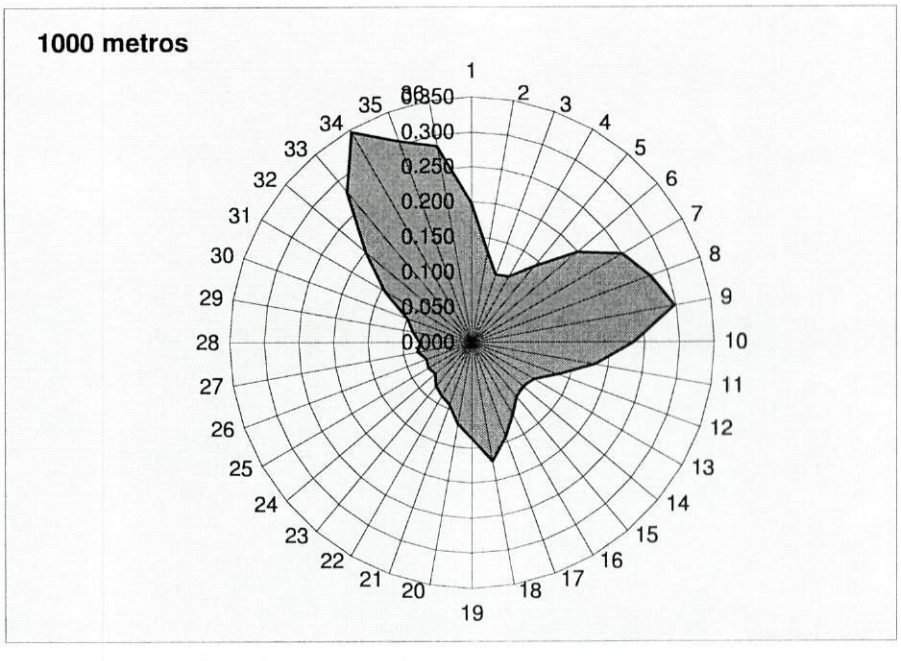
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST2001

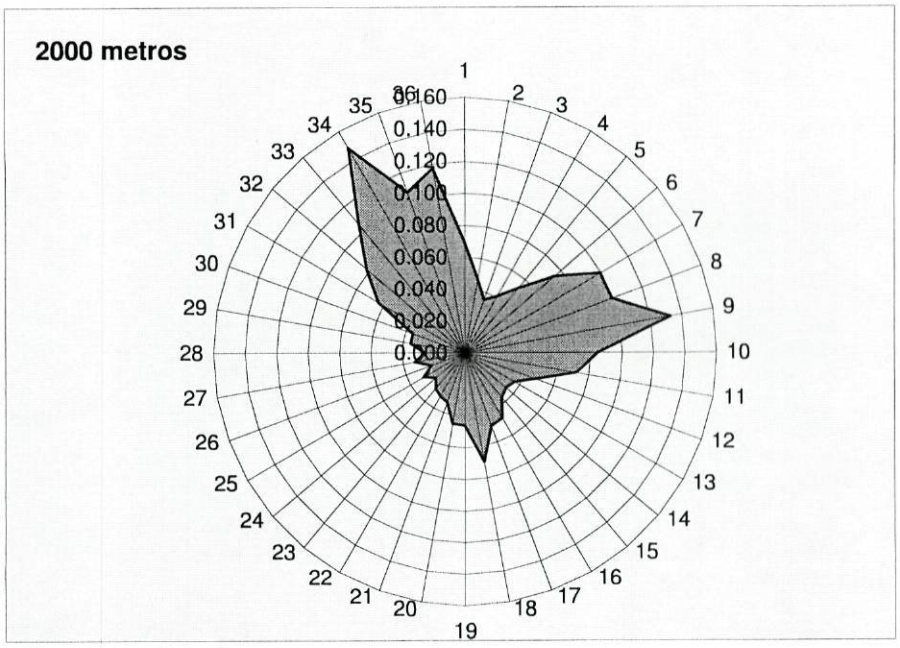
Tabela 3.17 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST2001

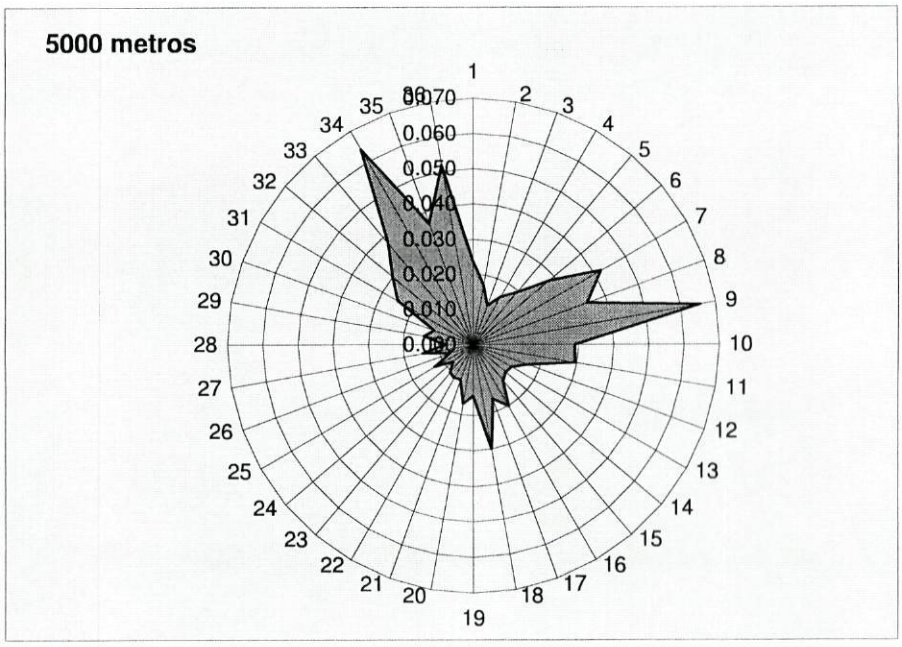
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.554	0.198	0.069	0.024	0.015	0.010	0.005
20	0.365	0.132	0.048	0.017	0.011	0.008	0.006
30	0.271	0.102	0.036	0.012	0.007	0.005	0.003
40	0.282	0.108	0.041	0.016	0.010	0.008	0.005
50	0.374	0.141	0.053	0.019	0.012	0.009	0.006
60	0.512	0.199	0.075	0.028	0.018	0.013	0.008
70	0.635	0.251	0.100	0.042	0.030	0.023	0.017
80	0.712	0.275	0.100	0.035	0.021	0.014	0.007
90	0.719	0.297	0.133	0.066	0.048	0.039	0.030
100	0.601	0.234	0.084	0.029	0.018	0.012	0.006
110	0.460	0.181	0.072	0.030	0.020	0.016	0.011
120	0.345	0.132	0.048	0.017	0.011	0.008	0.005
130	0.282	0.104	0.036	0.013	0.008	0.006	0.004
140	0.269	0.097	0.034	0.012	0.008	0.006	0.004
150	0.289	0.101	0.036	0.013	0.008	0.006	0.004
160	0.335	0.118	0.047	0.020	0.014	0.011	0.008
170	0.400	0.143	0.049	0.016	0.010	0.007	0.003
180	0.438	0.172	0.070	0.030	0.022	0.018	0.013
190	0.371	0.136	0.046	0.015	0.009	0.006	0.003
200	0.298	0.117	0.045	0.017	0.012	0.009	0.006
210	0.244	0.094	0.033	0.011	0.006	0.004	0.003
220	0.220	0.086	0.031	0.011	0.007	0.005	0.003
230	0.200	0.080	0.029	0.010	0.007	0.005	0.003
240	0.175	0.068	0.024	0.008	0.004	0.003	0.002
250	0.173	0.072	0.031	0.013	0.009	0.007	0.005
260	0.177	0.069	0.023	0.007	0.004	0.003	0.001
270	0.190	0.079	0.032	0.015	0.011	0.009	0.006
280	0.191	0.075	0.026	0.008	0.005	0.003	0.002
290	0.211	0.086	0.035	0.014	0.010	0.008	0.005
300	0.260	0.098	0.035	0.012	0.007	0.005	0.003
310	0.372	0.145	0.064	0.025	0.016	0.011	0.007
320	0.539	0.199	0.082	0.030	0.018	0.012	0.007
330	0.757	0.279	0.105	0.038	0.024	0.017	0.010
340	0.903	0.346	0.148	0.064	0.045	0.035	0.025
350	0.867	0.305	0.107	0.037	0.022	0.015	0.008
360	0.759	0.284	0.117	0.052	0.038	0.030	0.023

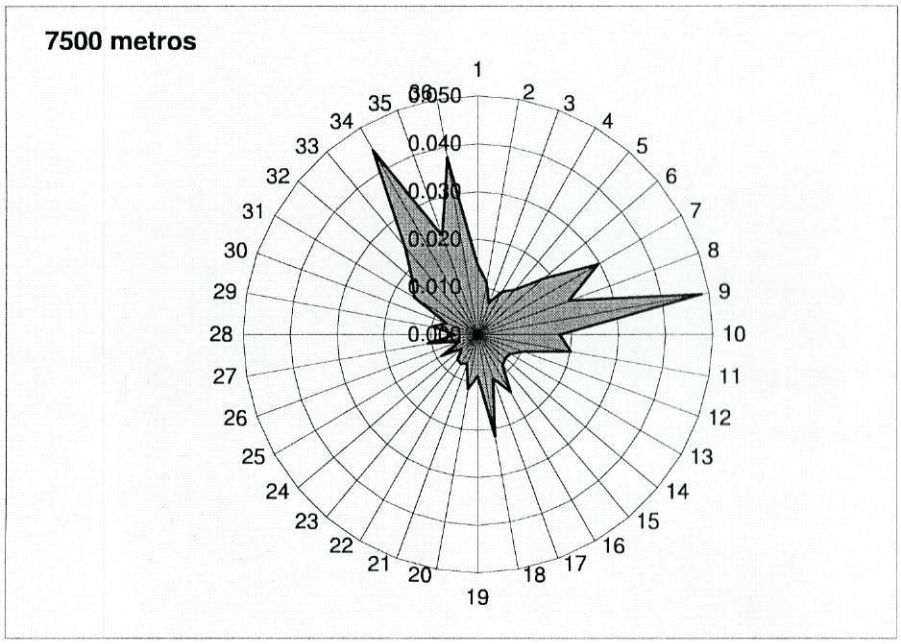
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST2001

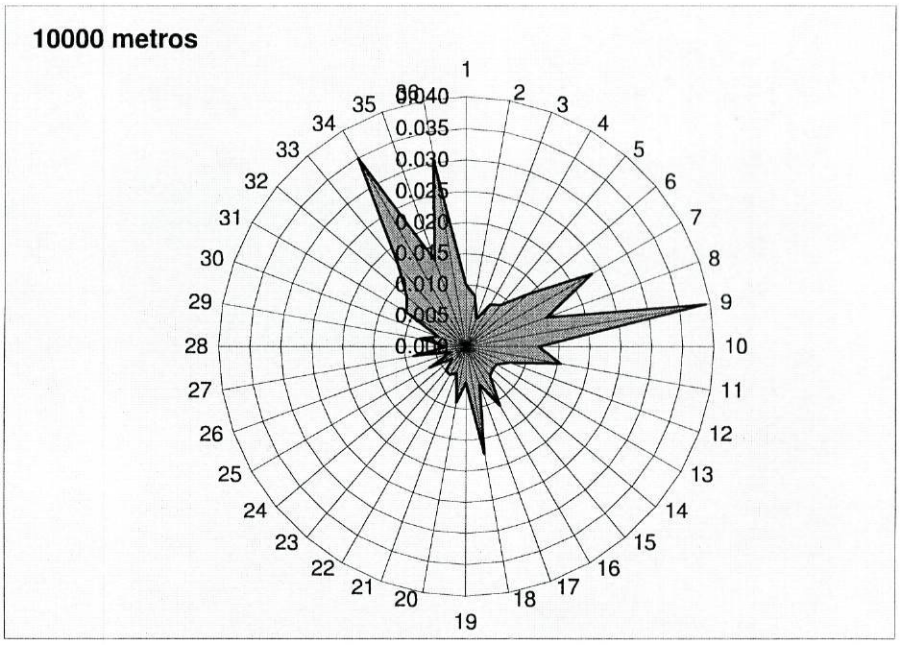


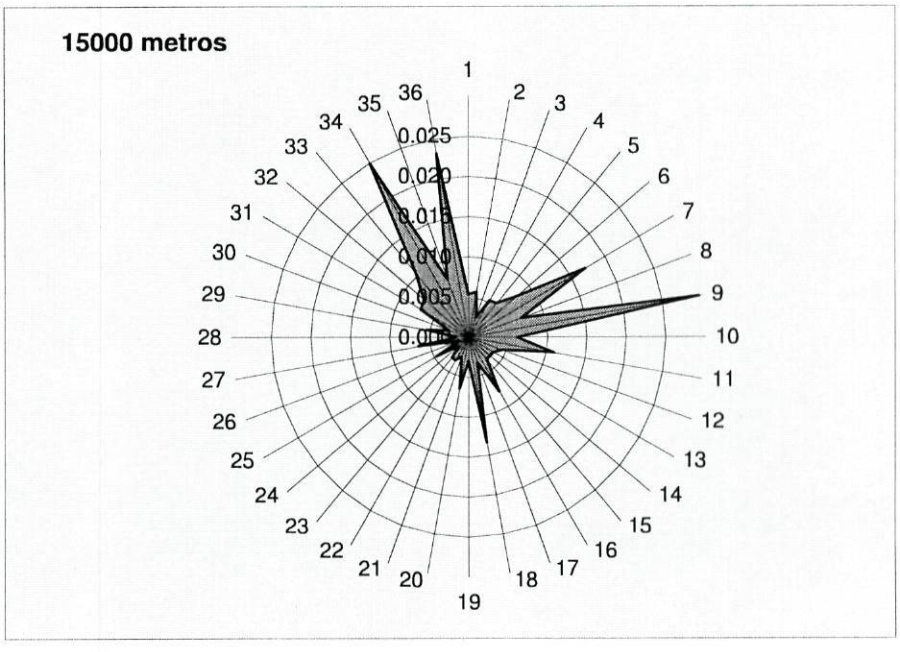



2000 metros
0.160
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


5000 metros
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.040
0.030
0.020
0.010


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005

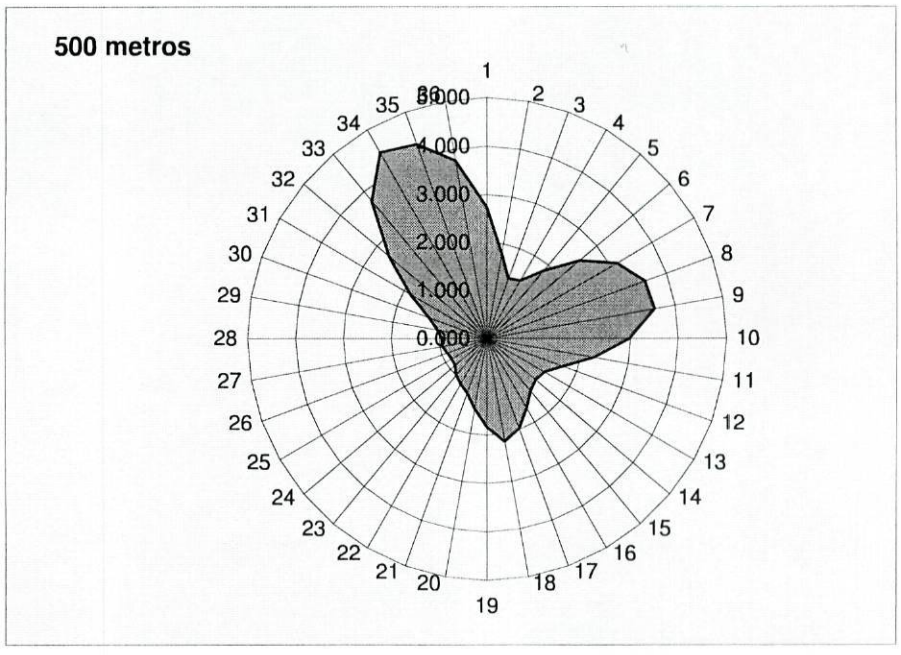

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005

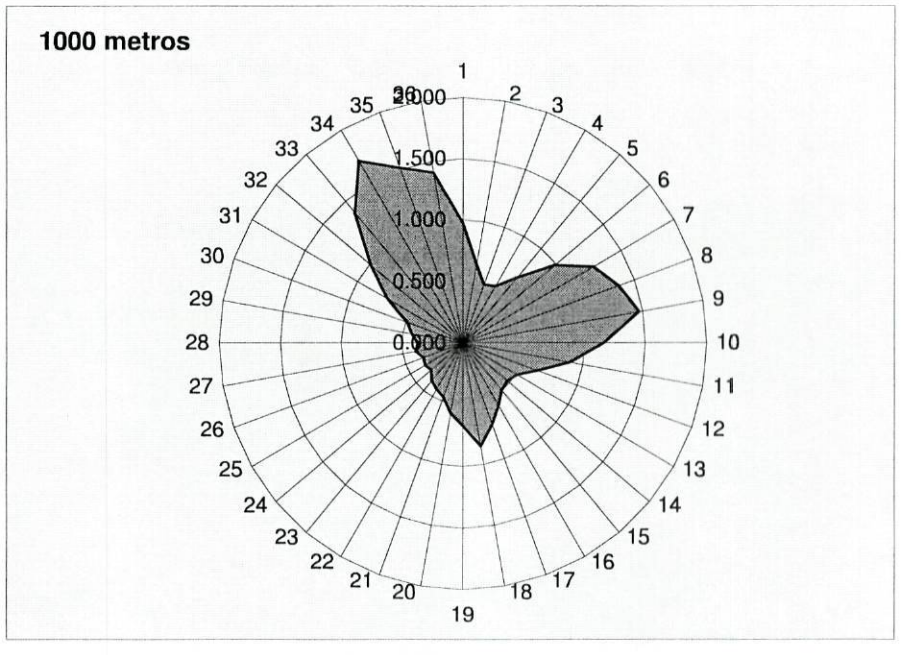
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST2001

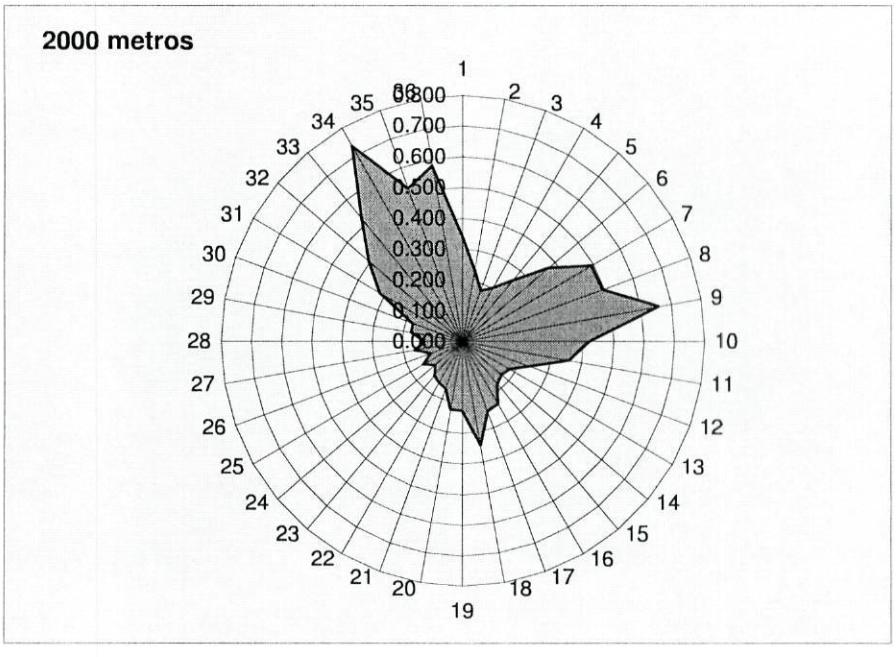
Tabela 3.18 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST2001

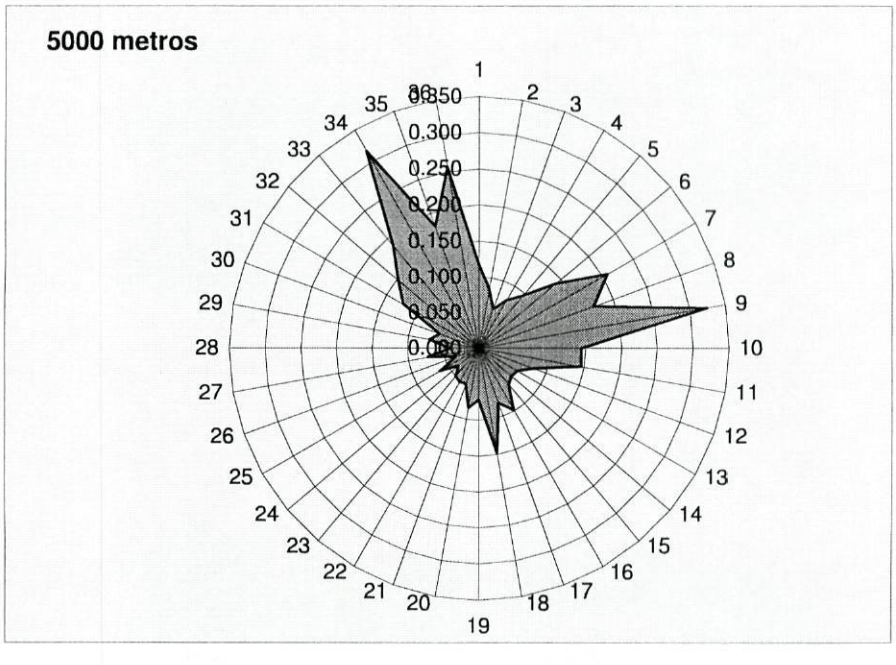
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	2.740	0.977	0.342	0.118	0.072	0.049	0.027
20	1.804	0.652	0.235	0.085	0.055	0.041	0.028
30	1.340	0.504	0.176	0.058	0.035	0.024	0.013
40	1.393	0.533	0.202	0.077	0.051	0.039	0.026
50	1.852	0.699	0.262	0.096	0.060	0.043	0.027
60	2.531	0.983	0.371	0.140	0.090	0.065	0.039
70	3.142	1.240	0.493	0.208	0.146	0.116	0.084
80	3.521	1.362	0.494	0.171	0.102	0.068	0.035
90	3.557	1.469	0.658	0.324	0.239	0.194	0.146
100	2.974	1.158	0.418	0.144	0.087	0.058	0.030
110	2.274	0.894	0.356	0.146	0.100	0.077	0.054
120	1.709	0.653	0.237	0.083	0.052	0.037	0.022
130	1.393	0.513	0.180	0.063	0.040	0.028	0.018
140	1.330	0.479	0.169	0.060	0.038	0.028	0.018
150	1.427	0.497	0.179	0.065	0.041	0.029	0.018
160	1.658	0.585	0.234	0.100	0.069	0.054	0.039
170	1.980	0.706	0.242	0.081	0.048	0.032	0.017
180	2.167	0.851	0.344	0.147	0.107	0.087	0.066
190	1.834	0.674	0.227	0.072	0.043	0.028	0.015
200	1.472	0.581	0.224	0.084	0.057	0.045	0.032
210	1.205	0.465	0.164	0.052	0.032	0.022	0.013
220	1.088	0.428	0.155	0.054	0.035	0.026	0.016
230	0.989	0.396	0.144	0.051	0.033	0.025	0.016
240	0.867	0.338	0.119	0.037	0.022	0.015	0.008
250	0.855	0.356	0.151	0.063	0.043	0.033	0.023
260	0.876	0.342	0.113	0.035	0.020	0.013	0.007
270	0.940	0.393	0.161	0.072	0.053	0.043	0.032
280	0.943	0.372	0.127	0.041	0.024	0.016	0.008
290	1.044	0.426	0.174	0.070	0.048	0.037	0.027
300	1.285	0.486	0.175	0.058	0.035	0.024	0.013
310	1.839	0.716	0.315	0.122	0.077	0.055	0.034
320	2.665	0.986	0.403	0.148	0.090	0.062	0.036
330	3.747	1.381	0.520	0.187	0.118	0.085	0.051
340	4.465	1.710	0.732	0.316	0.221	0.173	0.123
350	4.288	1.510	0.529	0.181	0.109	0.073	0.038
360	3.752	1.403	0.579	0.257	0.186	0.151	0.114

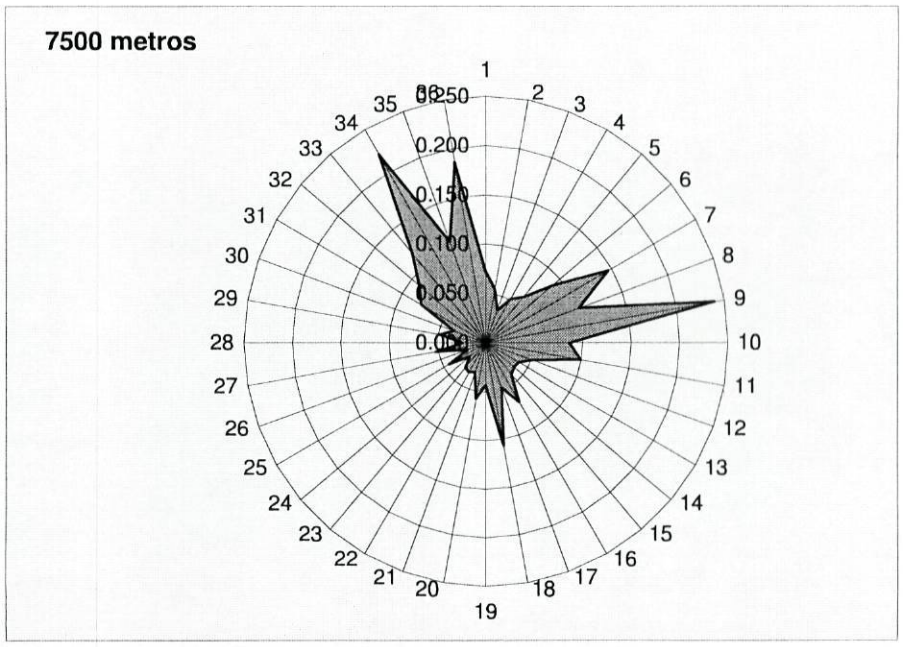
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST2001

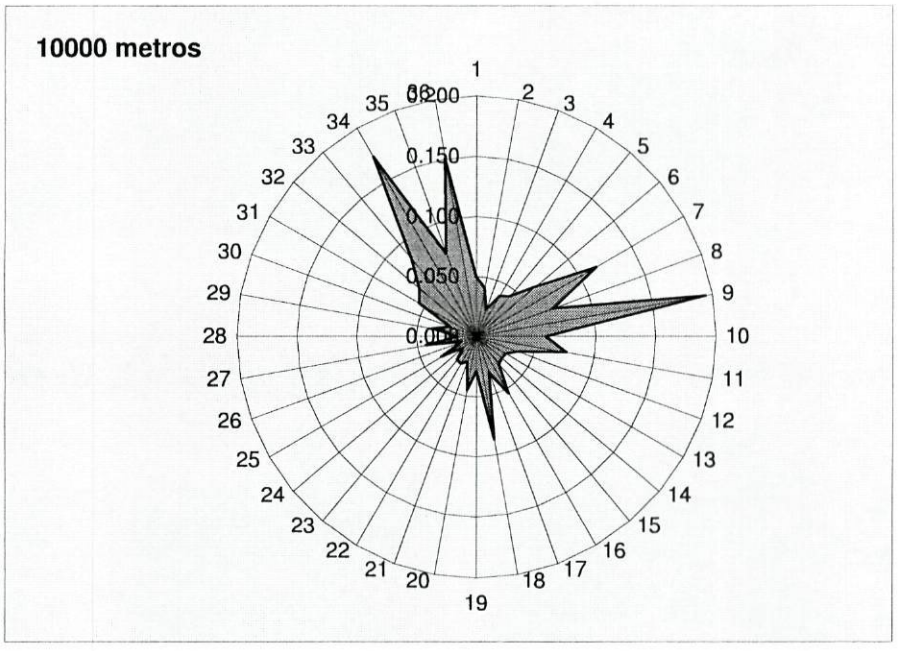


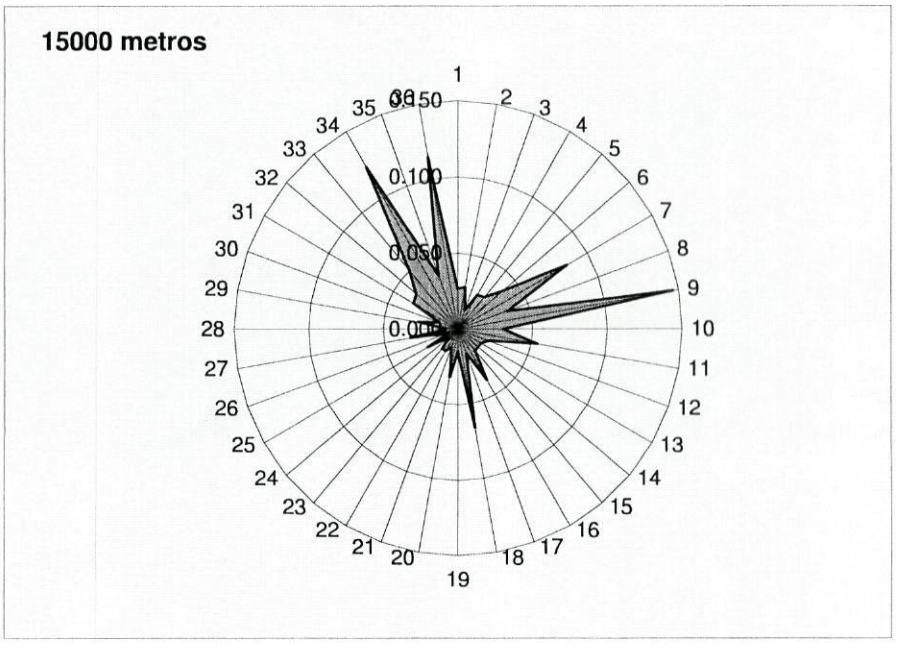



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.700
0.600
0.400
0.300
0.200
0.100


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.200
0.150
0.100
0.050

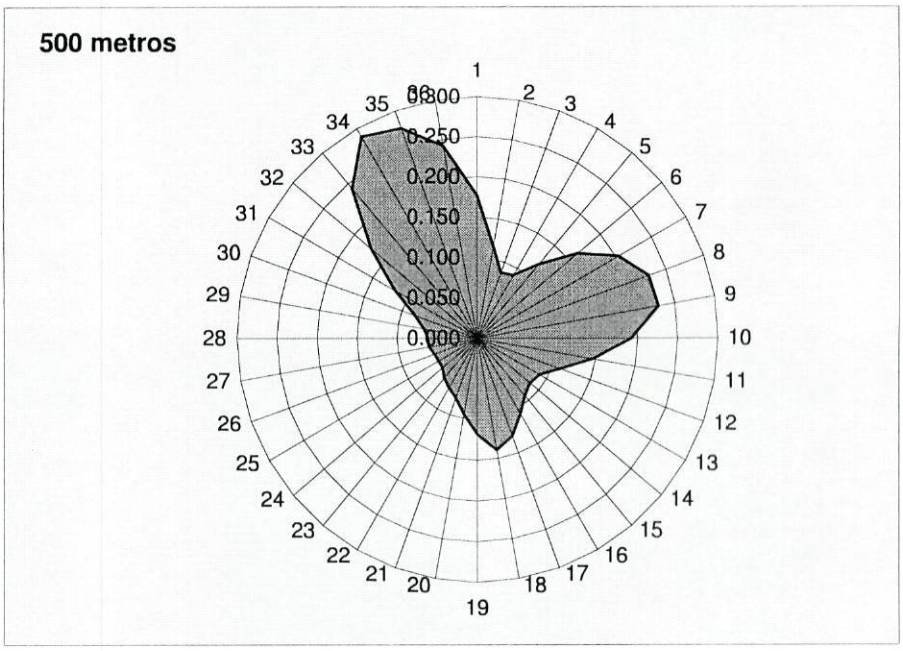

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.100
0.050

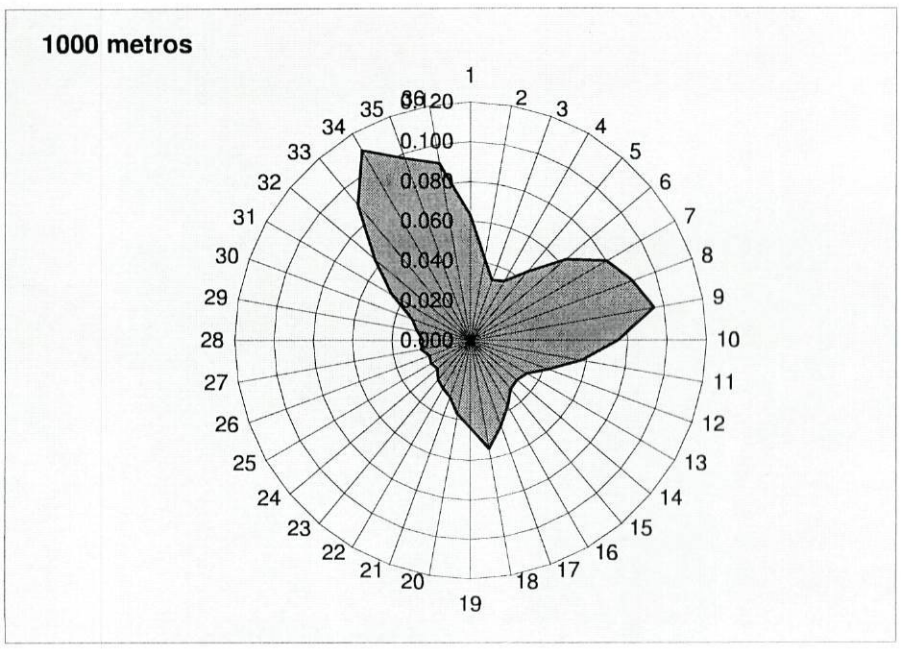
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST2001

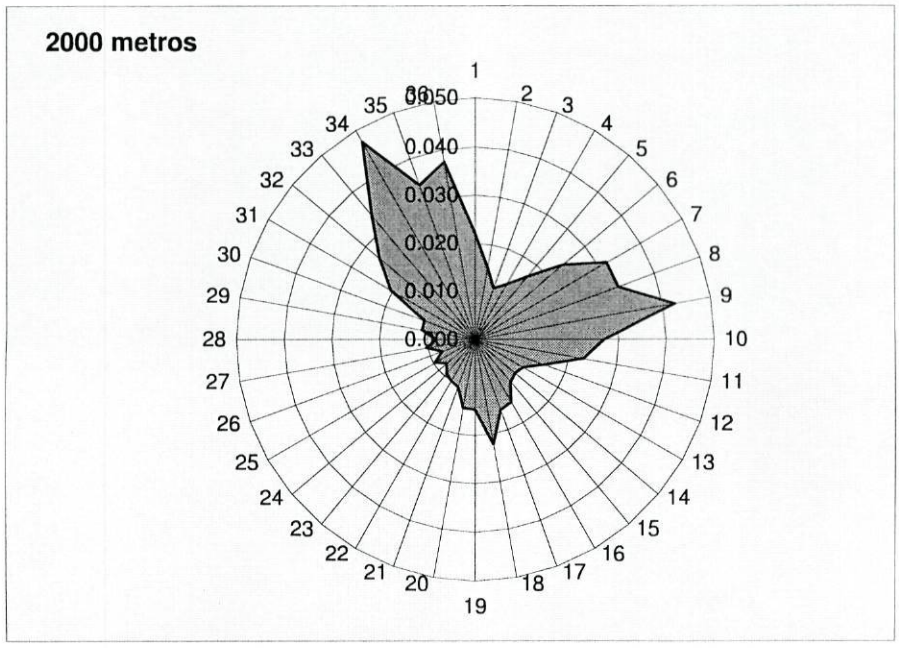
Tabela 3.19 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST2001

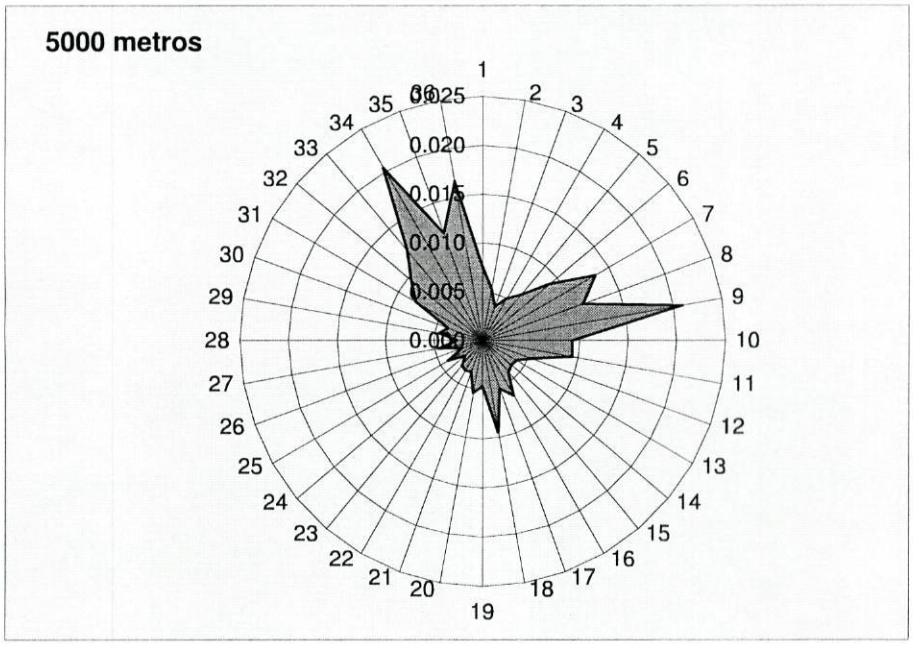
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.177	0.063	0.022	0.008	0.005	0.003	0.002
20	0.116	0.042	0.015	0.005	0.004	0.003	0.002
30	0.086	0.033	0.011	0.004	0.002	0.002	0.001
40	0.090	0.034	0.013	0.005	0.003	0.002	0.002
50	0.119	0.045	0.017	0.006	0.004	0.003	0.002
60	0.163	0.063	0.024	0.009	0.006	0.004	0.003
70	0.203	0.080	0.032	0.013	0.009	0.007	0.005
80	0.227	0.088	0.032	0.011	0.007	0.004	0.002
90	0.230	0.095	0.042	0.021	0.015	0.013	0.009
100	0.192	0.075	0.027	0.009	0.006	0.004	0.002
110	0.147	0.058	0.023	0.009	0.006	0.005	0.003
120	0.110	0.042	0.015	0.005	0.003	0.002	0.001
130	0.090	0.033	0.012	0.004	0.003	0.002	0.001
140	0.086	0.031	0.011	0.004	0.002	0.002	0.001
150	0.092	0.032	0.012	0.004	0.003	0.002	0.001
160	0.107	0.038	0.015	0.006	0.004	0.003	0.002
170	0.128	0.046	0.016	0.005	0.003	0.002	0.001
180	0.140	0.055	0.022	0.010	0.007	0.006	0.004
190	0.118	0.043	0.015	0.005	0.003	0.002	0.001
200	0.095	0.037	0.014	0.005	0.004	0.003	0.002
210	0.078	0.030	0.011	0.003	0.002	0.001	0.001
220	0.070	0.028	0.010	0.003	0.002	0.002	0.001
230	0.064	0.026	0.009	0.003	0.002	0.002	0.001
240	0.056	0.022	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001
250	0.055	0.023	0.010	0.004	0.003	0.002	0.001
260	0.057	0.022	0.007	0.002	0.001	0.001	0.000
270	0.061	0.025	0.010	0.005	0.003	0.003	0.002
280	0.061	0.024	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
290	0.067	0.028	0.011	0.005	0.003	0.002	0.002
300	0.083	0.031	0.011	0.004	0.002	0.002	0.001
310	0.119	0.046	0.020	0.008	0.005	0.004	0.002
320	0.172	0.064	0.026	0.010	0.006	0.004	0.002
330	0.242	0.089	0.034	0.012	0.008	0.005	0.003
340	0.288	0.110	0.047	0.020	0.014	0.011	0.008
350	0.277	0.097	0.034	0.012	0.007	0.005	0.002
360	0.242	0.091	0.037	0.017	0.012	0.010	0.007

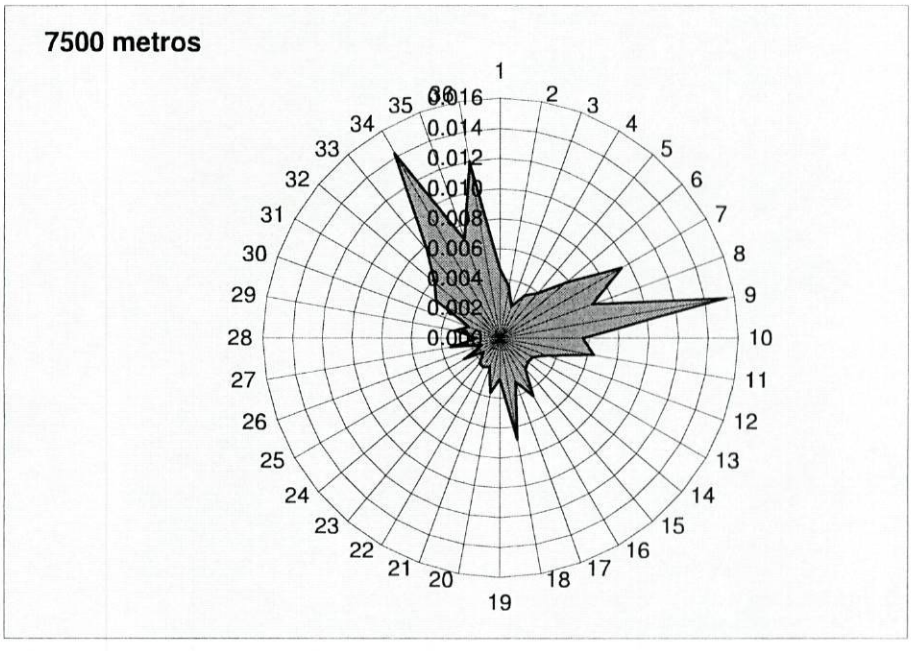
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST2001

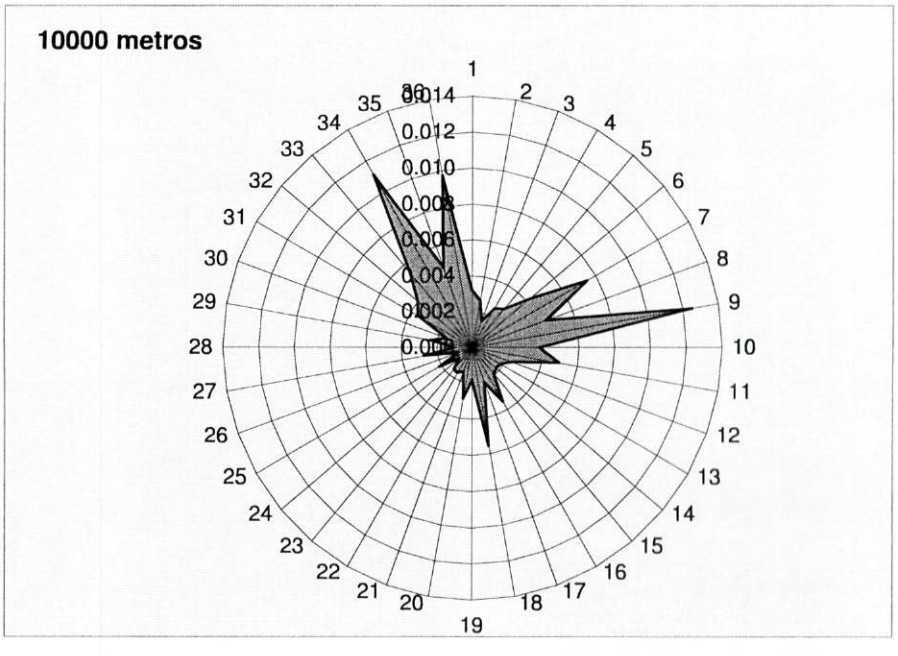


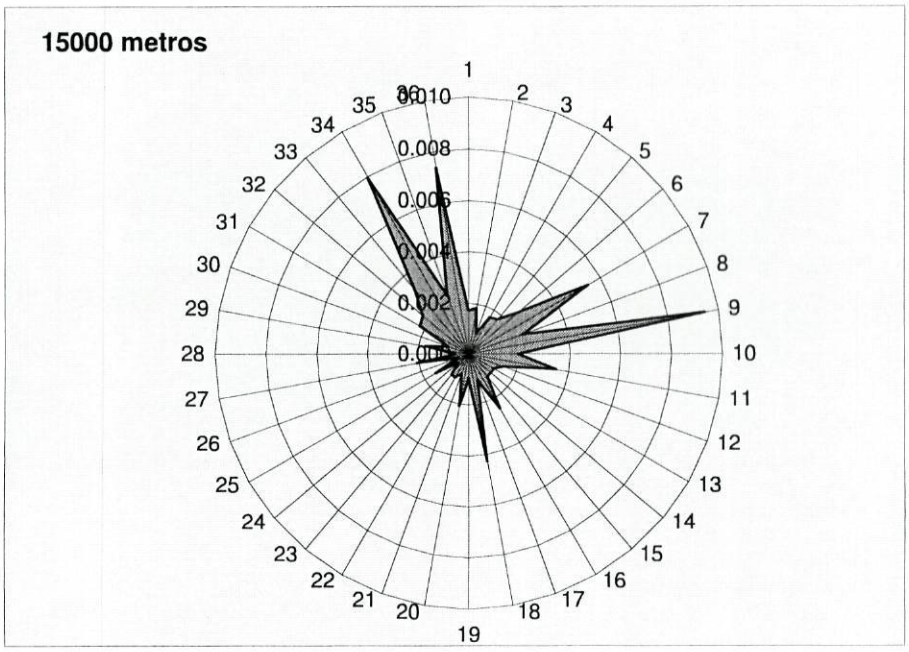



2000 metros
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


5000 metros
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.014
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.014
0.012
0.010
0.004

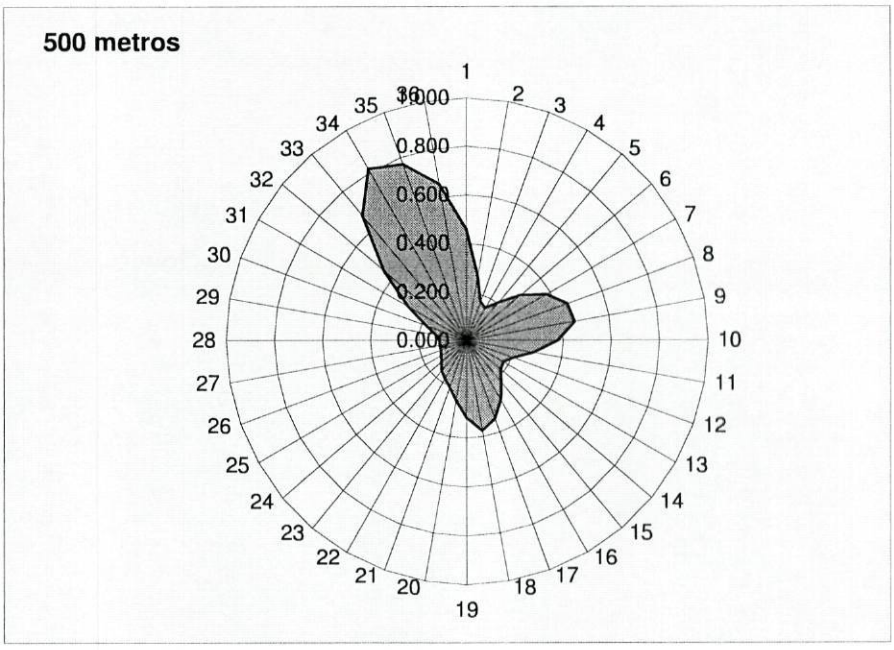

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002

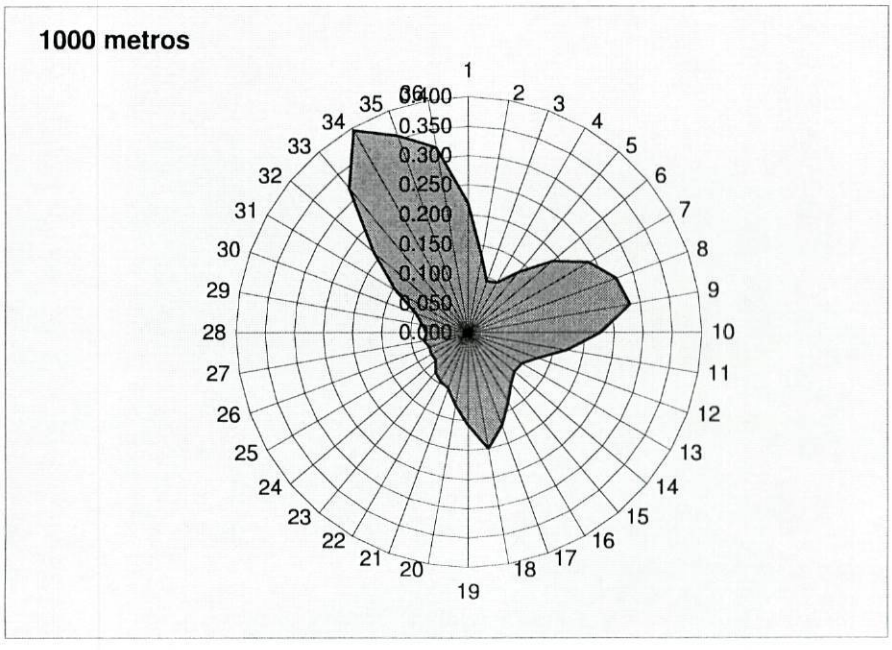
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3001

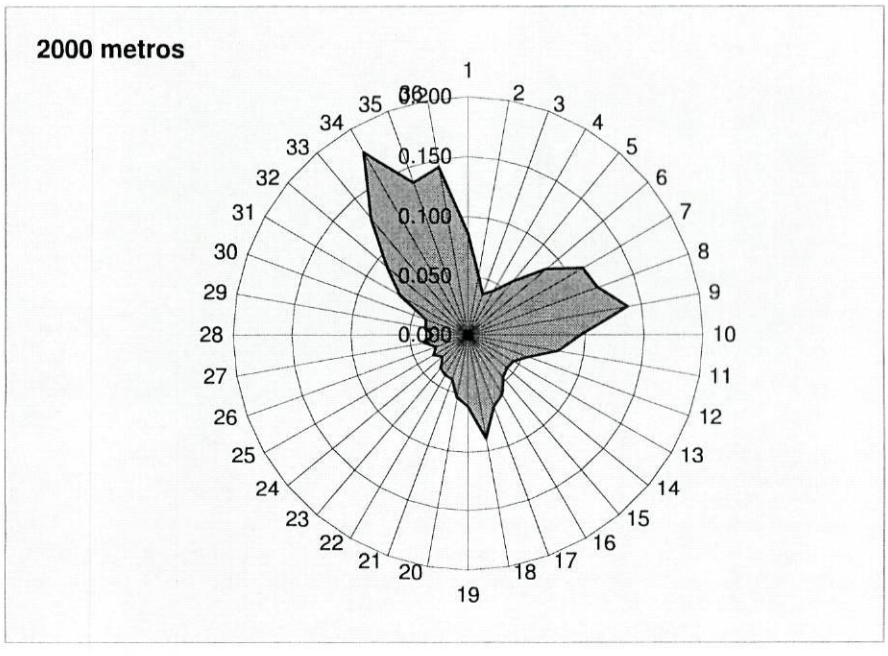
Tabela 3.20 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3001

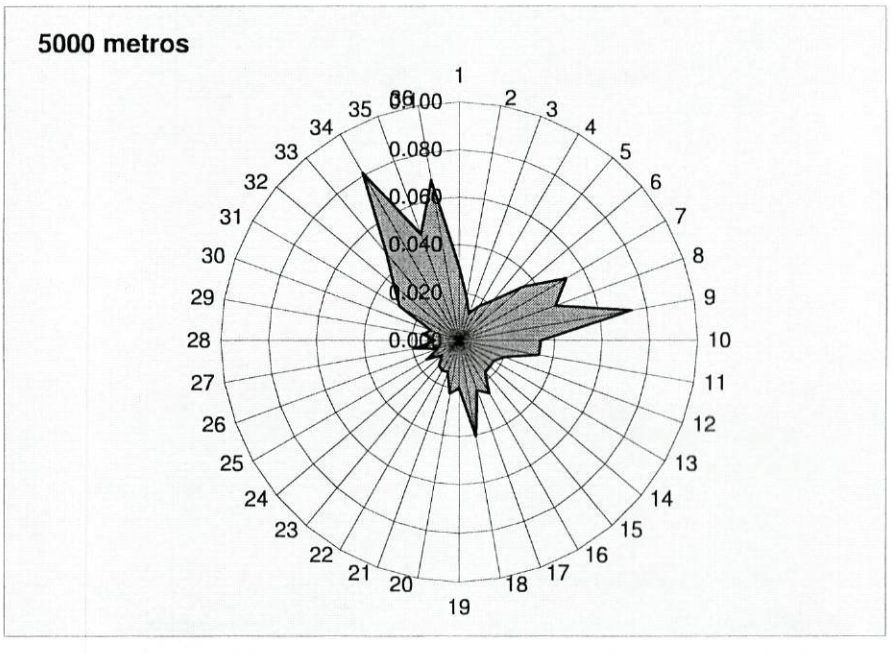
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.458	0.219	0.087	0.031	0.019	0.013	0.007
20	0.273	0.133	0.052	0.019	0.012	0.009	0.006
30	0.170	0.094	0.037	0.012	0.007	0.005	0.003
40	0.155	0.098	0.043	0.017	0.011	0.008	0.006
50	0.205	0.133	0.059	0.022	0.014	0.010	0.006
60	0.292	0.188	0.087	0.035	0.023	0.017	0.010
70	0.382	0.238	0.113	0.052	0.037	0.030	0.022
80	0.445	0.270	0.118	0.043	0.026	0.017	0.009
90	0.454	0.281	0.138	0.073	0.057	0.047	0.036
100	0.380	0.226	0.096	0.034	0.021	0.014	0.007
110	0.281	0.171	0.078	0.034	0.024	0.019	0.013
120	0.208	0.128	0.055	0.020	0.013	0.009	0.005
130	0.176	0.105	0.045	0.017	0.011	0.008	0.005
140	0.185	0.103	0.043	0.017	0.011	0.008	0.005
150	0.226	0.114	0.046	0.017	0.011	0.008	0.005
160	0.283	0.136	0.058	0.026	0.018	0.014	0.010
170	0.343	0.168	0.064	0.022	0.013	0.009	0.004
180	0.375	0.200	0.089	0.040	0.030	0.024	0.019
190	0.318	0.158	0.060	0.020	0.012	0.008	0.004
200	0.249	0.125	0.053	0.022	0.016	0.012	0.009
210	0.203	0.101	0.040	0.014	0.008	0.006	0.003
220	0.181	0.096	0.039	0.014	0.009	0.007	0.004
230	0.162	0.088	0.036	0.013	0.009	0.007	0.004
240	0.136	0.073	0.029	0.009	0.005	0.004	0.002
250	0.122	0.074	0.034	0.016	0.011	0.009	0.006
260	0.113	0.072	0.029	0.010	0.006	0.004	0.002
270	0.112	0.077	0.038	0.019	0.015	0.012	0.009
280	0.112	0.073	0.030	0.010	0.006	0.004	0.002
290	0.130	0.081	0.037	0.015	0.011	0.008	0.006
300	0.177	0.096	0.038	0.013	0.007	0.005	0.003
310	0.282	0.145	0.067	0.029	0.019	0.014	0.008
320	0.449	0.213	0.090	0.036	0.022	0.015	0.009
330	0.673	0.319	0.128	0.047	0.030	0.021	0.013
340	0.814	0.395	0.177	0.081	0.058	0.045	0.032
350	0.771	0.355	0.136	0.047	0.028	0.019	0.010
360	0.653	0.318	0.143	0.068	0.050	0.041	0.032

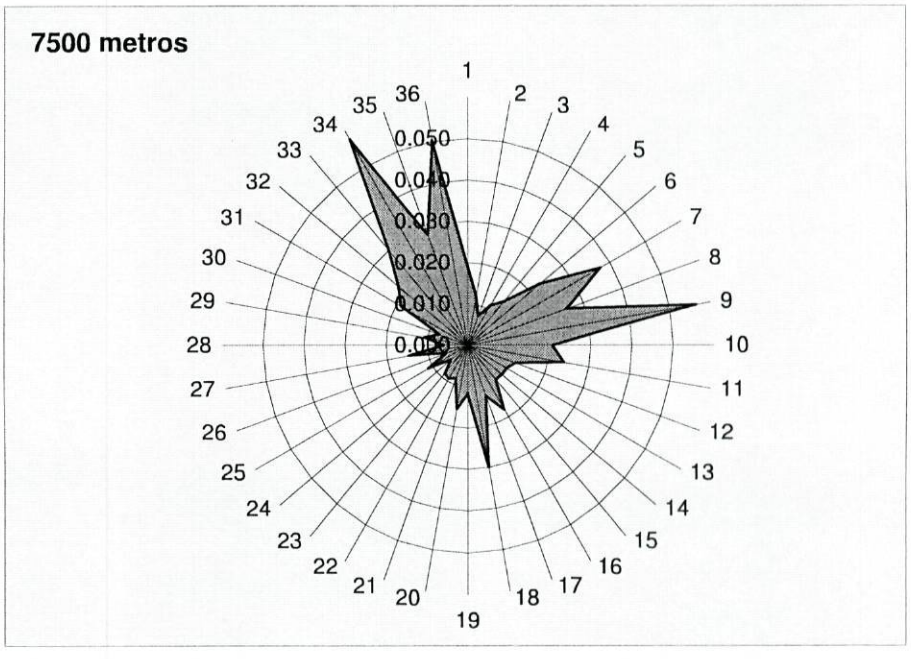
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3001

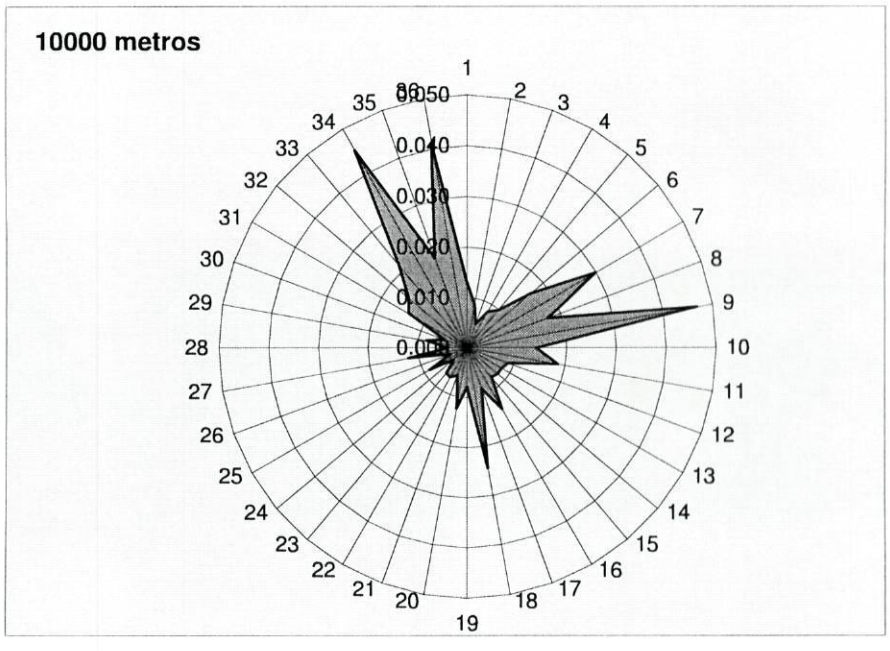


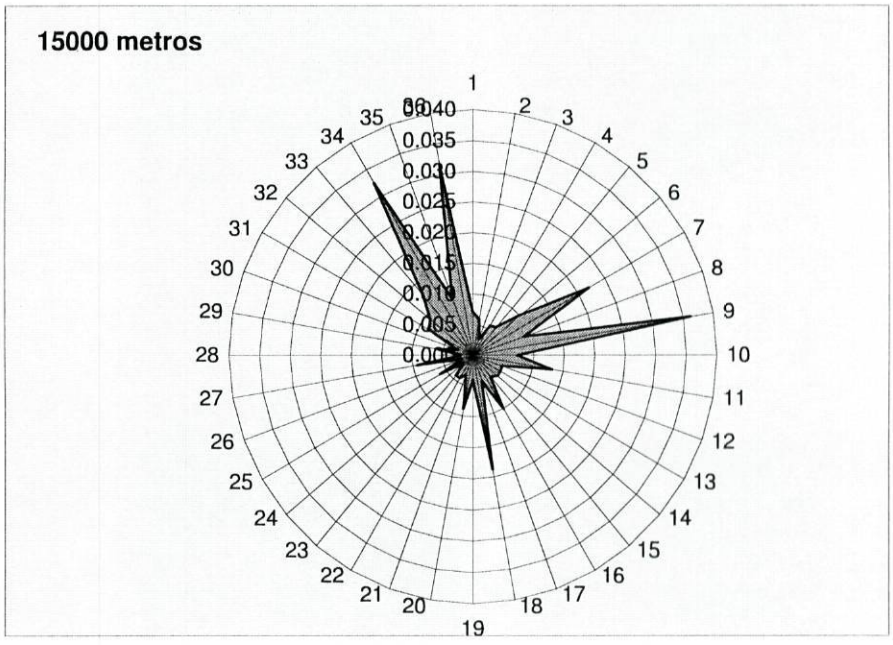



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.150
0.100
0.050


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.080
0.060
0.040
0.020


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010

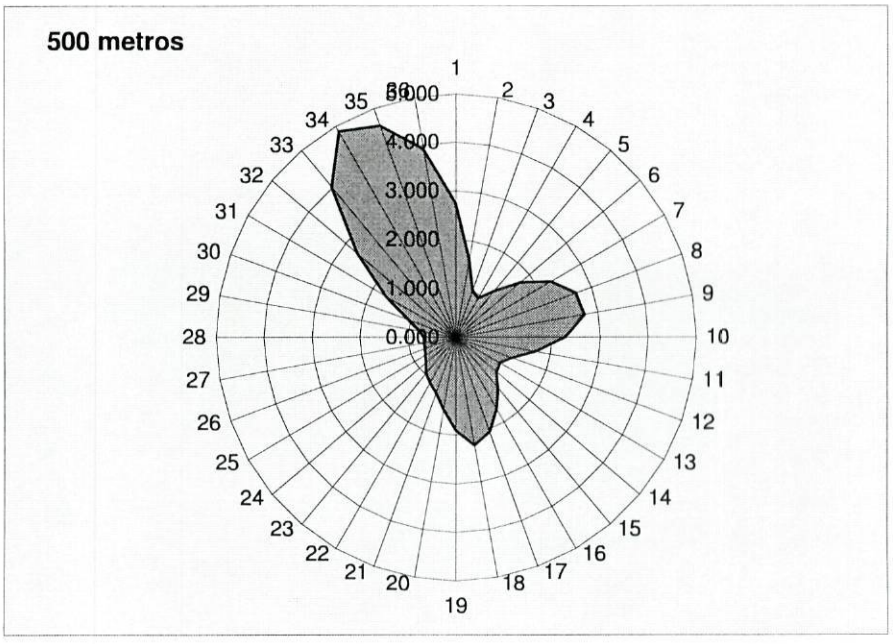

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005

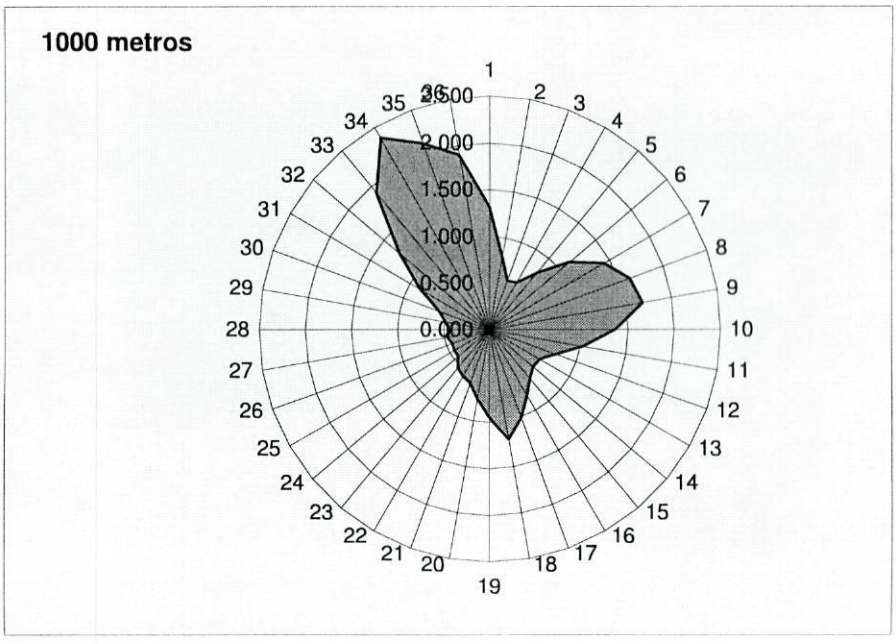
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3001

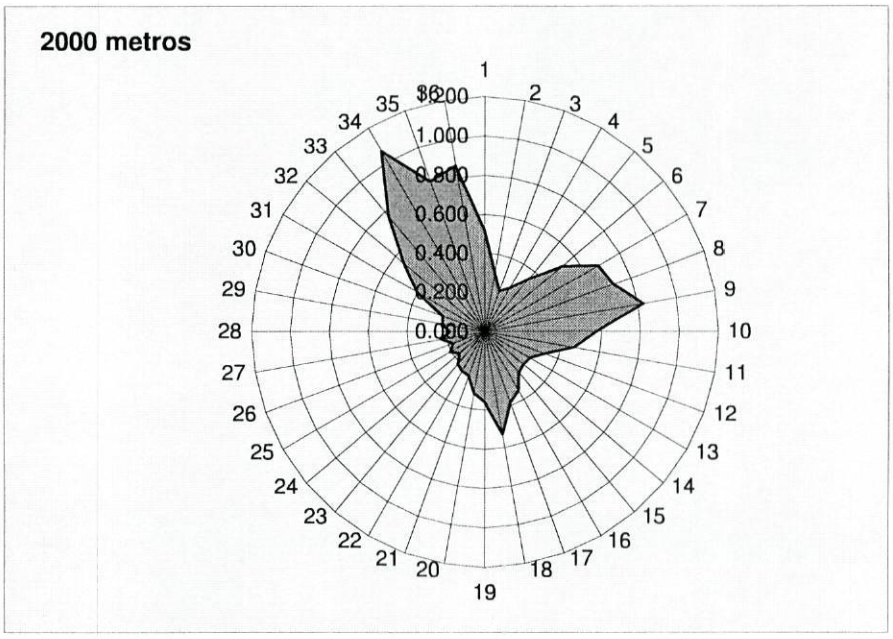
Tabela 3.21 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3001

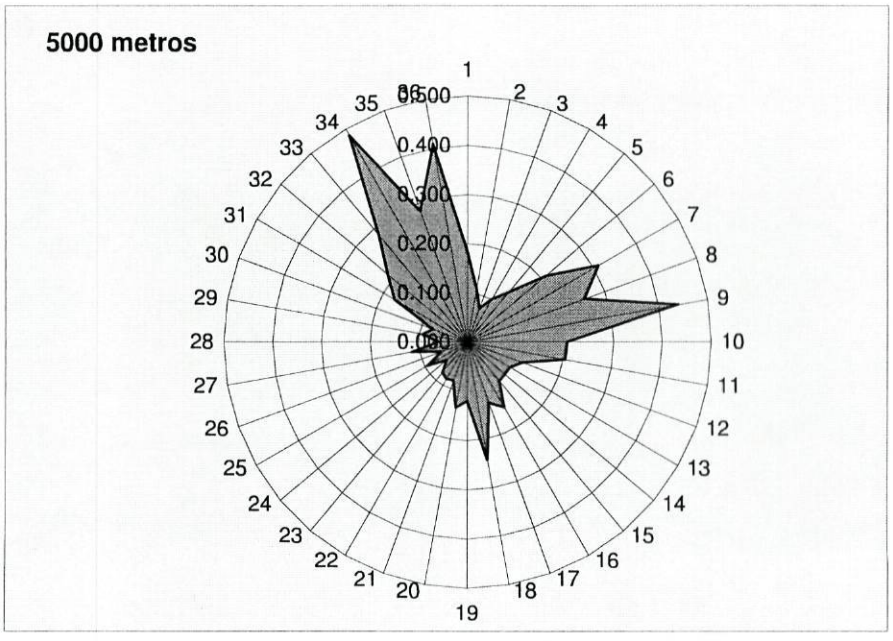
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	2.745	1.315	0.519	0.185	0.114	0.078	0.042
20	1.633	0.796	0.309	0.111	0.071	0.053	0.036
30	1.020	0.561	0.219	0.073	0.044	0.030	0.017
40	0.929	0.586	0.256	0.100	0.067	0.050	0.033
50	1.229	0.799	0.354	0.132	0.082	0.058	0.036
60	1.751	1.129	0.521	0.210	0.138	0.100	0.061
70	2.286	1.429	0.677	0.310	0.224	0.179	0.131
80	2.664	1.617	0.705	0.256	0.155	0.103	0.053
90	2.719	1.686	0.828	0.440	0.339	0.281	0.217
100	2.276	1.355	0.575	0.205	0.124	0.083	0.044
110	1.686	1.025	0.467	0.204	0.143	0.111	0.079
120	1.244	0.766	0.330	0.120	0.075	0.053	0.031
130	1.056	0.631	0.268	0.101	0.066	0.048	0.031
140	1.109	0.619	0.260	0.100	0.065	0.048	0.031
150	1.355	0.684	0.276	0.102	0.065	0.046	0.027
160	1.697	0.817	0.346	0.153	0.108	0.084	0.061
170	2.057	1.009	0.385	0.131	0.078	0.052	0.027
180	2.245	1.198	0.533	0.243	0.179	0.147	0.112
190	1.903	0.948	0.361	0.119	0.070	0.047	0.024
200	1.495	0.752	0.320	0.134	0.094	0.073	0.053
210	1.214	0.608	0.239	0.083	0.051	0.035	0.020
220	1.082	0.576	0.233	0.085	0.055	0.041	0.026
230	0.968	0.530	0.215	0.079	0.052	0.039	0.026
240	0.817	0.440	0.171	0.056	0.033	0.022	0.012
250	0.731	0.441	0.207	0.095	0.067	0.052	0.037
260	0.679	0.429	0.175	0.058	0.034	0.022	0.011
270	0.674	0.464	0.229	0.115	0.087	0.072	0.056
280	0.671	0.435	0.181	0.060	0.036	0.023	0.012
290	0.778	0.484	0.220	0.093	0.064	0.050	0.035
300	1.061	0.577	0.229	0.075	0.044	0.029	0.015
310	1.688	0.868	0.400	0.172	0.112	0.081	0.051
320	2.689	1.274	0.541	0.213	0.132	0.092	0.054
330	4.035	1.912	0.769	0.283	0.179	0.127	0.076
340	4.879	2.369	1.063	0.485	0.345	0.271	0.194
350	4.621	2.126	0.817	0.283	0.170	0.114	0.059
360	3.916	1.905	0.859	0.408	0.302	0.247	0.189

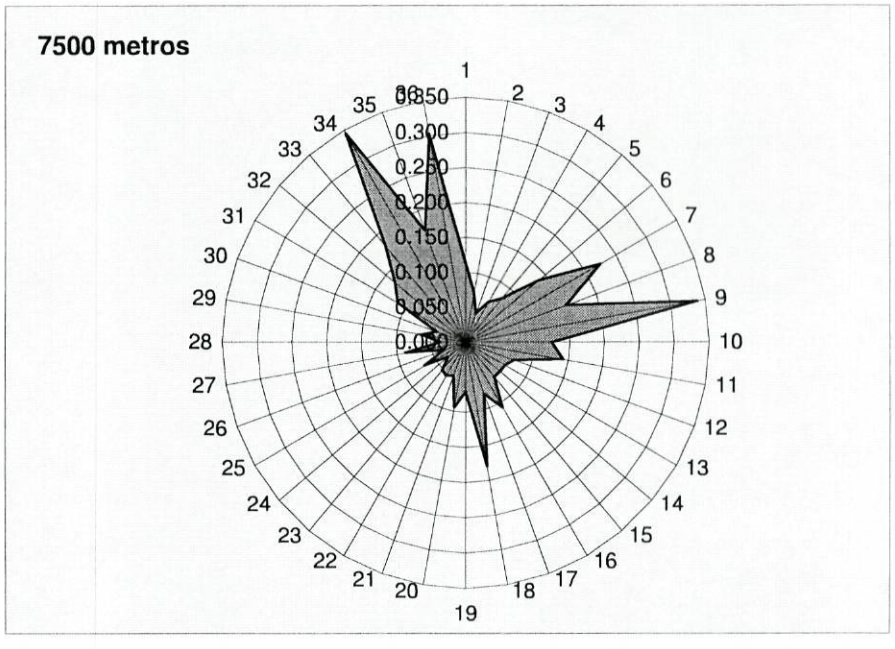
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3001

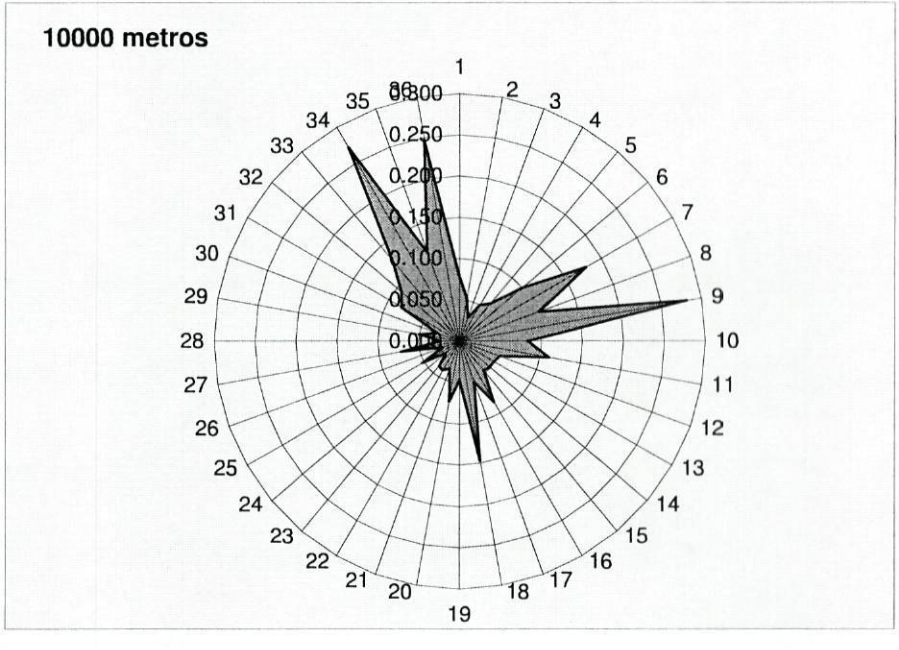


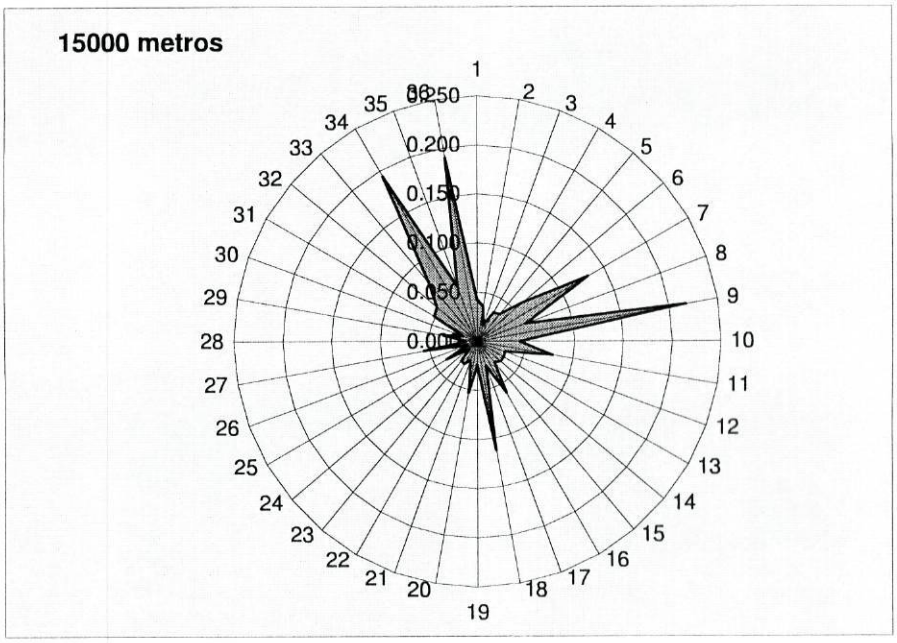



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
1.000
0.800
0.600
0.400
0.200


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.400
0.300
0.200
0.100


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050

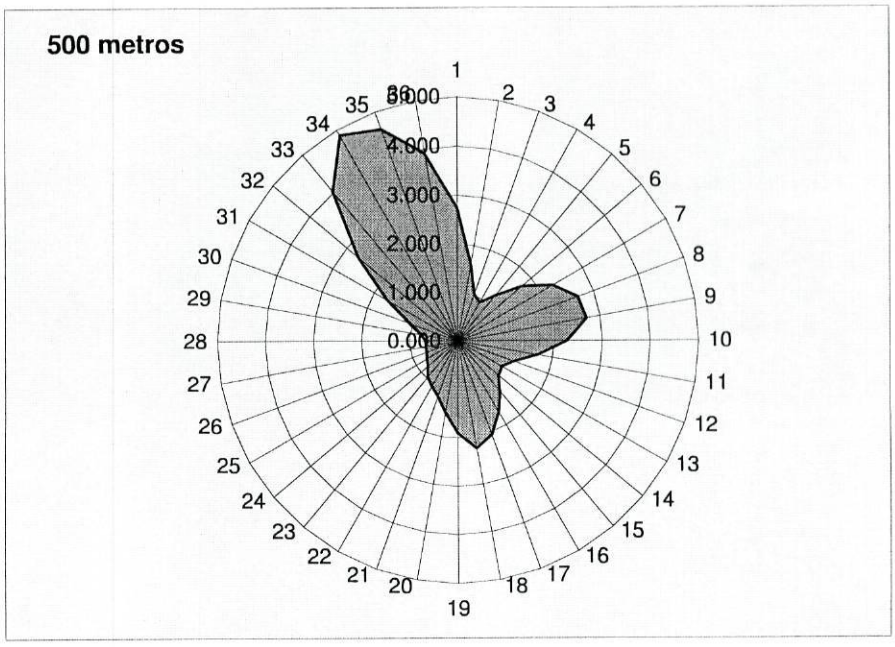

15000 metros
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

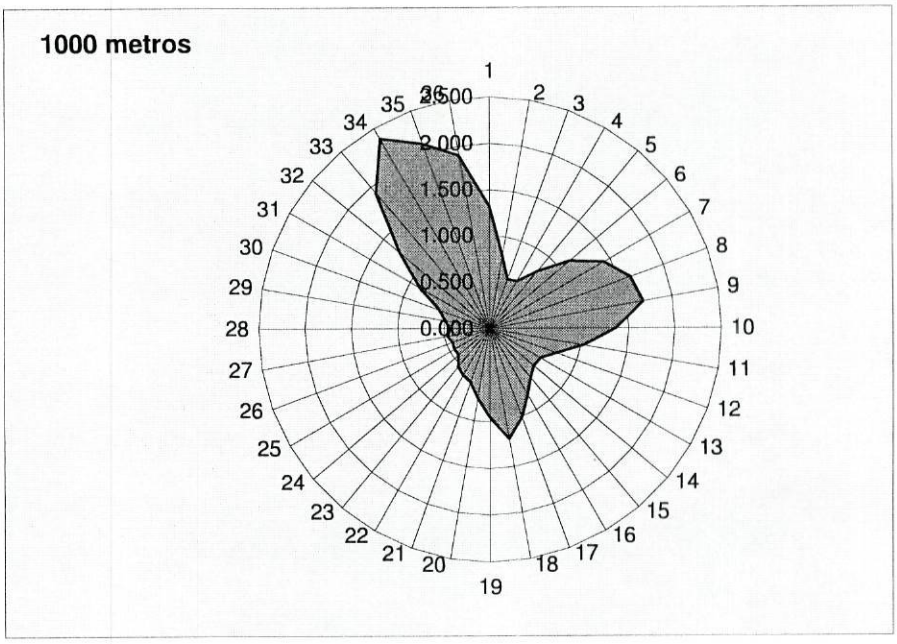
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST3001

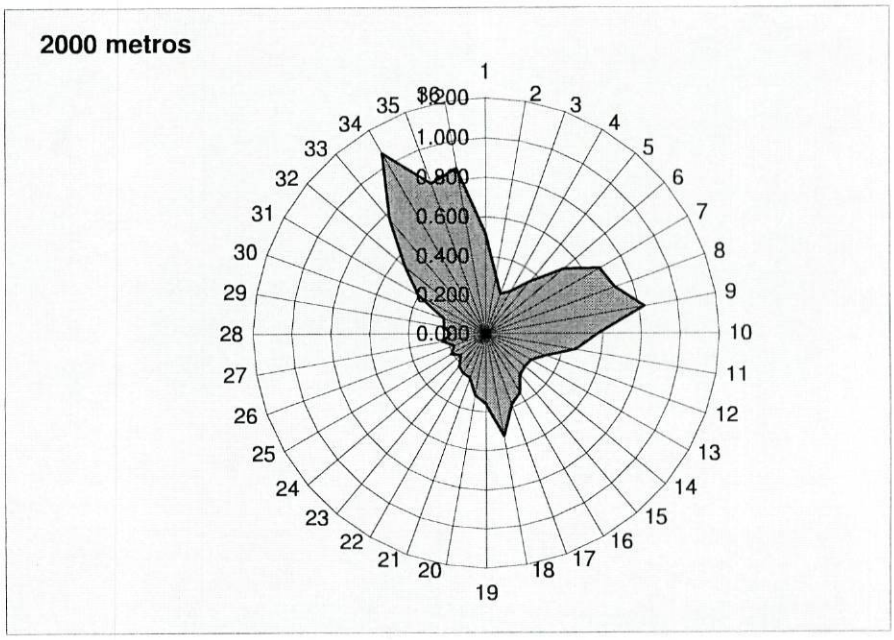
Tabela 3.22 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST3001

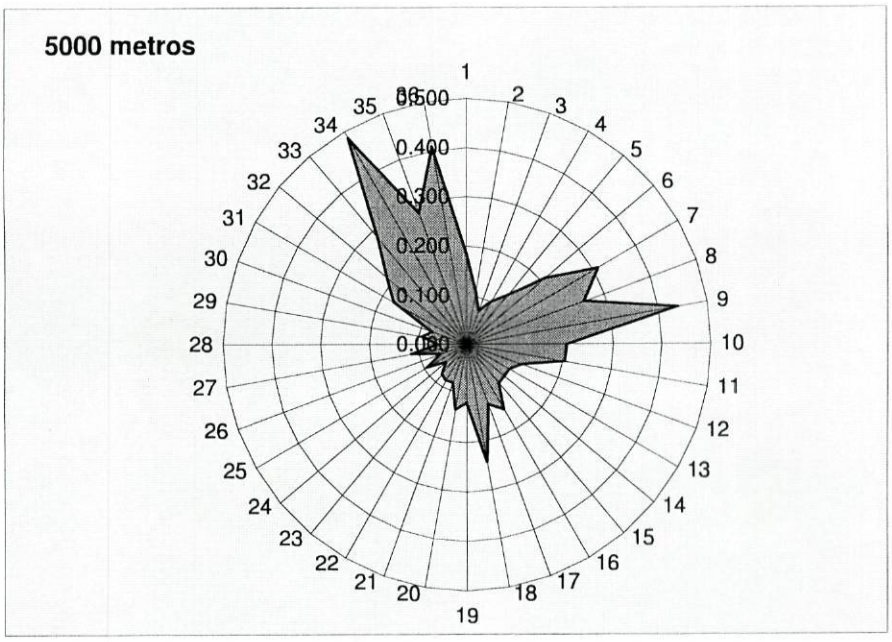
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.164	0.078	0.031	0.011	0.007	0.005	0.003
20	0.097	0.047	0.018	0.007	0.004	0.003	0.002
30	0.061	0.033	0.013	0.004	0.003	0.002	0.001
40	0.055	0.035	0.015	0.006	0.004	0.003	0.002
50	0.073	0.048	0.021	0.008	0.005	0.003	0.002
60	0.104	0.067	0.031	0.013	0.008	0.006	0.004
70	0.136	0.085	0.040	0.019	0.013	0.011	0.008
80	0.159	0.096	0.042	0.015	0.009	0.006	0.003
90	0.162	0.101	0.049	0.026	0.020	0.017	0.013
100	0.136	0.081	0.034	0.012	0.007	0.005	0.003
110	0.101	0.061	0.028	0.012	0.009	0.007	0.005
120	0.074	0.046	0.020	0.007	0.004	0.003	0.002
130	0.063	0.038	0.016	0.006	0.004	0.003	0.002
140	0.066	0.037	0.016	0.006	0.004	0.003	0.002
150	0.081	0.041	0.016	0.006	0.004	0.003	0.002
160	0.101	0.049	0.021	0.009	0.006	0.005	0.004
170	0.123	0.060	0.023	0.008	0.005	0.003	0.002
180	0.134	0.071	0.032	0.014	0.011	0.009	0.007
190	0.114	0.057	0.022	0.007	0.004	0.003	0.001
200	0.089	0.045	0.019	0.008	0.006	0.004	0.003
210	0.072	0.036	0.014	0.005	0.003	0.002	0.001
220	0.065	0.034	0.014	0.005	0.003	0.002	0.002
230	0.058	0.032	0.013	0.005	0.003	0.002	0.002
240	0.049	0.026	0.010	0.003	0.002	0.001	0.001
250	0.044	0.026	0.012	0.006	0.004	0.003	0.002
260	0.041	0.026	0.010	0.003	0.002	0.001	0.001
270	0.040	0.028	0.014	0.007	0.005	0.004	0.003
280	0.040	0.026	0.011	0.004	0.002	0.001	0.001
290	0.046	0.029	0.013	0.006	0.004	0.003	0.002
300	0.063	0.034	0.014	0.004	0.003	0.002	0.001
310	0.101	0.052	0.024	0.010	0.007	0.005	0.003
320	0.160	0.076	0.032	0.013	0.008	0.005	0.003
330	0.241	0.114	0.046	0.017	0.011	0.008	0.005
340	0.291	0.141	0.063	0.029	0.021	0.016	0.012
350	0.276	0.127	0.049	0.017	0.010	0.007	0.003
360	0.234	0.114	0.051	0.024	0.018	0.015	0.011

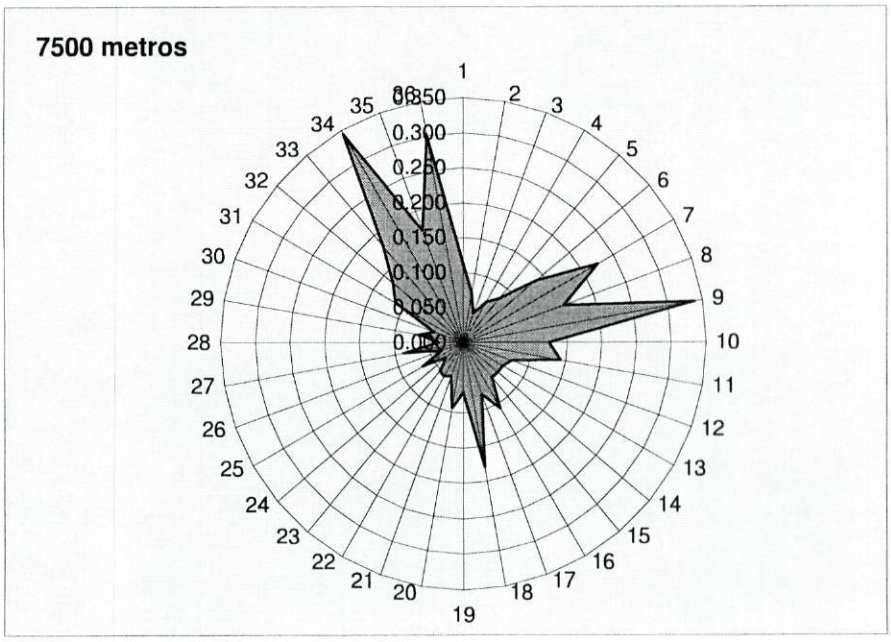
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST3001

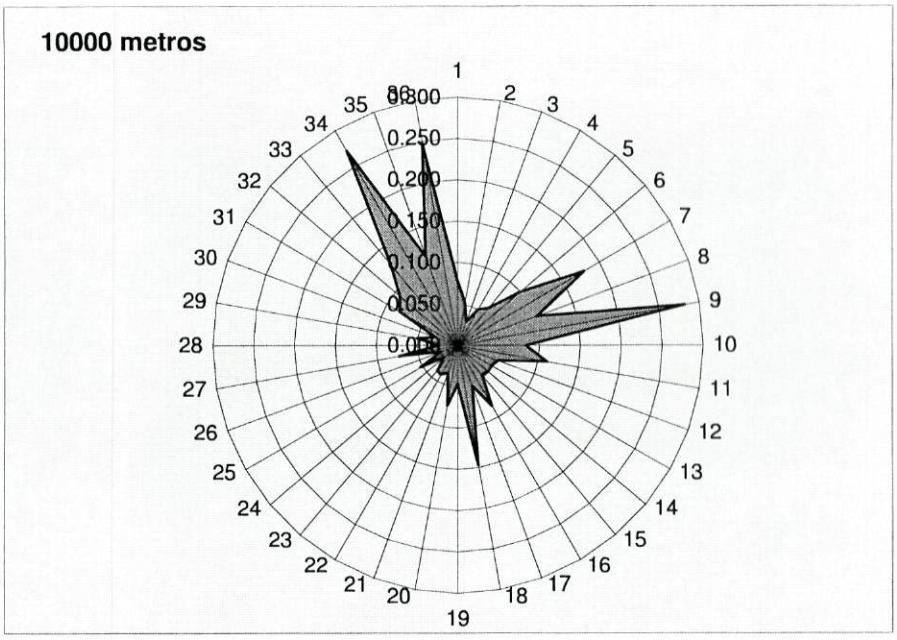


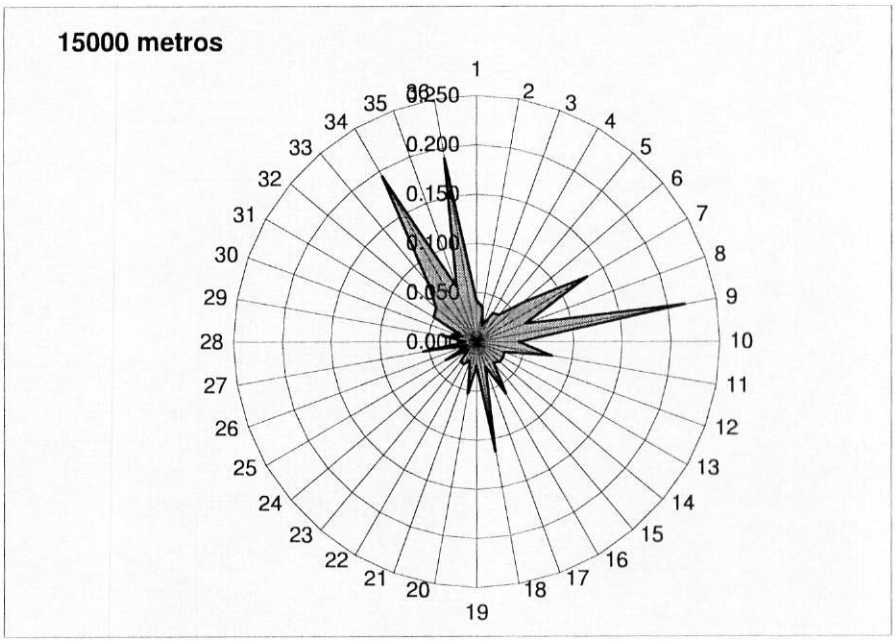



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
1.000
0.800
0.600
0.400
0.200


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.400
0.300
0.200
0.100


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050

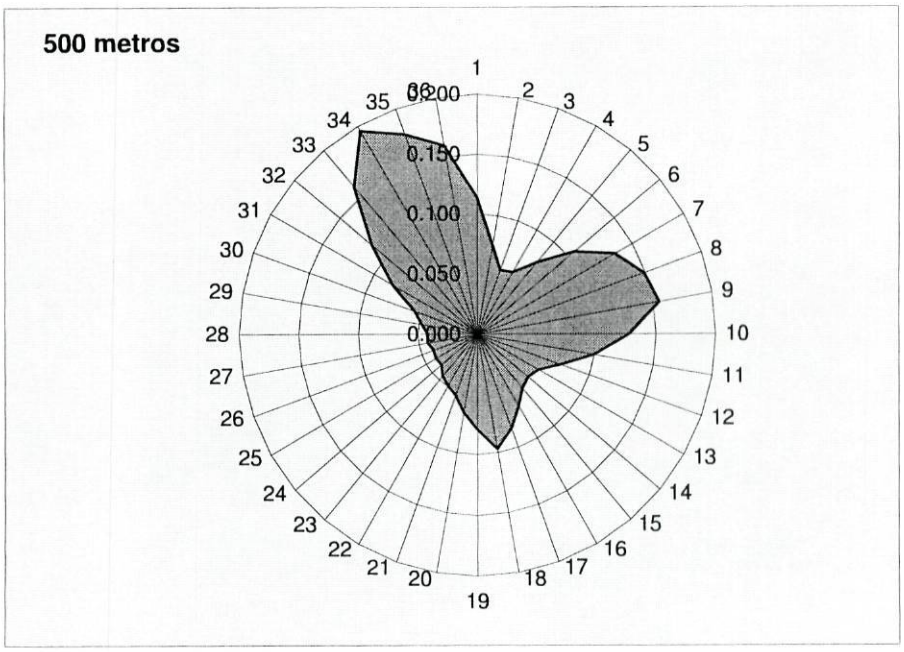

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000

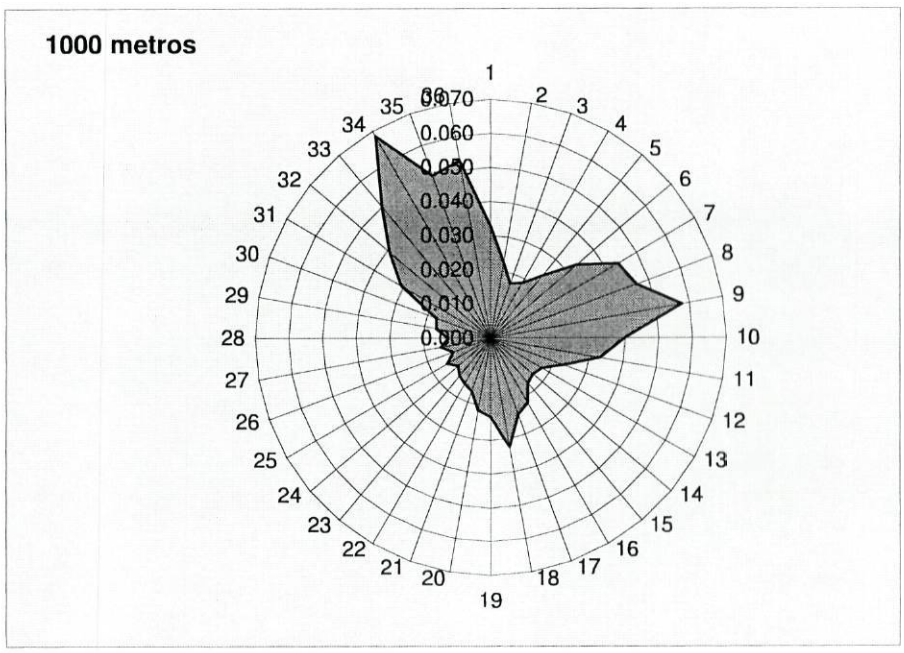
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3701

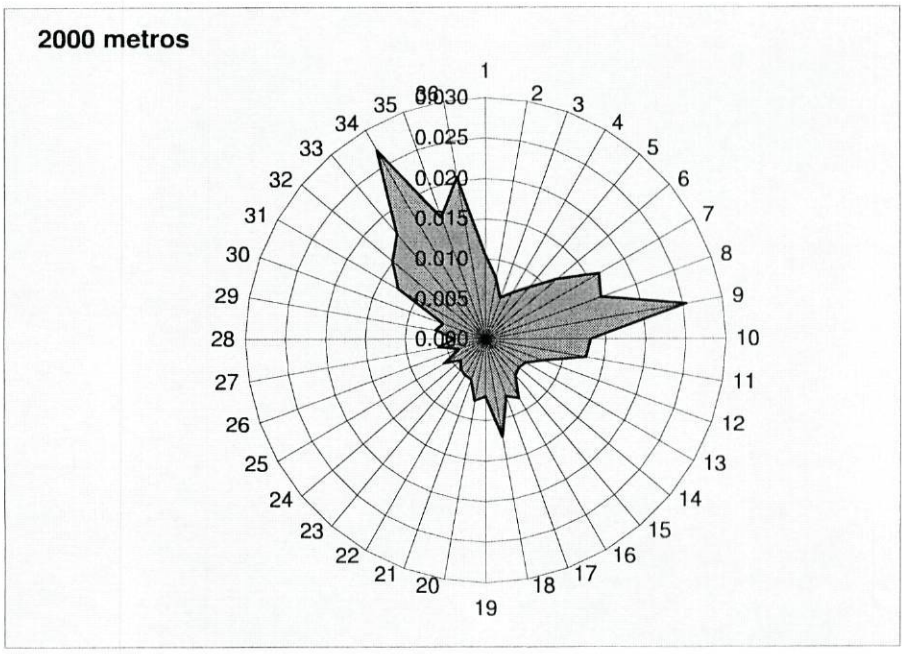
Tabela 3.23 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3701

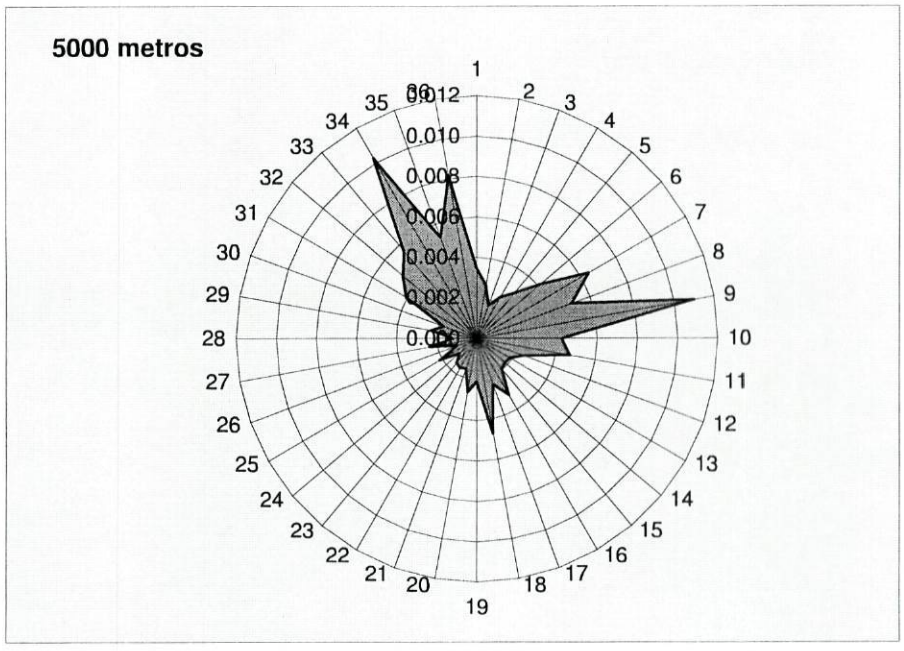
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.114	0.033	0.011	0.003	0.002	0.001	0.001
20	0.075	0.023	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
30	0.057	0.017	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000
40	0.059	0.019	0.007	0.002	0.002	0.001	0.001
50	0.078	0.024	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
60	0.107	0.033	0.012	0.004	0.003	0.002	0.001
70	0.133	0.044	0.016	0.006	0.004	0.003	0.003
80	0.149	0.046	0.015	0.005	0.003	0.002	0.001
90	0.155	0.058	0.025	0.011	0.008	0.006	0.005
100	0.127	0.040	0.013	0.004	0.003	0.002	0.001
110	0.099	0.033	0.013	0.005	0.003	0.002	0.002
120	0.074	0.023	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
130	0.059	0.018	0.006	0.002	0.001	0.001	0.001
140	0.056	0.016	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001
150	0.059	0.017	0.006	0.002	0.001	0.001	0.001
160	0.069	0.022	0.008	0.003	0.002	0.002	0.001
170	0.083	0.024	0.007	0.002	0.001	0.001	0.000
180	0.097	0.032	0.012	0.005	0.003	0.003	0.002
190	0.080	0.023	0.007	0.002	0.001	0.001	0.000
200	0.066	0.022	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
210	0.054	0.017	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000
220	0.050	0.015	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000
230	0.046	0.014	0.005	0.002	0.001	0.001	0.000
240	0.039	0.013	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000
250	0.040	0.015	0.006	0.002	0.001	0.001	0.001
260	0.039	0.012	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000
270	0.043	0.015	0.006	0.002	0.002	0.001	0.001
280	0.042	0.013	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000
290	0.048	0.016	0.006	0.002	0.002	0.001	0.001
300	0.056	0.017	0.006	0.002	0.001	0.001	0.000
310	0.082	0.031	0.013	0.004	0.002	0.002	0.001
320	0.115	0.039	0.015	0.005	0.003	0.002	0.001
330	0.161	0.050	0.017	0.006	0.004	0.002	0.001
340	0.195	0.068	0.027	0.010	0.007	0.005	0.004
350	0.177	0.051	0.016	0.005	0.003	0.002	0.001
360	0.160	0.053	0.020	0.008	0.006	0.005	0.003

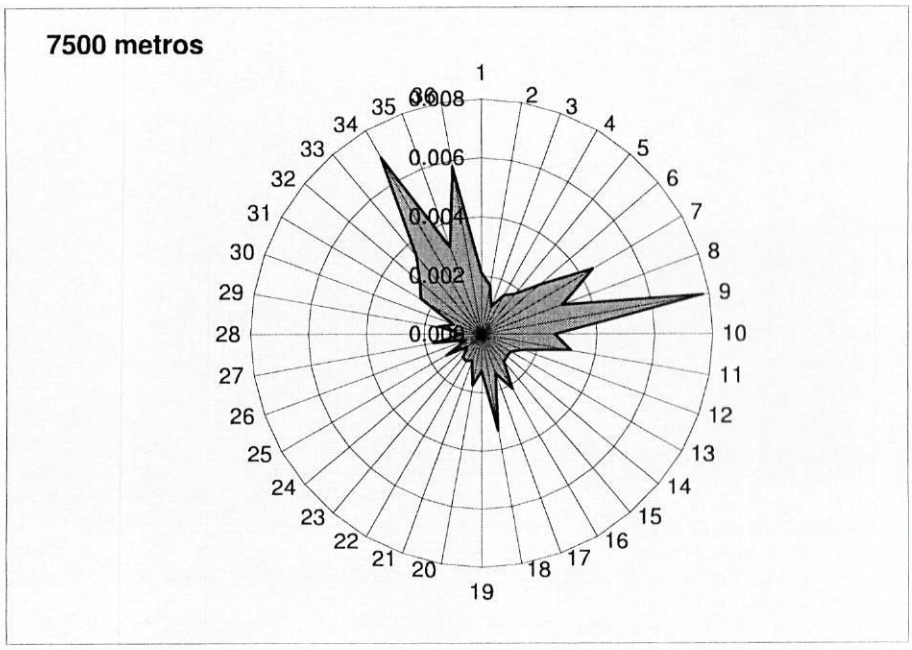
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3701

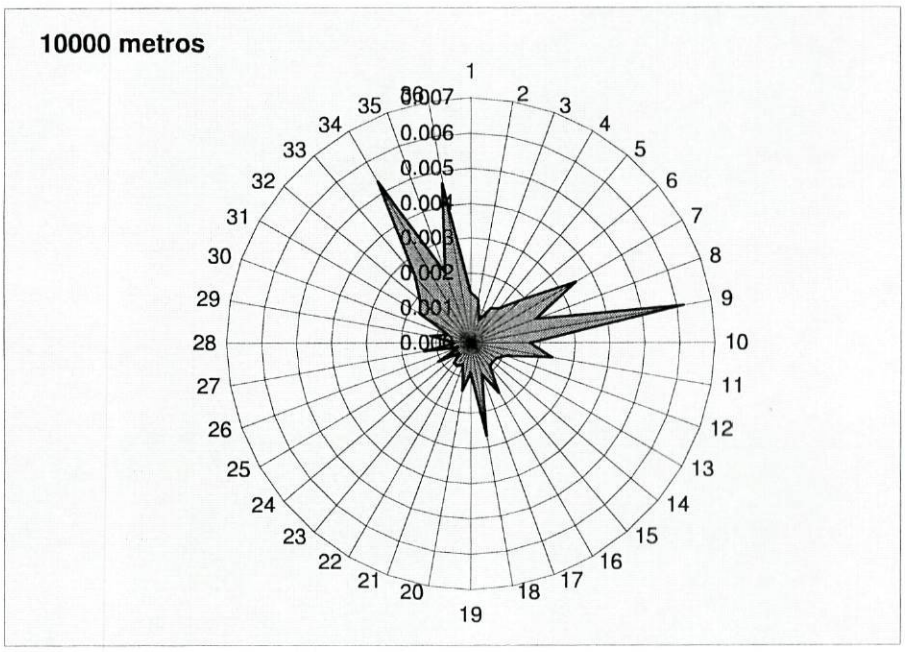


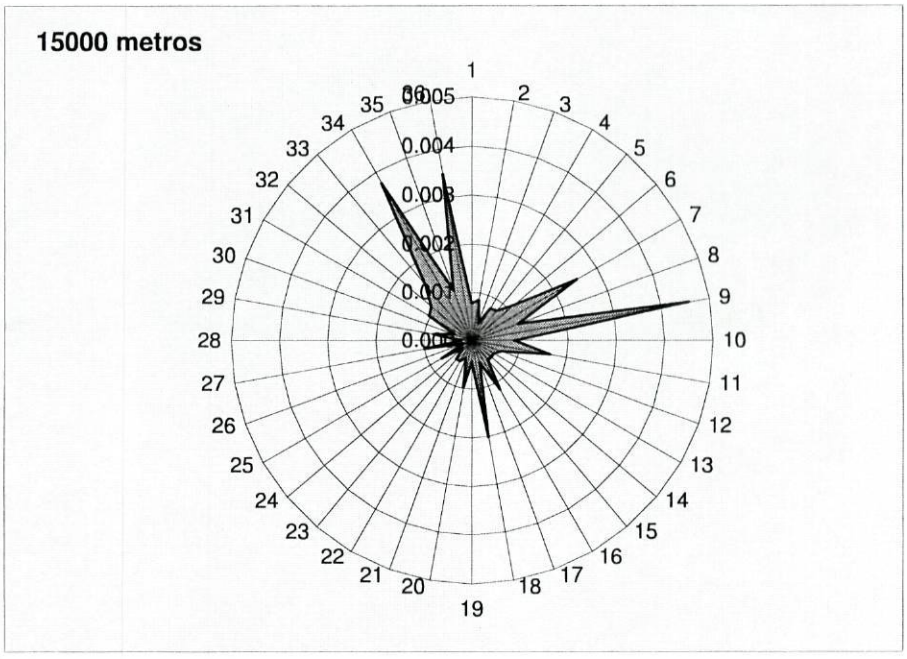



2000 metros
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


5000 metros
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.006
0.004
0.002


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.006
0.005
0.002
0.001

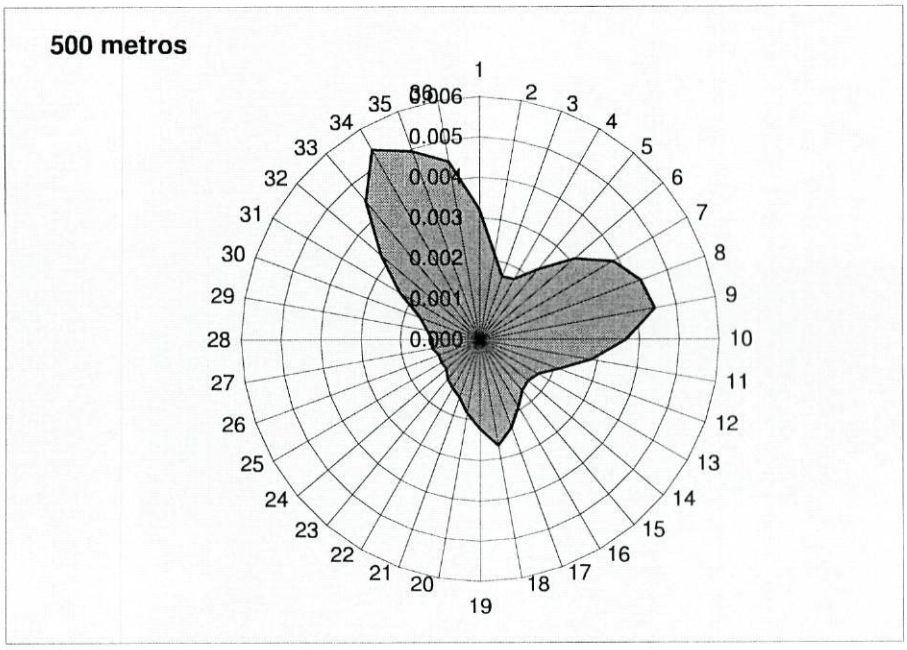

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.004
0.003
0.002

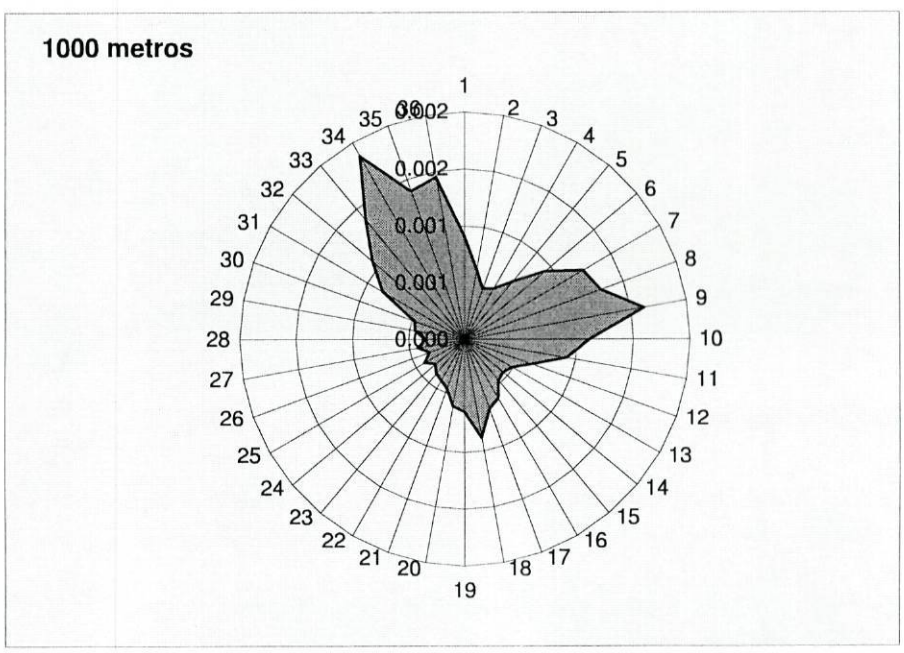
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3801

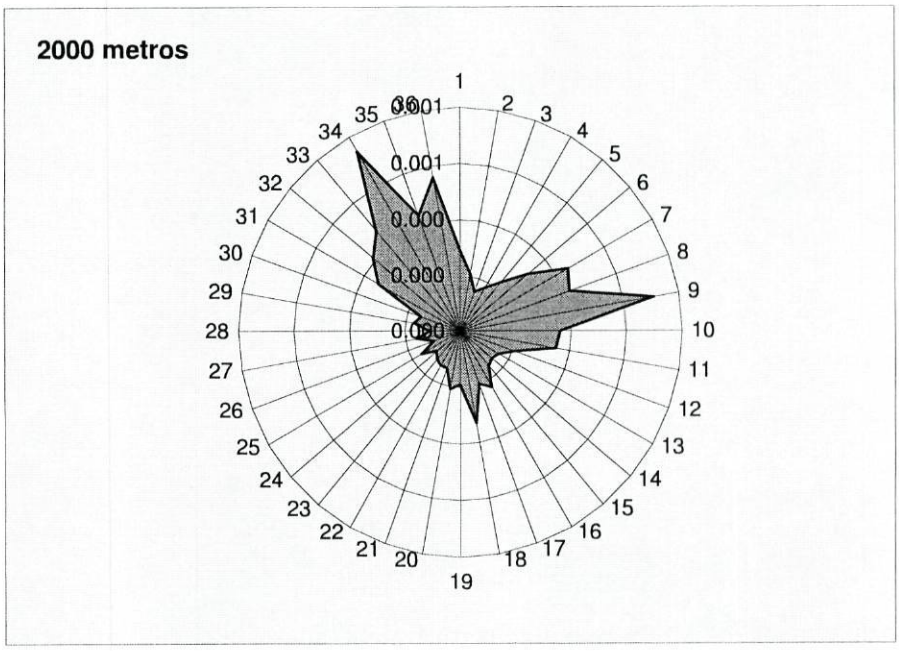
Tabela 3.24 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3801

Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
100	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
200	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
210	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
220	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
230	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
240	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
250	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
260	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
270	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
280	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
290	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
310	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
320	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
330	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
340	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
350	0.005	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
360	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST3801





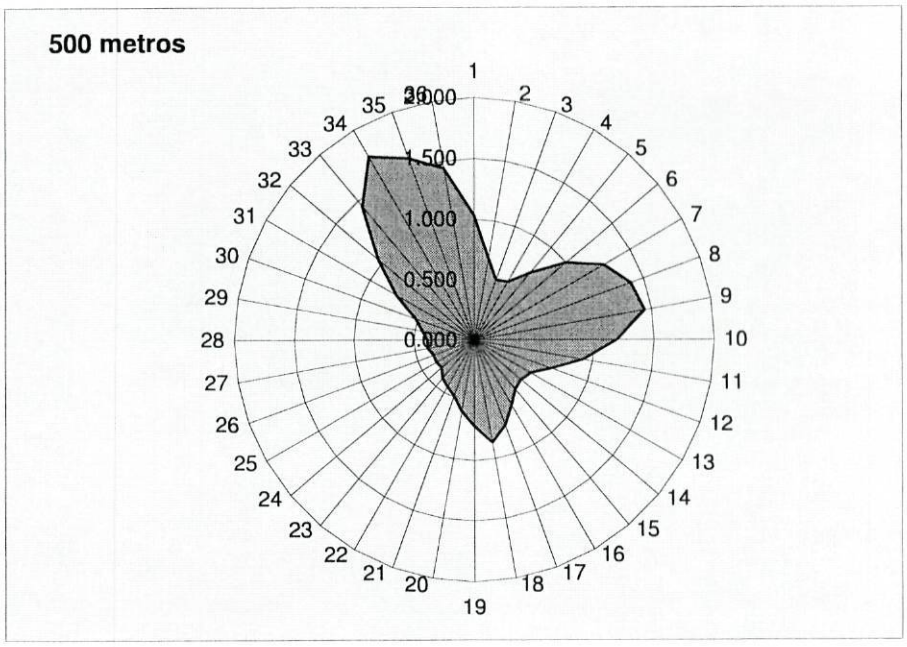

2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.001
0.000
0.000

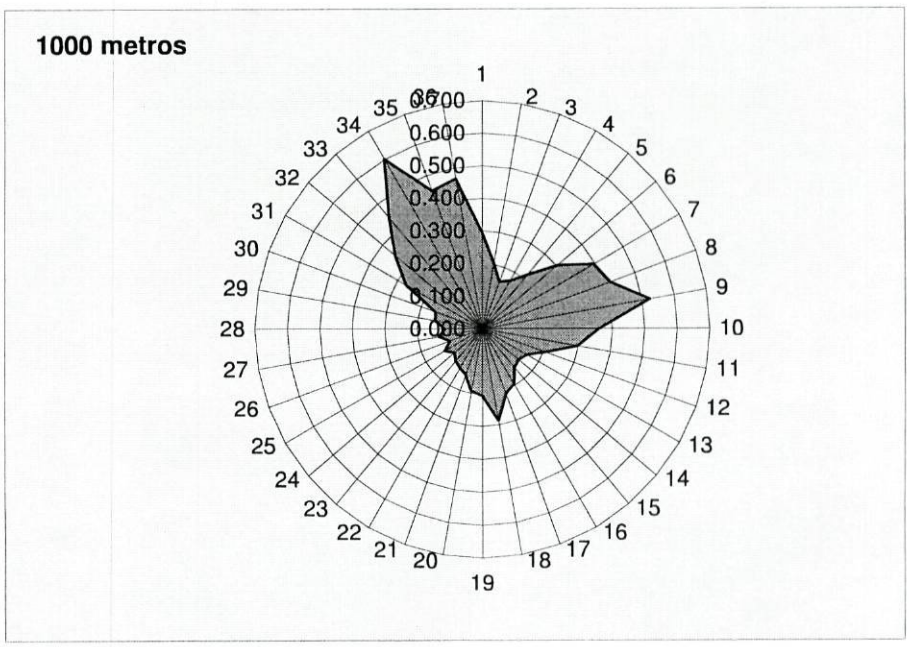
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3801

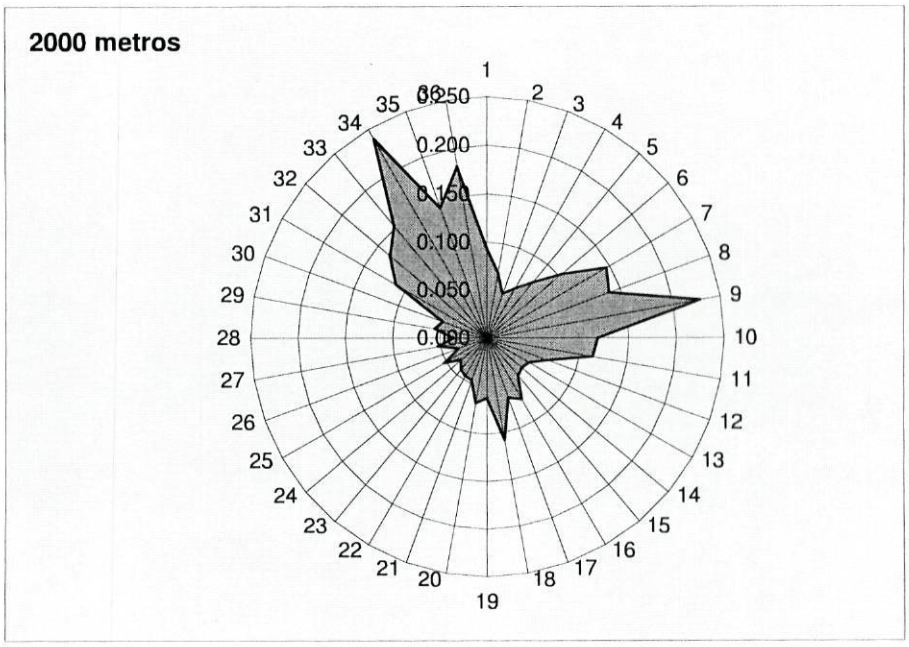
Tabela 3.25 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3001

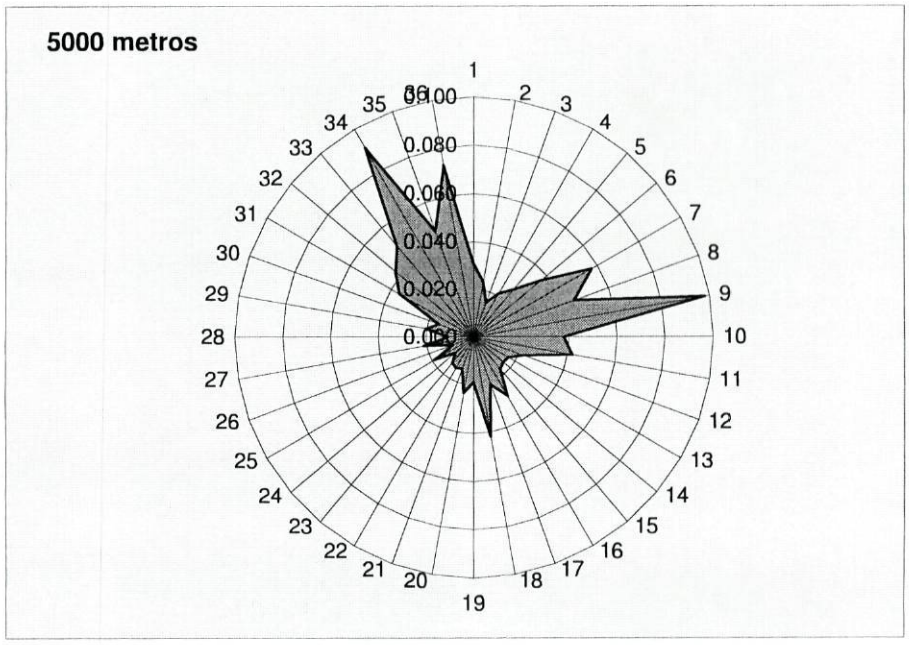
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	1.036	0.295	0.094	0.031	0.019	0.013	0.007
20	0.697	0.205	0.069	0.024	0.015	0.011	0.008
30	0.535	0.155	0.049	0.015	0.009	0.006	0.003
40	0.558	0.170	0.059	0.021	0.014	0.010	0.007
50	0.729	0.217	0.075	0.026	0.016	0.011	0.007
60	1.000	0.303	0.104	0.037	0.024	0.017	0.010
70	1.249	0.397	0.146	0.057	0.040	0.031	0.022
80	1.389	0.419	0.137	0.045	0.027	0.018	0.009
90	1.445	0.524	0.229	0.098	0.069	0.055	0.041
100	1.186	0.359	0.117	0.038	0.023	0.015	0.008
110	0.919	0.298	0.113	0.042	0.028	0.021	0.015
120	0.685	0.206	0.069	0.022	0.014	0.010	0.006
130	0.545	0.158	0.051	0.017	0.011	0.008	0.005
140	0.509	0.147	0.048	0.016	0.010	0.007	0.005
150	0.532	0.153	0.051	0.017	0.011	0.008	0.005
160	0.620	0.194	0.074	0.028	0.019	0.015	0.010
170	0.749	0.212	0.066	0.021	0.013	0.008	0.004
180	0.863	0.286	0.108	0.042	0.030	0.024	0.018
190	0.715	0.206	0.063	0.019	0.011	0.007	0.004
200	0.600	0.193	0.068	0.024	0.016	0.012	0.009
210	0.490	0.148	0.047	0.014	0.008	0.006	0.003
220	0.445	0.137	0.045	0.015	0.009	0.007	0.004
230	0.409	0.128	0.043	0.014	0.009	0.007	0.004
240	0.355	0.112	0.036	0.010	0.006	0.004	0.002
250	0.362	0.133	0.053	0.019	0.012	0.009	0.006
260	0.357	0.106	0.032	0.009	0.005	0.003	0.002
270	0.391	0.135	0.053	0.021	0.015	0.012	0.009
280	0.387	0.114	0.035	0.011	0.006	0.004	0.002
290	0.438	0.147	0.056	0.020	0.013	0.010	0.007
300	0.516	0.152	0.050	0.015	0.009	0.006	0.003
310	0.747	0.272	0.111	0.036	0.022	0.015	0.009
320	1.042	0.348	0.134	0.043	0.025	0.017	0.010
330	1.445	0.445	0.152	0.050	0.031	0.022	0.013
340	1.749	0.601	0.239	0.091	0.062	0.047	0.033
350	1.601	0.451	0.144	0.047	0.028	0.019	0.010
360	1.441	0.468	0.181	0.073	0.051	0.041	0.031

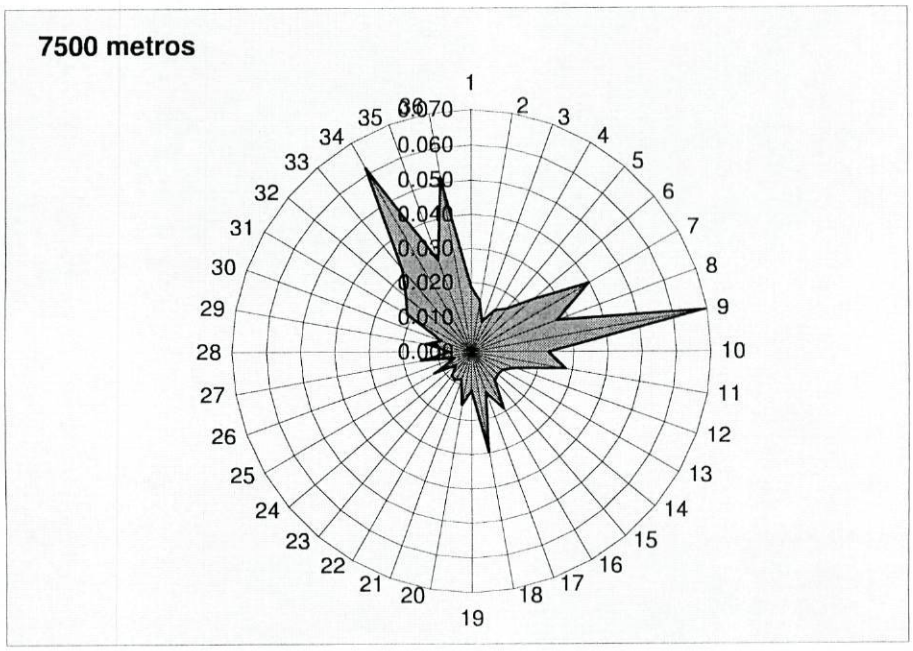
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3801

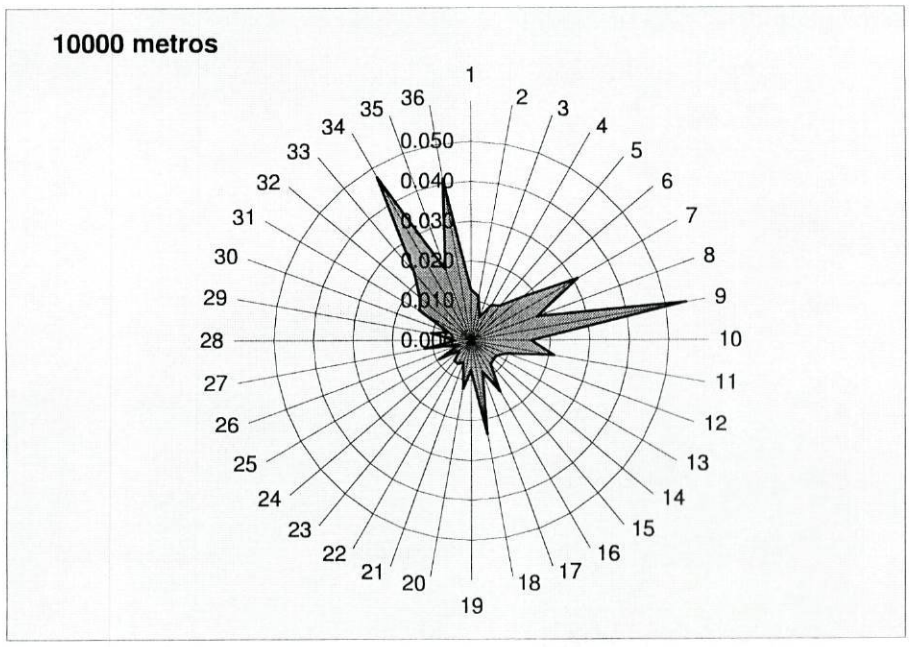


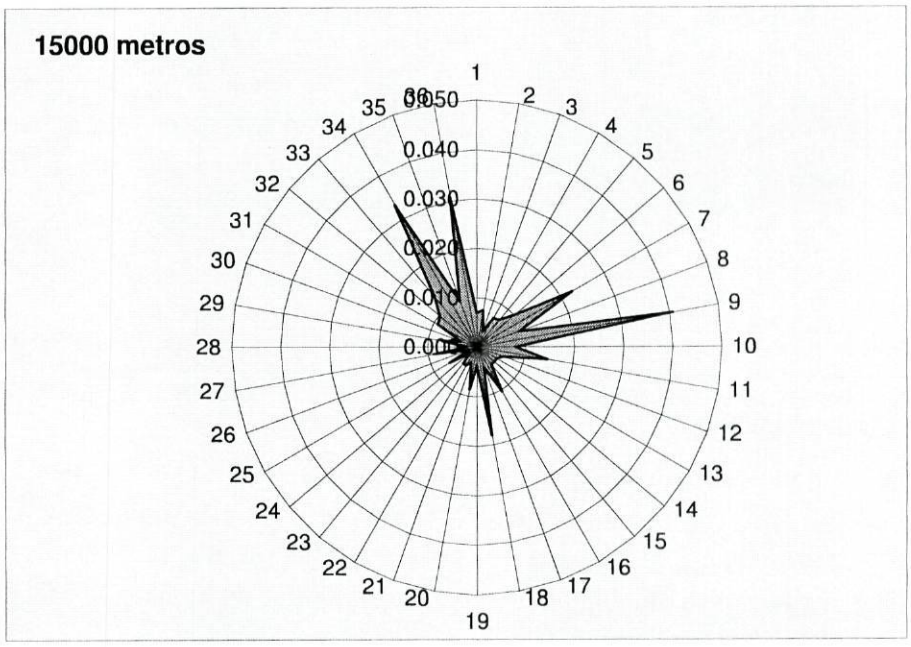



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.200
0.150
0.100
0.050


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.080
0.060
0.040
0.020


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010

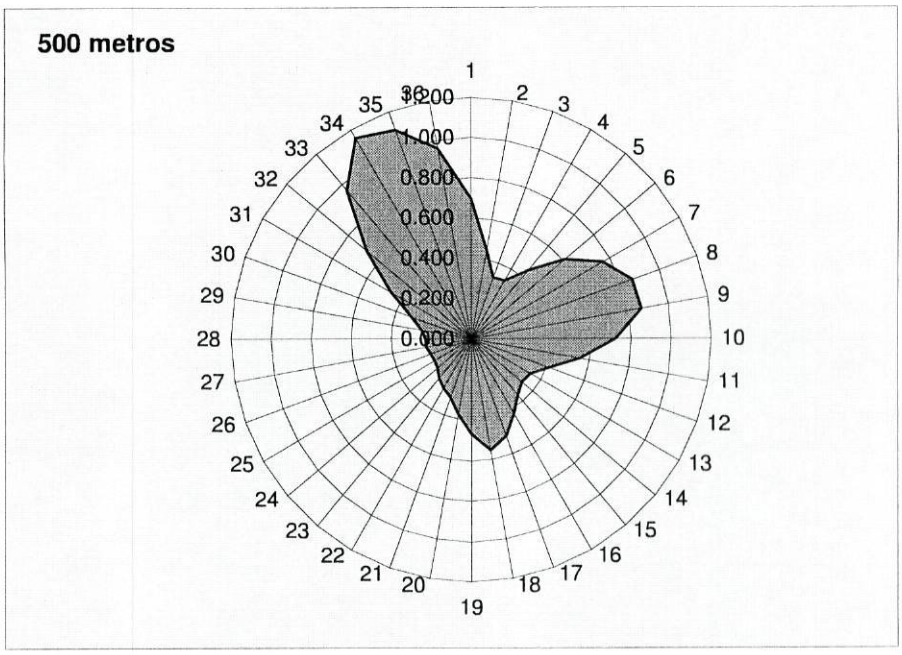

15000 metros
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

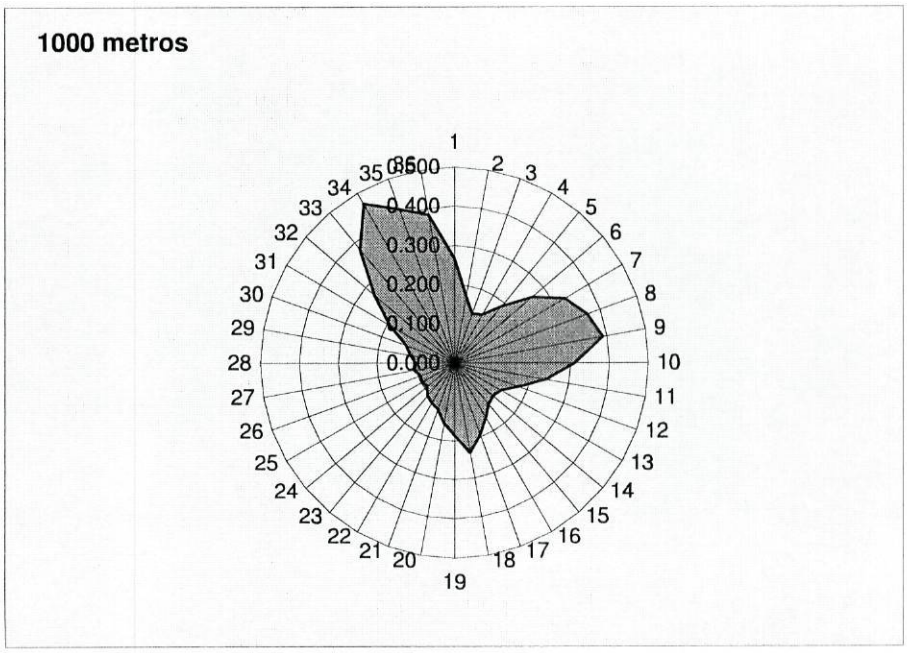
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4001

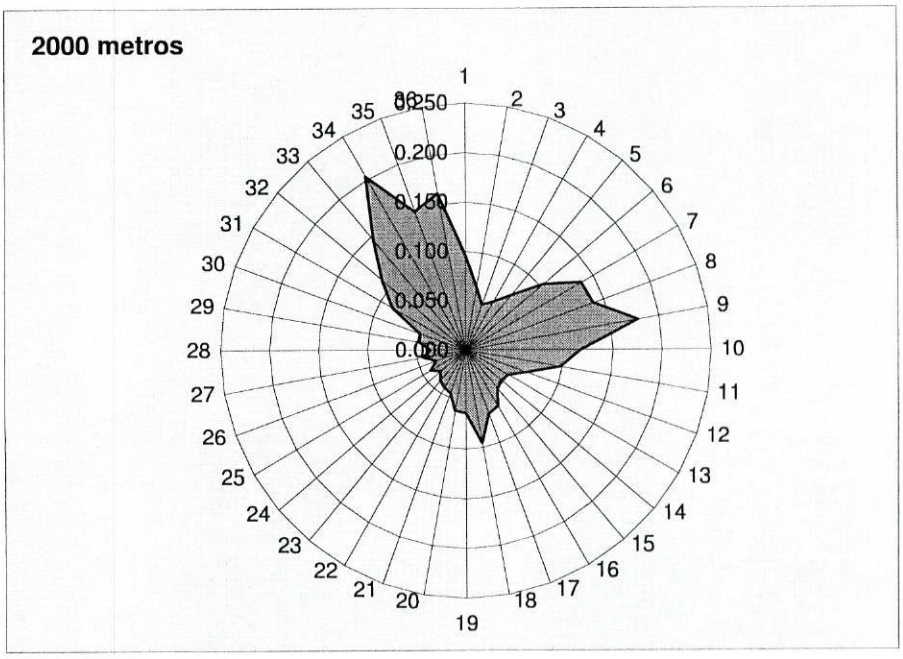
Tabela 3.26 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4001

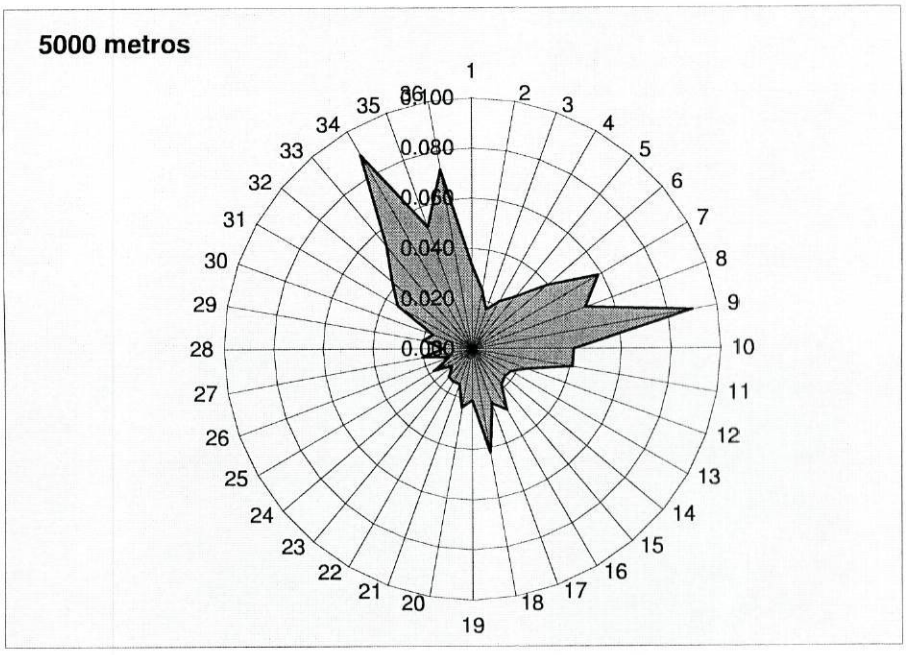
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.697	0.267	0.097	0.034	0.021	0.014	0.008
20	0.450	0.175	0.065	0.024	0.016	0.012	0.008
30	0.324	0.134	0.049	0.017	0.010	0.007	0.004
40	0.332	0.142	0.056	0.022	0.015	0.011	0.007
50	0.444	0.187	0.073	0.027	0.017	0.012	0.008
60	0.609	0.262	0.104	0.040	0.026	0.019	0.011
70	0.761	0.330	0.137	0.059	0.041	0.033	0.024
80	0.857	0.365	0.139	0.049	0.029	0.019	0.010
90	0.865	0.389	0.178	0.090	0.067	0.055	0.041
100	0.723	0.310	0.117	0.041	0.025	0.017	0.009
110	0.551	0.239	0.098	0.041	0.028	0.022	0.015
120	0.414	0.176	0.066	0.024	0.015	0.011	0.006
130	0.341	0.139	0.050	0.018	0.011	0.008	0.005
140	0.331	0.130	0.047	0.017	0.011	0.008	0.005
150	0.363	0.137	0.050	0.018	0.012	0.008	0.005
160	0.426	0.160	0.065	0.028	0.020	0.015	0.011
170	0.509	0.195	0.069	0.023	0.014	0.009	0.005
180	0.556	0.233	0.096	0.042	0.030	0.025	0.019
190	0.470	0.185	0.064	0.021	0.012	0.008	0.004
200	0.374	0.156	0.062	0.024	0.016	0.013	0.009
210	0.306	0.126	0.046	0.015	0.009	0.006	0.004
220	0.276	0.117	0.043	0.015	0.010	0.007	0.005
230	0.251	0.108	0.040	0.014	0.009	0.007	0.005
240	0.218	0.092	0.033	0.011	0.006	0.004	0.002
250	0.212	0.096	0.041	0.018	0.012	0.009	0.007
260	0.215	0.093	0.032	0.010	0.006	0.004	0.002
270	0.228	0.105	0.044	0.020	0.015	0.012	0.009
280	0.227	0.100	0.036	0.012	0.007	0.004	0.002
290	0.253	0.115	0.048	0.020	0.014	0.011	0.008
300	0.315	0.132	0.049	0.017	0.010	0.007	0.004
310	0.459	0.192	0.086	0.034	0.022	0.016	0.010
320	0.676	0.267	0.111	0.042	0.025	0.018	0.010
330	0.962	0.379	0.146	0.053	0.034	0.024	0.015
340	1.151	0.468	0.203	0.089	0.063	0.049	0.035
350	1.104	0.416	0.150	0.052	0.031	0.021	0.011
360	0.961	0.383	0.161	0.072	0.053	0.043	0.032

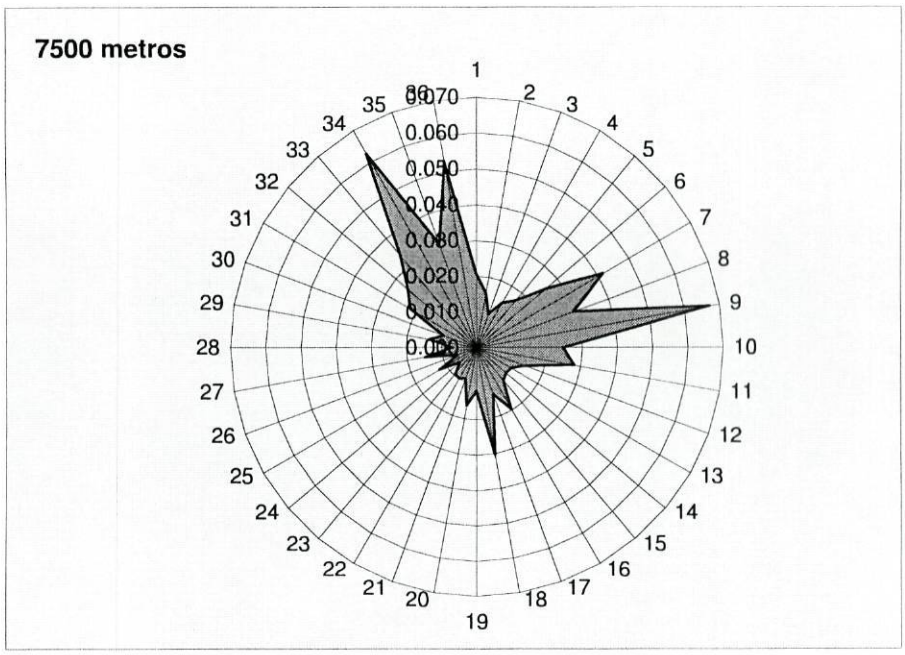
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4001

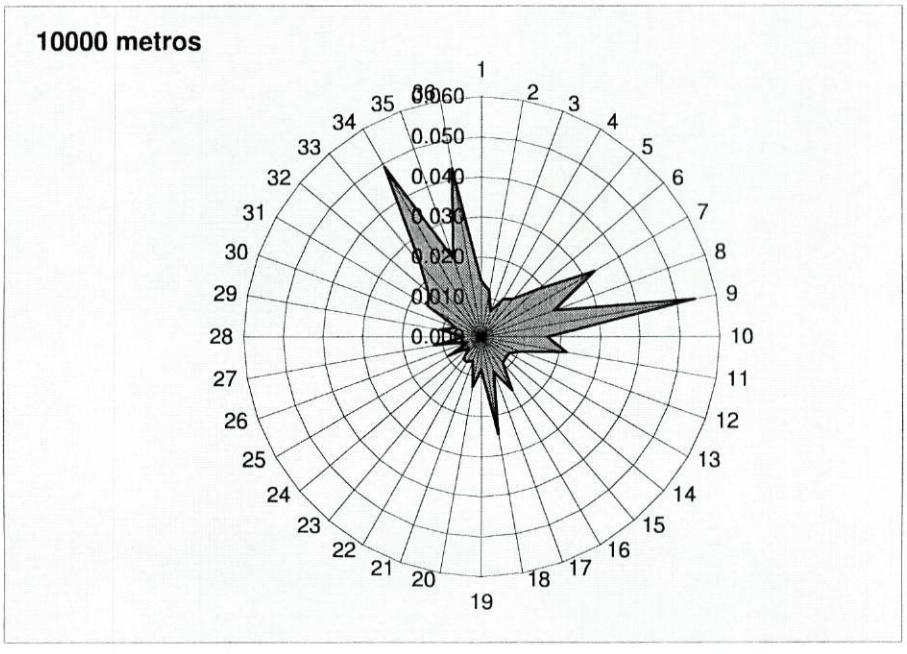


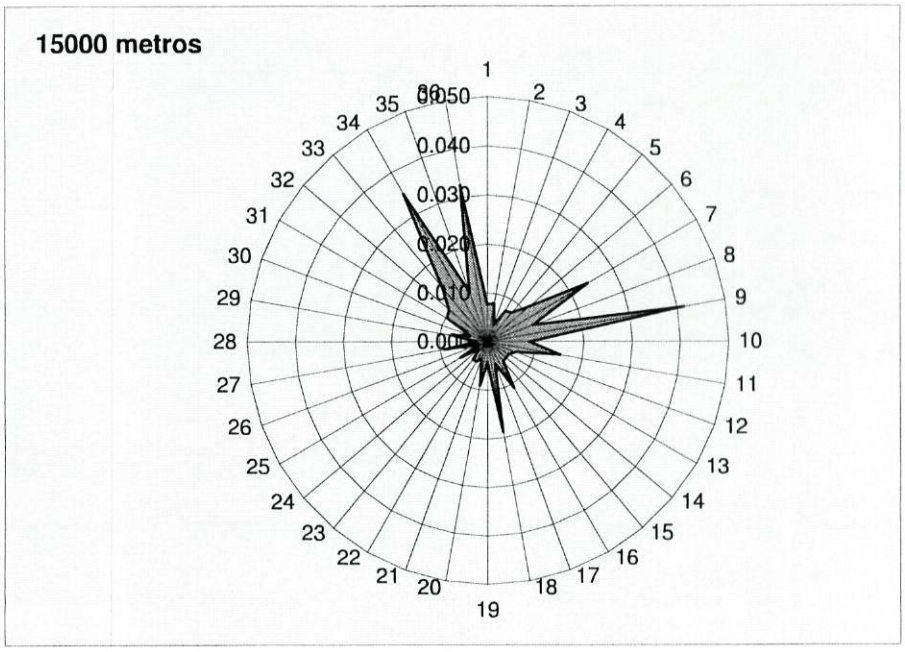



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.200
0.100
0.050


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.080
0.060
0.040
0.020


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.060
0.050
0.040
0.020
0.010


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010

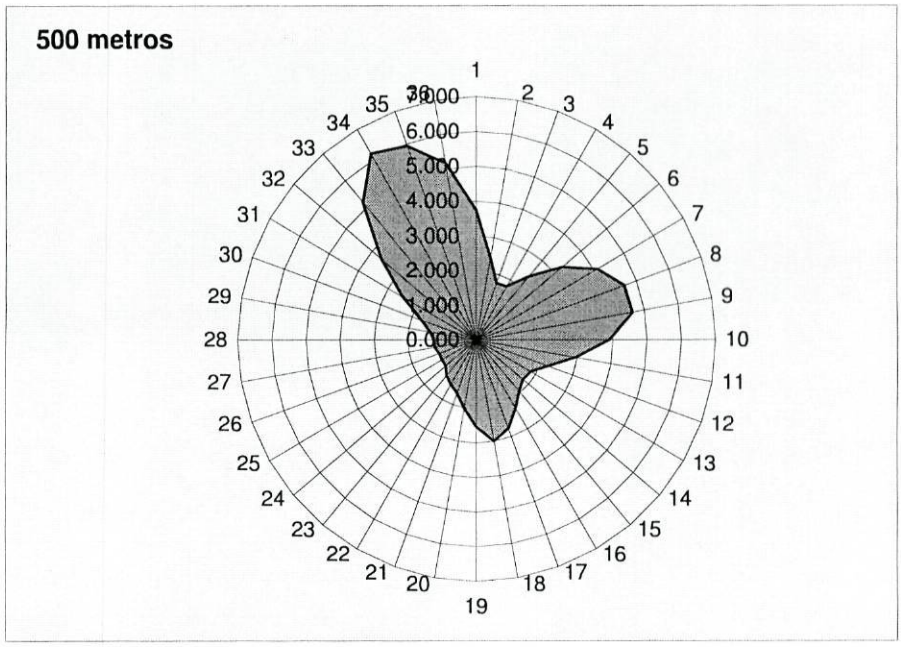

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.00

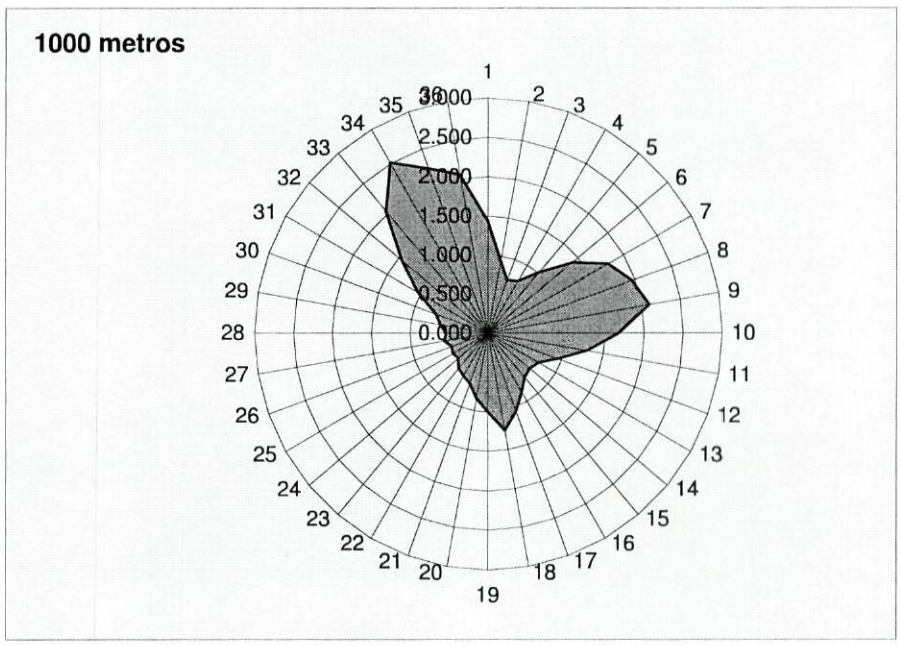
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4001

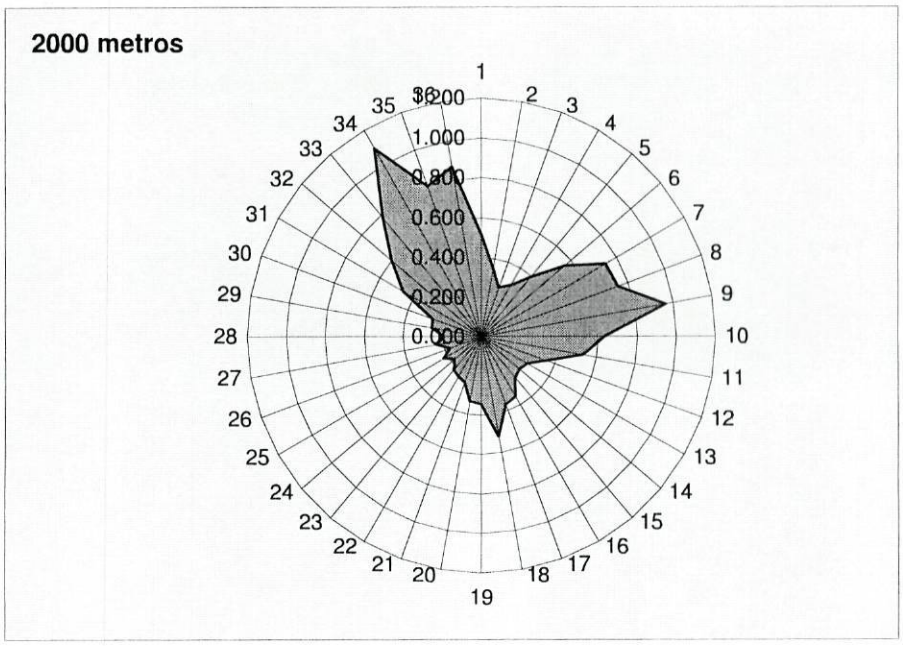
Tabela 3.27 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST3001

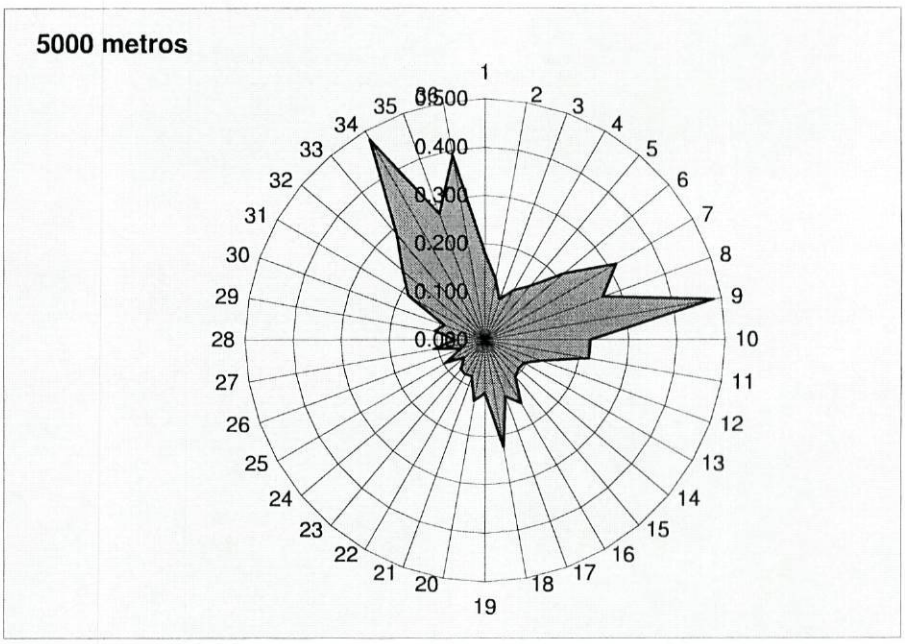
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	3.752	1.437	0.520	0.181	0.111	0.076	0.041
20	2.421	0.941	0.352	0.129	0.084	0.063	0.043
30	1.745	0.720	0.265	0.089	0.054	0.037	0.020
40	1.790	0.764	0.303	0.118	0.078	0.059	0.040
50	2.391	1.007	0.394	0.146	0.093	0.067	0.042
60	3.280	1.412	0.559	0.214	0.138	0.100	0.060
70	4.096	1.775	0.736	0.315	0.223	0.177	0.129
80	4.615	1.963	0.747	0.262	0.157	0.105	0.054
90	4.656	2.096	0.960	0.484	0.361	0.294	0.223
100	3.891	1.671	0.631	0.220	0.133	0.089	0.047
110	2.964	1.289	0.528	0.220	0.151	0.117	0.083
120	2.228	0.948	0.357	0.127	0.080	0.057	0.034
130	1.835	0.749	0.272	0.096	0.060	0.044	0.027
140	1.781	0.702	0.255	0.092	0.059	0.043	0.027
150	1.952	0.735	0.272	0.099	0.063	0.045	0.027
160	2.293	0.864	0.351	0.151	0.106	0.082	0.059
170	2.741	1.049	0.369	0.124	0.074	0.049	0.025
180	2.995	1.256	0.516	0.224	0.163	0.132	0.101
190	2.533	0.996	0.344	0.110	0.066	0.044	0.022
200	2.016	0.841	0.335	0.128	0.088	0.068	0.049
210	1.647	0.677	0.247	0.080	0.049	0.034	0.019
220	1.488	0.629	0.234	0.083	0.053	0.039	0.025
230	1.349	0.582	0.218	0.078	0.051	0.038	0.025
240	1.175	0.494	0.179	0.057	0.034	0.023	0.012
250	1.143	0.515	0.222	0.095	0.066	0.051	0.035
260	1.157	0.499	0.171	0.053	0.031	0.020	0.010
270	1.226	0.567	0.237	0.109	0.080	0.065	0.049
280	1.225	0.541	0.192	0.062	0.037	0.024	0.012
290	1.360	0.616	0.259	0.106	0.073	0.057	0.041
300	1.697	0.710	0.266	0.089	0.053	0.036	0.020
310	2.471	1.036	0.463	0.184	0.117	0.084	0.053
320	3.639	1.440	0.598	0.224	0.136	0.094	0.056
330	5.180	2.042	0.786	0.286	0.181	0.130	0.078
340	6.196	2.518	1.094	0.479	0.337	0.263	0.188
350	5.945	2.241	0.806	0.278	0.168	0.112	0.058
360	5.174	2.060	0.868	0.390	0.284	0.230	0.175

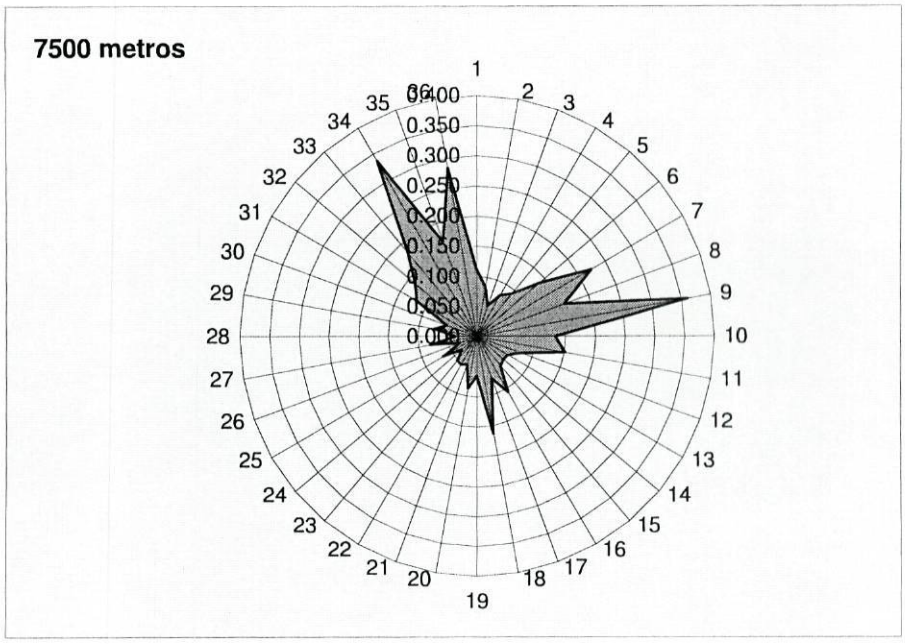
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4001

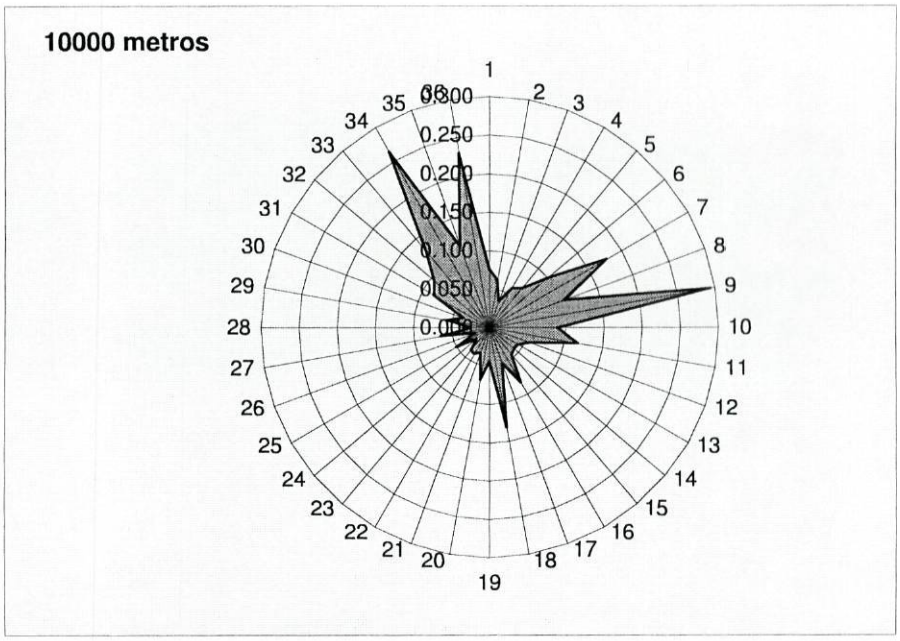


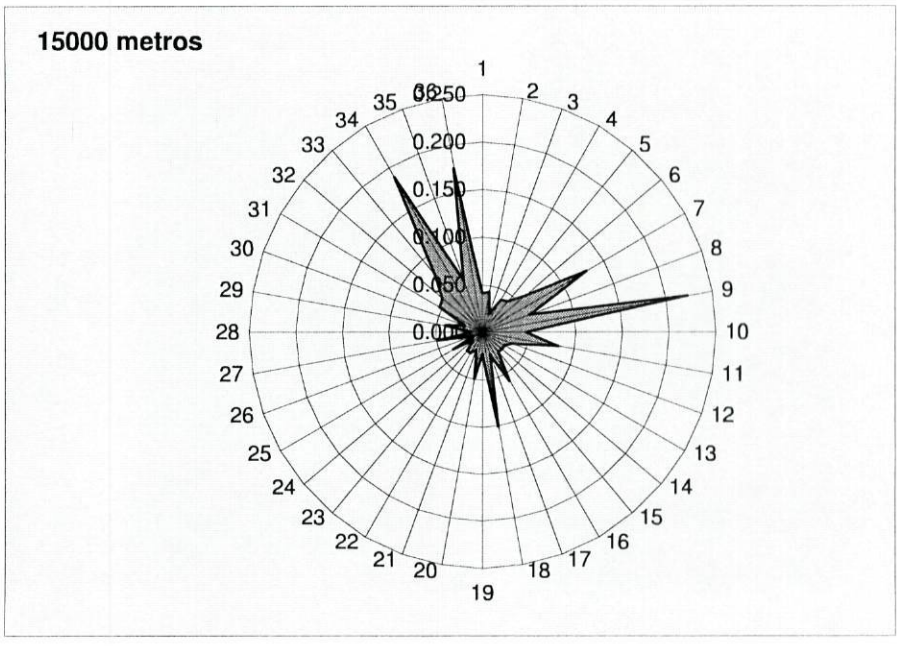



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
1.000
0.800
0.600
0.400
0.200


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050

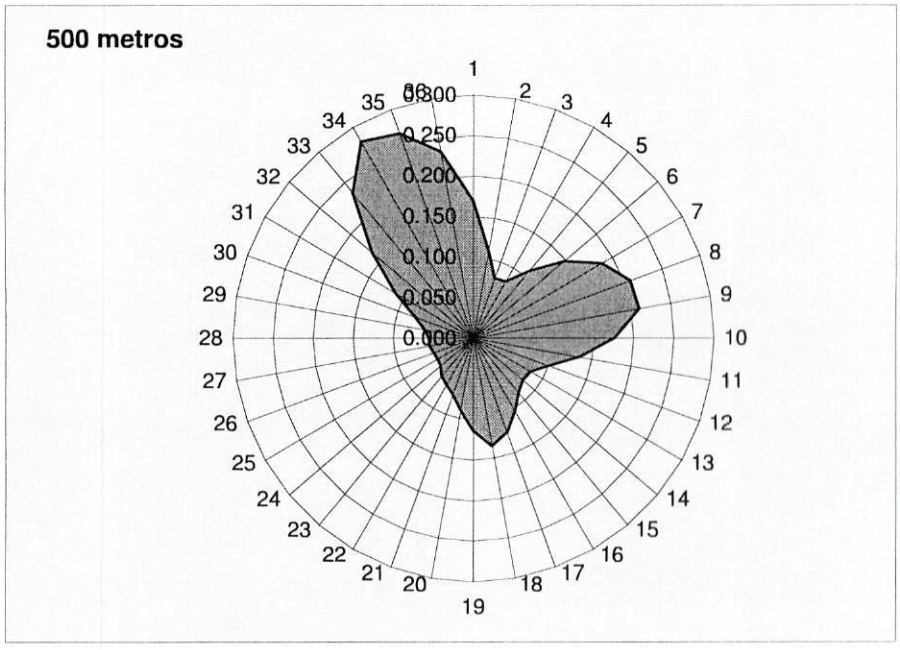

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050

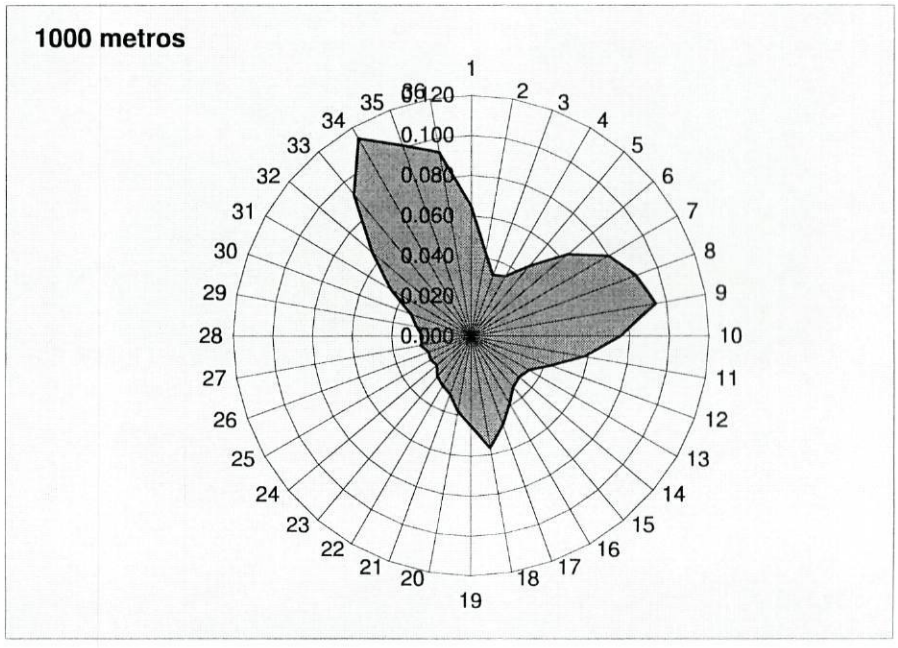
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4001

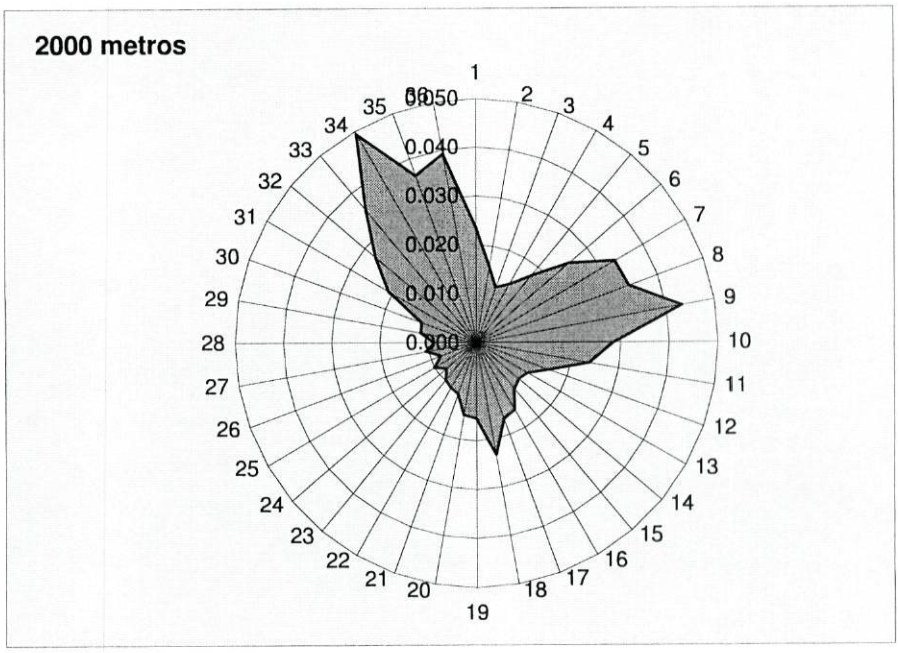
Tabela 3.28 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4001

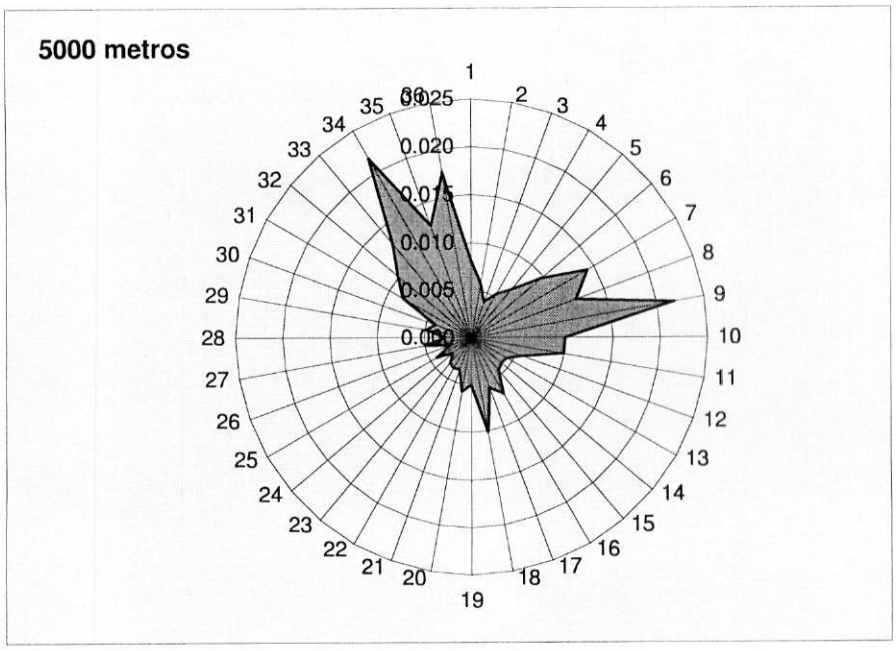
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.169	0.065	0.023	0.008	0.005	0.003	0.002
20	0.109	0.042	0.016	0.006	0.004	0.003	0.002
30	0.079	0.032	0.012	0.004	0.002	0.002	0.001
40	0.081	0.034	0.014	0.005	0.004	0.003	0.002
50	0.108	0.045	0.018	0.007	0.004	0.003	0.002
60	0.148	0.064	0.025	0.010	0.006	0.005	0.003
70	0.185	0.080	0.033	0.014	0.010	0.008	0.006
80	0.208	0.089	0.034	0.012	0.007	0.005	0.002
90	0.210	0.095	0.043	0.022	0.016	0.013	0.010
100	0.175	0.075	0.028	0.010	0.006	0.004	0.002
110	0.134	0.058	0.024	0.010	0.007	0.005	0.004
120	0.100	0.043	0.016	0.006	0.004	0.003	0.002
130	0.083	0.034	0.012	0.004	0.003	0.002	0.001
140	0.080	0.032	0.012	0.004	0.003	0.002	0.001
150	0.088	0.033	0.012	0.004	0.003	0.002	0.001
160	0.103	0.039	0.016	0.007	0.005	0.004	0.003
170	0.124	0.047	0.017	0.006	0.003	0.002	0.001
180	0.135	0.057	0.023	0.010	0.007	0.006	0.005
190	0.114	0.045	0.016	0.005	0.003	0.002	0.001
200	0.091	0.038	0.015	0.006	0.004	0.003	0.002
210	0.074	0.031	0.011	0.004	0.002	0.002	0.001
220	0.067	0.028	0.011	0.004	0.002	0.002	0.001
230	0.061	0.026	0.010	0.003	0.002	0.002	0.001
240	0.053	0.022	0.008	0.003	0.002	0.001	0.001
250	0.052	0.023	0.010	0.004	0.003	0.002	0.002
260	0.052	0.023	0.008	0.002	0.001	0.001	0.000
270	0.055	0.026	0.011	0.005	0.004	0.003	0.002
280	0.055	0.024	0.009	0.003	0.002	0.001	0.001
290	0.061	0.028	0.012	0.005	0.003	0.003	0.002
300	0.077	0.032	0.012	0.004	0.002	0.002	0.001
310	0.111	0.047	0.021	0.008	0.005	0.004	0.002
320	0.164	0.065	0.027	0.010	0.006	0.004	0.003
330	0.234	0.092	0.035	0.013	0.008	0.006	0.004
340	0.279	0.114	0.049	0.022	0.015	0.012	0.008
350	0.268	0.101	0.036	0.013	0.008	0.005	0.003
360	0.233	0.093	0.039	0.018	0.013	0.010	0.008

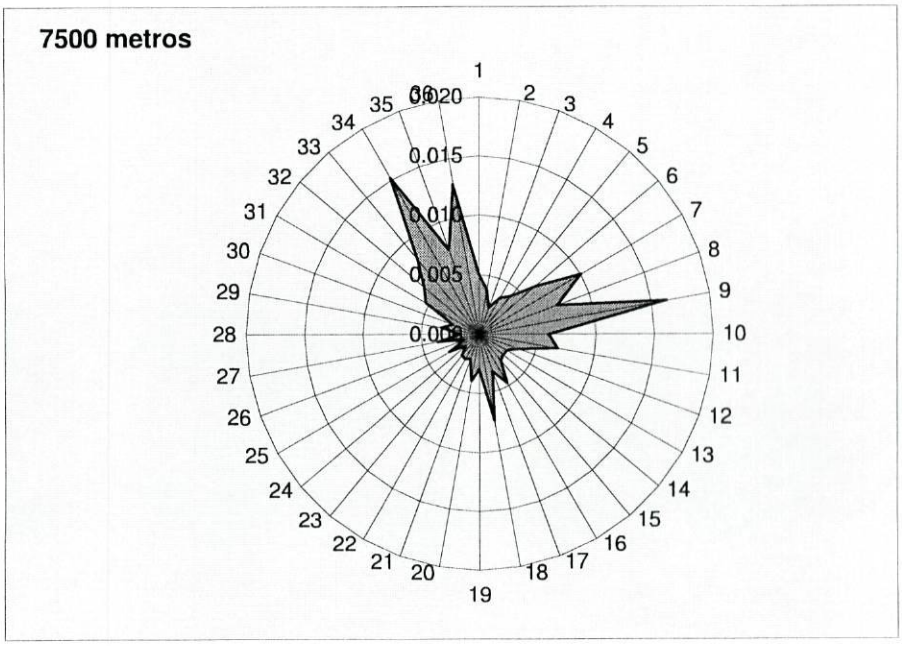
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4001

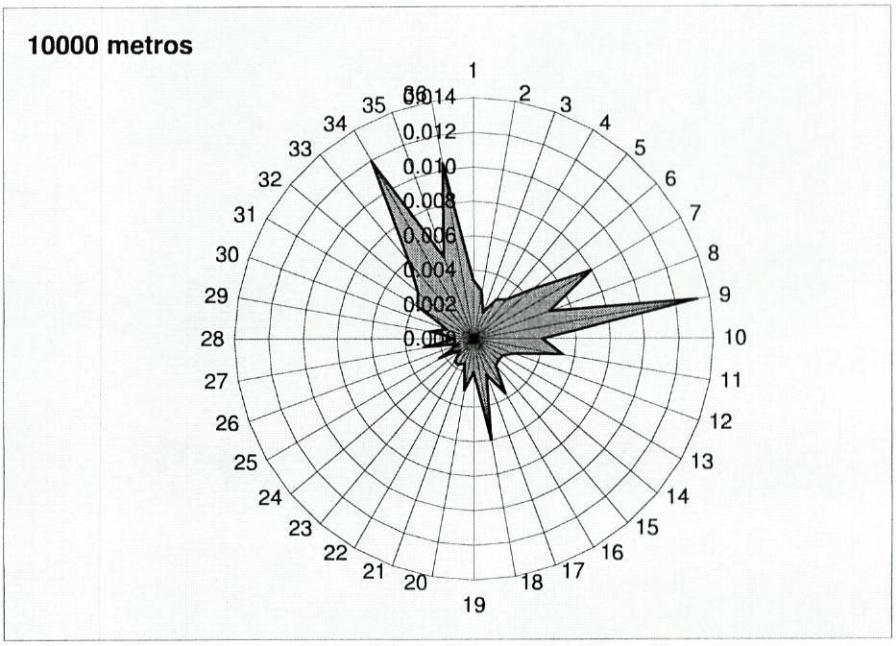


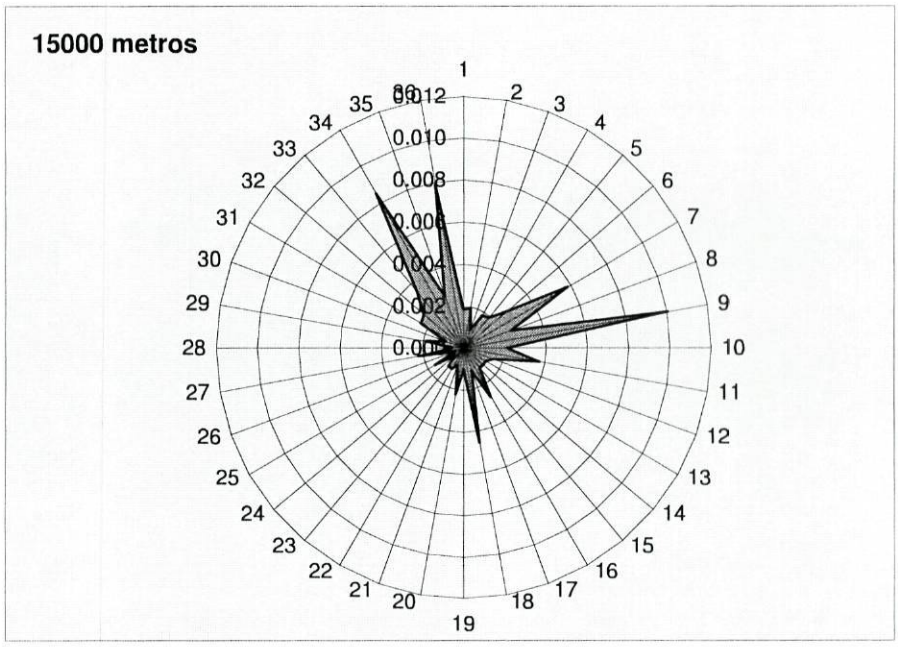



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.040
0.030
0.020
0.010


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.020
0.010
0.005


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.020
0.015
0.010
0.005


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.014
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002

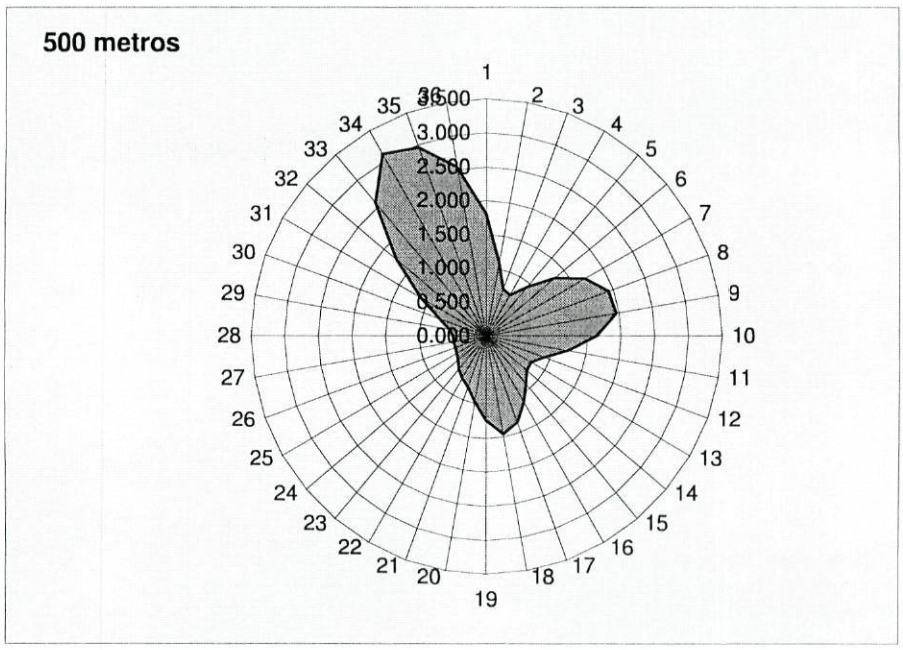

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0.000

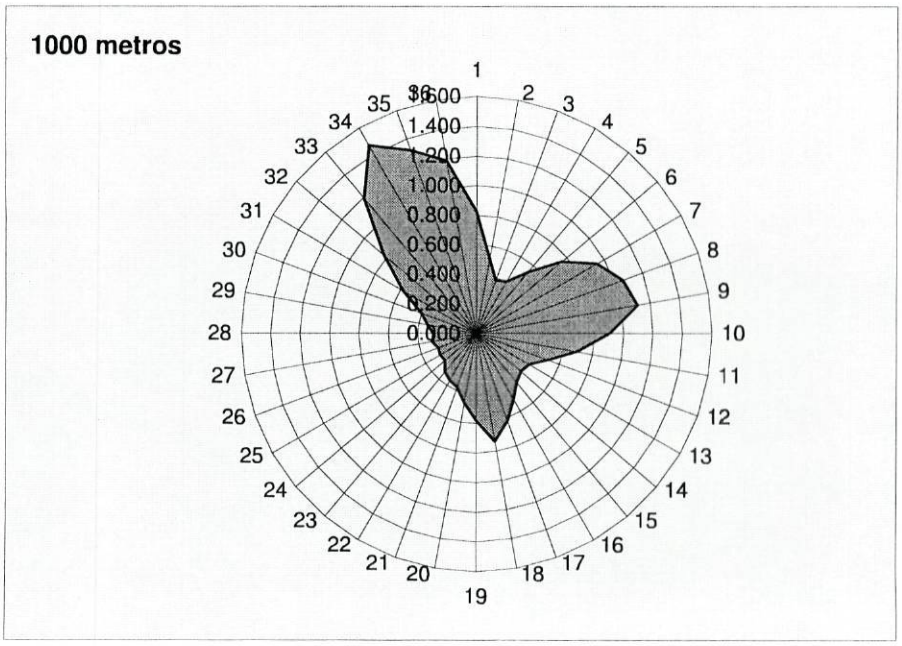
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4002

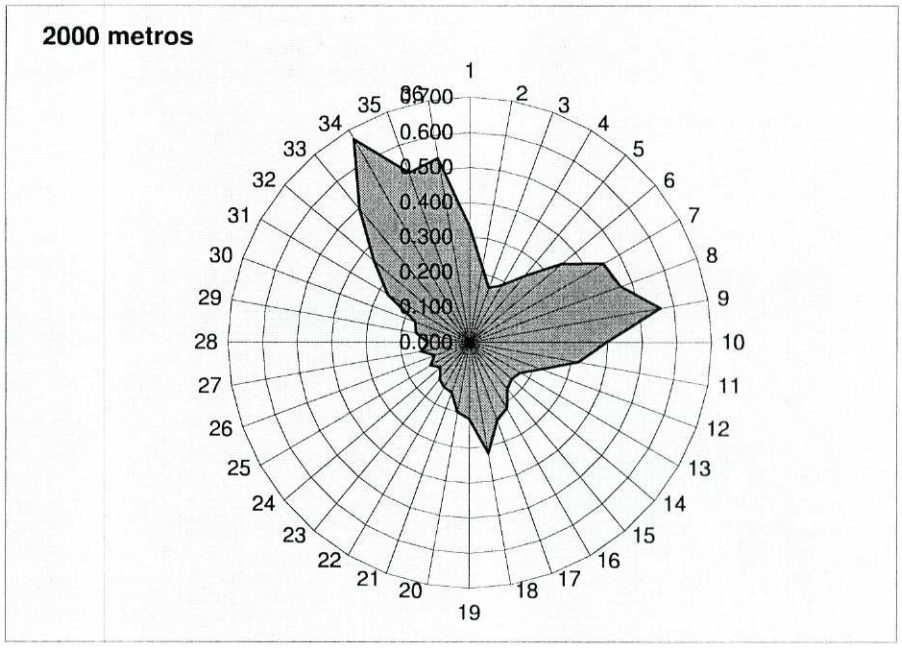
Tabela 3.29 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4002

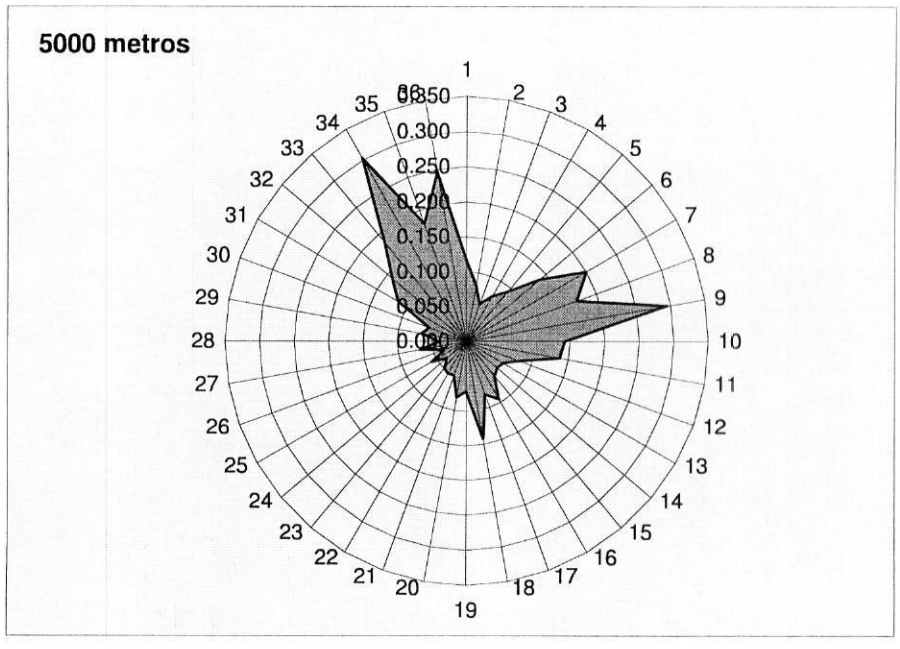
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	1.807	0.824	0.330	0.117	0.072	0.049	0.027
20	1.107	0.516	0.217	0.082	0.053	0.040	0.028
30	0.729	0.382	0.165	0.058	0.035	0.024	0.013
40	0.701	0.405	0.188	0.075	0.051	0.038	0.026
50	0.937	0.541	0.246	0.094	0.060	0.043	0.027
60	1.315	0.752	0.347	0.138	0.090	0.065	0.039
70	1.685	0.943	0.447	0.200	0.143	0.114	0.083
80	1.934	1.060	0.467	0.170	0.102	0.068	0.035
90	1.959	1.114	0.562	0.295	0.224	0.185	0.142
100	1.637	0.904	0.394	0.142	0.086	0.058	0.030
110	1.227	0.695	0.319	0.137	0.096	0.075	0.053
120	0.915	0.517	0.222	0.082	0.052	0.037	0.022
130	0.769	0.415	0.171	0.062	0.039	0.028	0.018
140	0.782	0.396	0.160	0.059	0.038	0.028	0.018
150	0.914	0.427	0.172	0.064	0.041	0.029	0.018
160	1.115	0.505	0.217	0.096	0.067	0.053	0.038
170	1.342	0.618	0.236	0.080	0.048	0.032	0.017
180	1.464	0.731	0.319	0.142	0.104	0.085	0.065
190	1.241	0.580	0.218	0.072	0.043	0.028	0.015
200	0.978	0.469	0.200	0.081	0.056	0.044	0.032
210	0.795	0.381	0.151	0.051	0.032	0.022	0.013
220	0.711	0.360	0.146	0.053	0.035	0.025	0.016
230	0.638	0.333	0.136	0.050	0.033	0.025	0.016
240	0.545	0.280	0.110	0.037	0.022	0.015	0.008
250	0.506	0.283	0.131	0.059	0.041	0.032	0.023
260	0.489	0.276	0.108	0.035	0.020	0.013	0.007
270	0.499	0.306	0.142	0.068	0.050	0.041	0.031
280	0.496	0.295	0.121	0.041	0.024	0.016	0.008
290	0.561	0.334	0.157	0.066	0.046	0.036	0.026
300	0.737	0.394	0.167	0.058	0.035	0.024	0.013
310	1.132	0.575	0.274	0.115	0.074	0.054	0.034
320	1.749	0.820	0.362	0.140	0.087	0.060	0.036
330	2.575	1.194	0.495	0.184	0.118	0.084	0.051
340	3.105	1.466	0.670	0.303	0.215	0.169	0.121
350	2.962	1.317	0.516	0.180	0.109	0.073	0.038
360	2.539	1.186	0.534	0.247	0.181	0.148	0.113

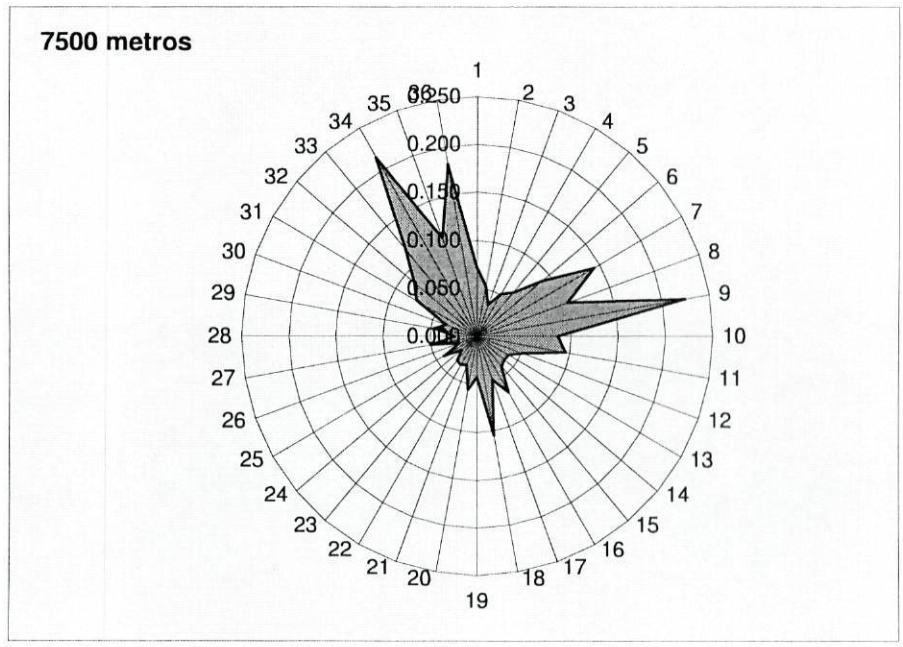
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – fonte ST4002

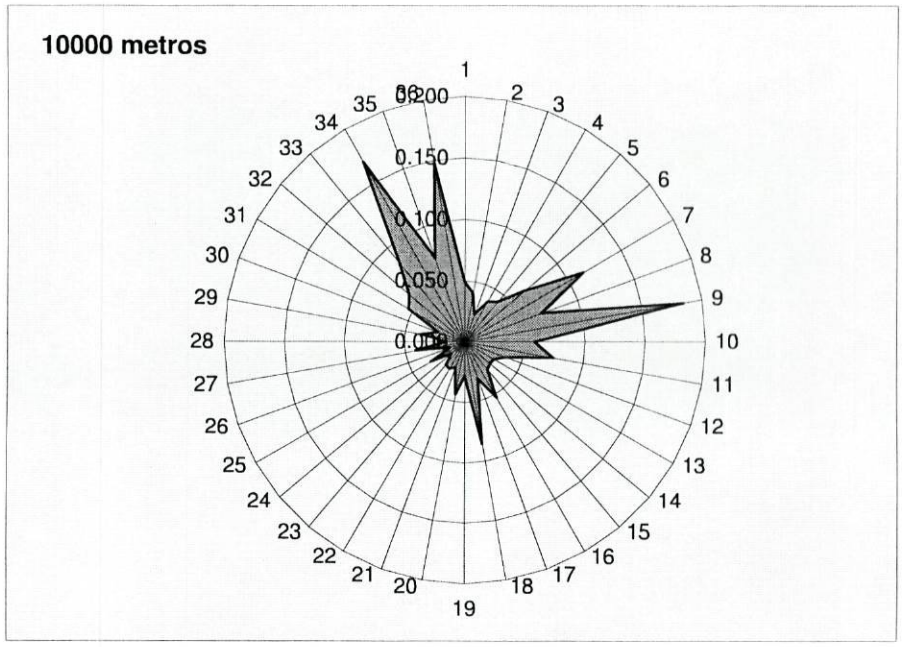


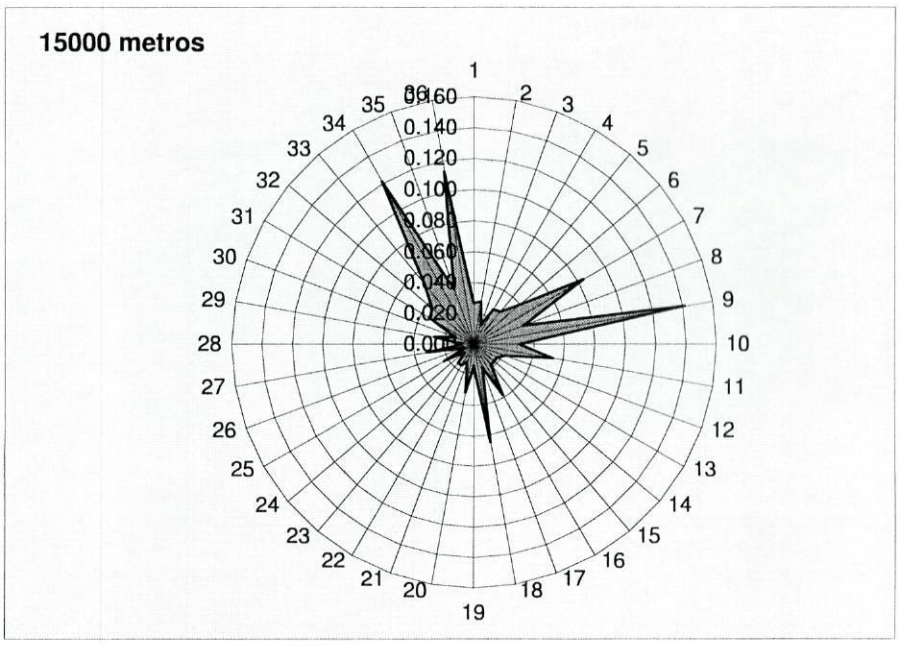



2000 metros
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


5000 metros
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.200
0.150
0.100
0.050


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.200
0.150
0.100
0.050

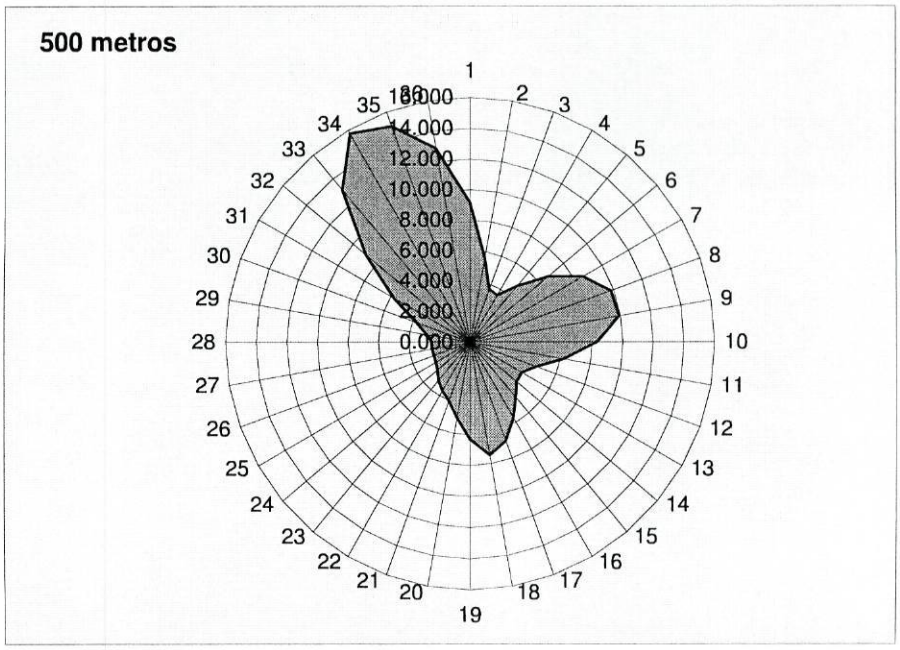

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.160
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020

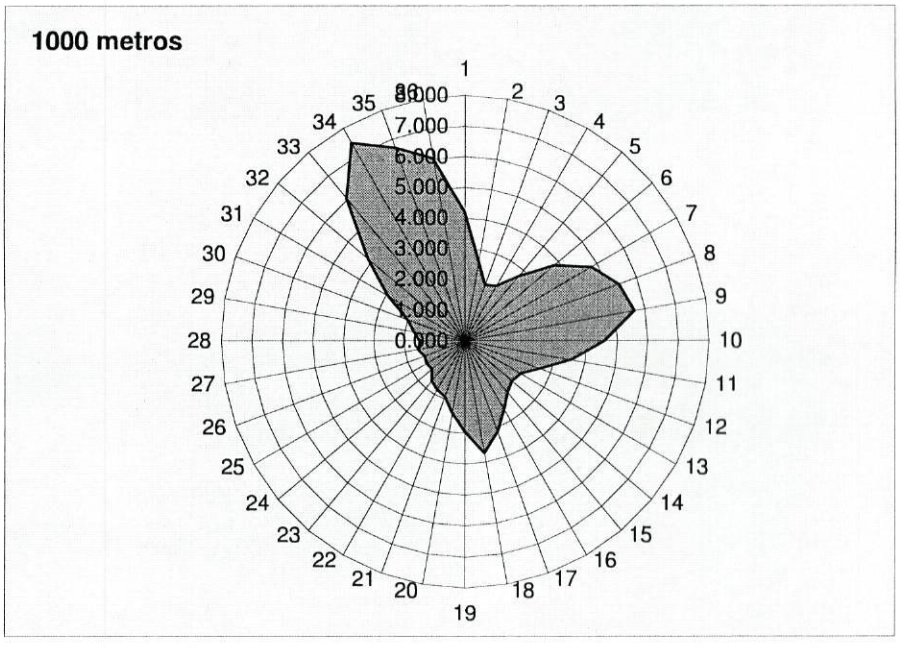
Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4002

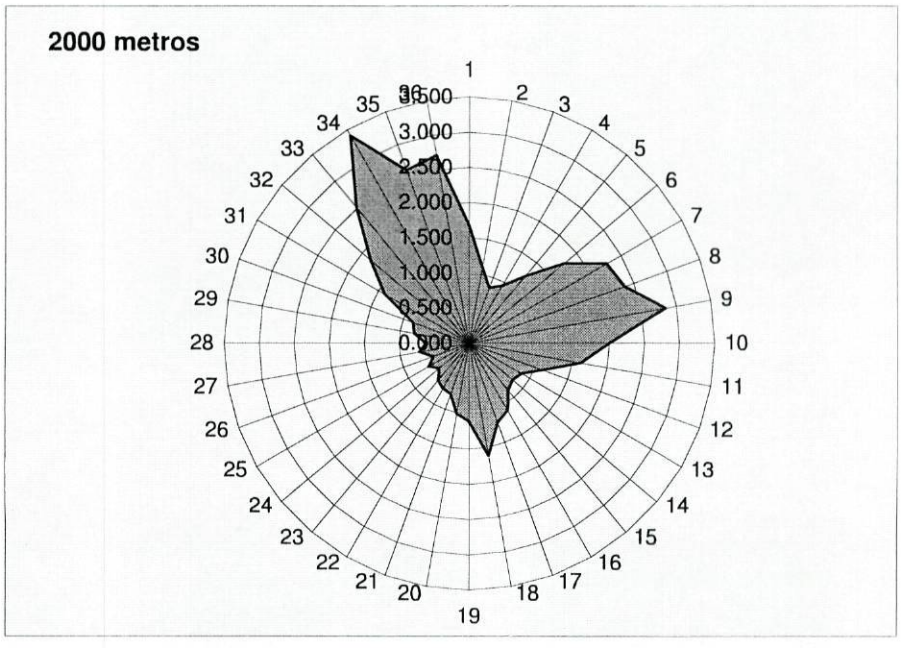
Tabela 3.30 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4002

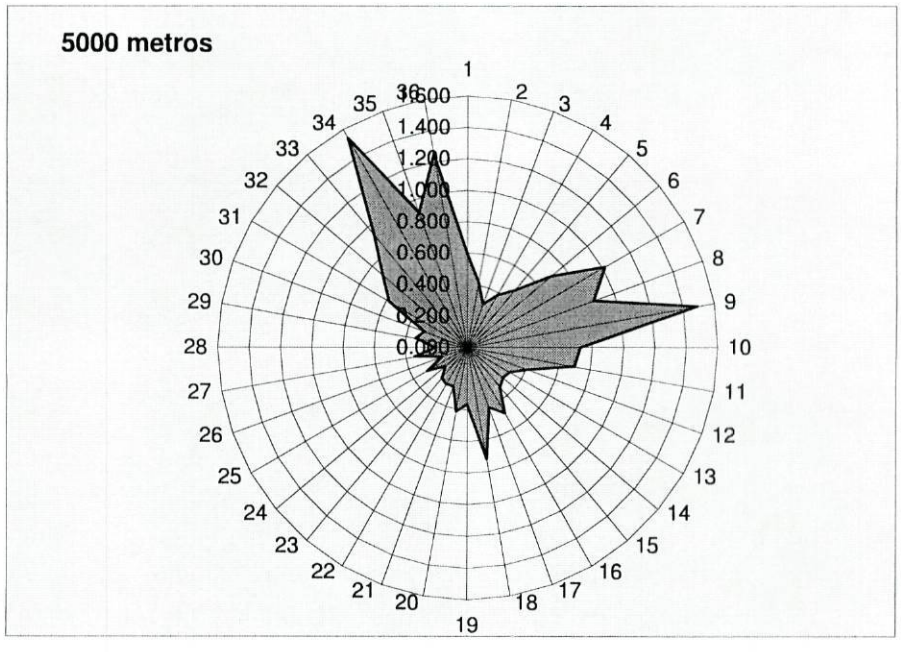
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu.m^{-3}$						
10	9.164	4.178	1.675	0.596	0.366	0.250	0.135
20	5.617	2.617	1.099	0.415	0.271	0.204	0.142
30	3.700	1.935	0.838	0.293	0.177	0.121	0.067
40	3.553	2.054	0.951	0.382	0.256	0.194	0.131
50	4.753	2.743	1.247	0.476	0.303	0.218	0.139
60	6.672	3.816	1.761	0.700	0.455	0.329	0.199
70	8.545	4.784	2.268	1.014	0.724	0.576	0.423
80	9.809	5.376	2.367	0.860	0.518	0.345	0.178
90	9.936	5.650	2.848	1.494	1.135	0.936	0.718
100	8.301	4.584	2.000	0.722	0.438	0.295	0.154
110	6.221	3.524	1.620	0.695	0.485	0.378	0.269
120	4.640	2.623	1.125	0.414	0.263	0.187	0.112
130	3.903	2.106	0.865	0.312	0.198	0.143	0.090
140	3.967	2.008	0.813	0.299	0.192	0.140	0.089
150	4.636	2.164	0.872	0.326	0.208	0.149	0.090
160	5.656	2.559	1.098	0.485	0.342	0.269	0.194
170	6.809	3.135	1.195	0.408	0.245	0.163	0.084
180	7.427	3.706	1.619	0.722	0.530	0.432	0.330
190	6.294	2.942	1.106	0.363	0.216	0.144	0.074
200	4.958	2.376	1.017	0.411	0.286	0.224	0.161
210	4.032	1.930	0.767	0.261	0.161	0.112	0.064
220	3.607	1.828	0.741	0.269	0.175	0.129	0.083
230	3.238	1.689	0.688	0.252	0.167	0.125	0.082
240	2.767	1.418	0.560	0.186	0.110	0.074	0.041
250	2.567	1.435	0.662	0.297	0.209	0.163	0.115
260	2.481	1.402	0.545	0.176	0.102	0.067	0.033
270	2.530	1.551	0.722	0.343	0.255	0.208	0.159
280	2.514	1.494	0.616	0.206	0.121	0.080	0.040
290	2.845	1.694	0.795	0.337	0.236	0.185	0.133
300	3.737	2.001	0.849	0.292	0.176	0.119	0.066
310	5.739	2.917	1.392	0.581	0.376	0.273	0.172
320	8.870	4.157	1.835	0.711	0.440	0.307	0.183
330	13.059	6.058	2.513	0.935	0.596	0.427	0.257
340	15.751	7.438	3.400	1.536	1.090	0.858	0.616
350	15.023	6.682	2.615	0.914	0.552	0.370	0.192
360	12.880	6.013	2.710	1.252	0.920	0.749	0.572

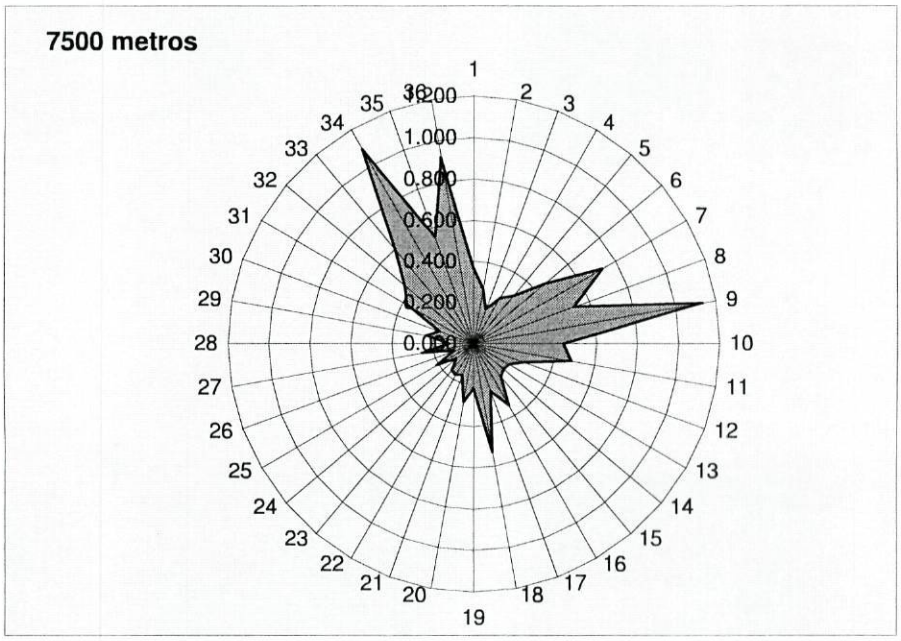
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – fonte ST4002

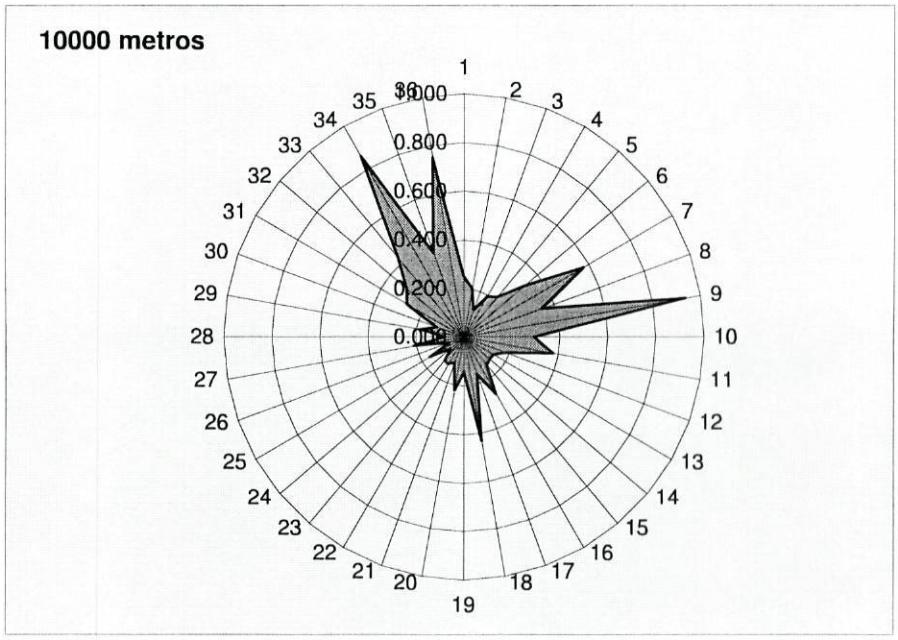


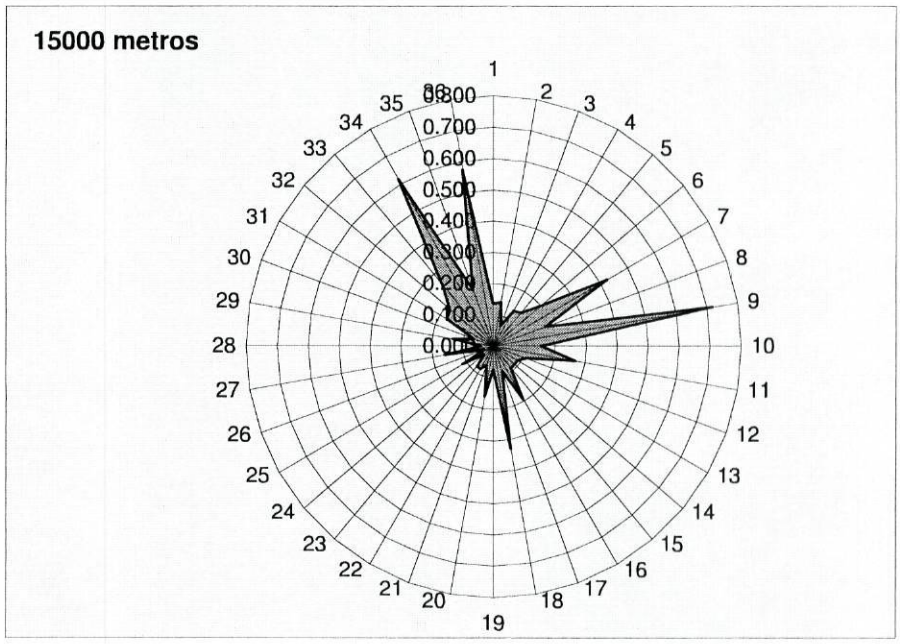



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500
0.000


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
1.400
1.200
1.000
0.800
0.600
0.400
0.200
0.000


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
1.200
1.000
0.800
0.600
0.400
0.200


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.800
0.600
0.400
0.200

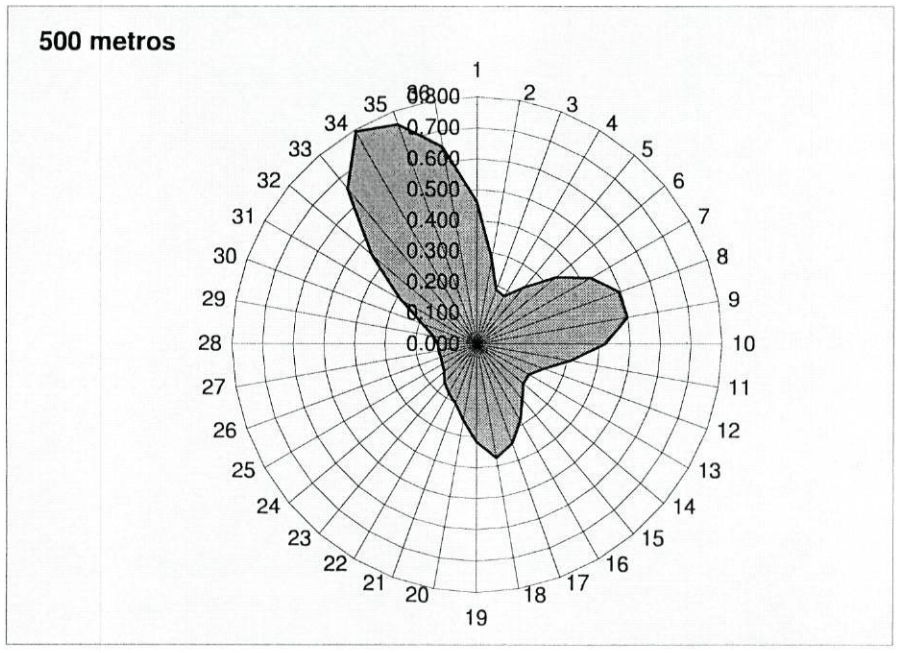

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.800
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100

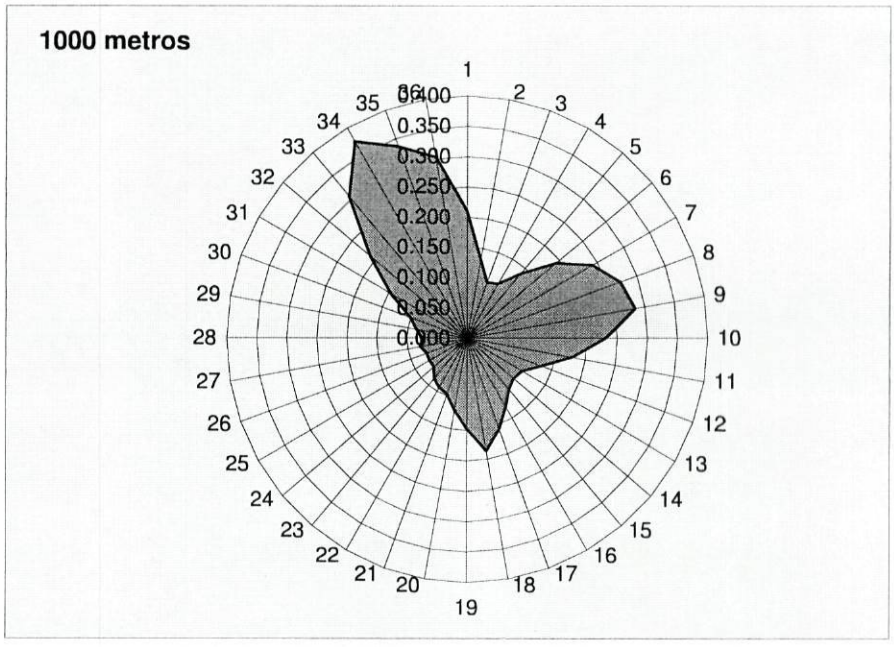
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4002

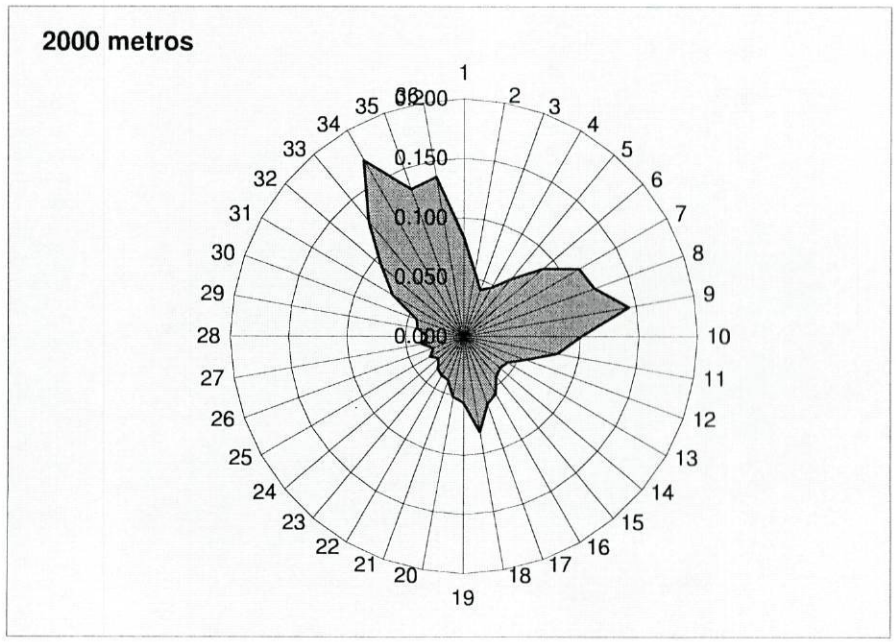
Tabela 3.31 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4002

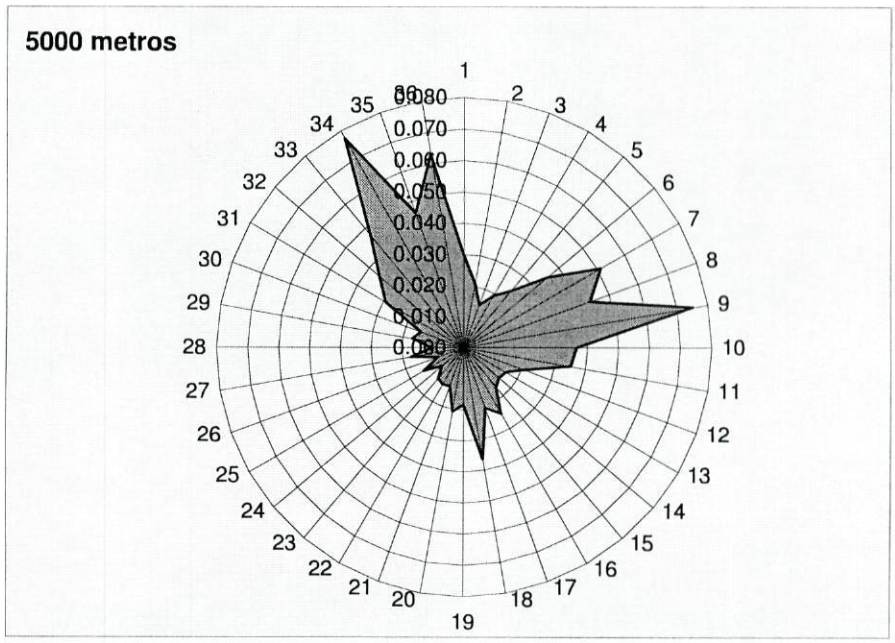
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	0.461	0.210	0.084	0.030	0.018	0.013	0.007
20	0.283	0.132	0.055	0.021	0.014	0.010	0.007
30	0.186	0.097	0.042	0.015	0.009	0.006	0.003
40	0.179	0.103	0.048	0.019	0.013	0.010	0.007
50	0.239	0.138	0.063	0.024	0.015	0.011	0.007
60	0.336	0.192	0.089	0.035	0.023	0.017	0.010
70	0.430	0.241	0.114	0.051	0.036	0.029	0.021
80	0.494	0.271	0.119	0.043	0.026	0.017	0.009
90	0.500	0.285	0.143	0.075	0.057	0.047	0.036
100	0.418	0.231	0.101	0.036	0.022	0.015	0.008
110	0.313	0.177	0.082	0.035	0.024	0.019	0.014
120	0.234	0.132	0.057	0.021	0.013	0.009	0.006
130	0.197	0.106	0.044	0.016	0.010	0.007	0.005
140	0.200	0.101	0.041	0.015	0.010	0.007	0.005
150	0.233	0.109	0.044	0.016	0.010	0.008	0.005
160	0.285	0.129	0.055	0.024	0.017	0.014	0.010
170	0.343	0.158	0.060	0.021	0.012	0.008	0.004
180	0.374	0.187	0.082	0.036	0.027	0.022	0.017
190	0.317	0.148	0.056	0.018	0.011	0.007	0.004
200	0.250	0.120	0.051	0.021	0.014	0.011	0.008
210	0.203	0.097	0.039	0.013	0.008	0.006	0.003
220	0.182	0.092	0.037	0.014	0.009	0.007	0.004
230	0.163	0.085	0.035	0.013	0.008	0.006	0.004
240	0.139	0.071	0.028	0.009	0.006	0.004	0.002
250	0.129	0.072	0.033	0.015	0.011	0.008	0.006
260	0.125	0.071	0.027	0.009	0.005	0.003	0.002
270	0.127	0.078	0.036	0.017	0.013	0.010	0.008
280	0.127	0.075	0.031	0.010	0.006	0.004	0.002
290	0.143	0.085	0.040	0.017	0.012	0.009	0.007
300	0.188	0.101	0.043	0.015	0.009	0.006	0.003
310	0.289	0.147	0.070	0.029	0.019	0.014	0.009
320	0.447	0.209	0.092	0.036	0.022	0.015	0.009
330	0.658	0.305	0.127	0.047	0.030	0.022	0.013
340	0.793	0.375	0.171	0.077	0.055	0.043	0.031
350	0.756	0.336	0.132	0.046	0.028	0.019	0.010
360	0.649	0.303	0.136	0.063	0.046	0.038	0.029

Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – fonte ST4002

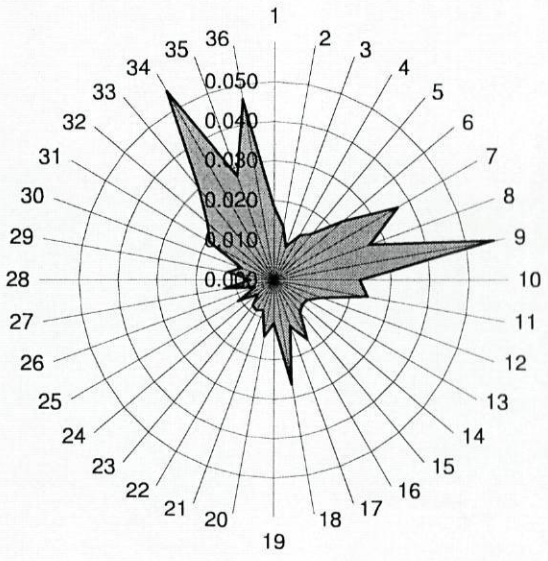




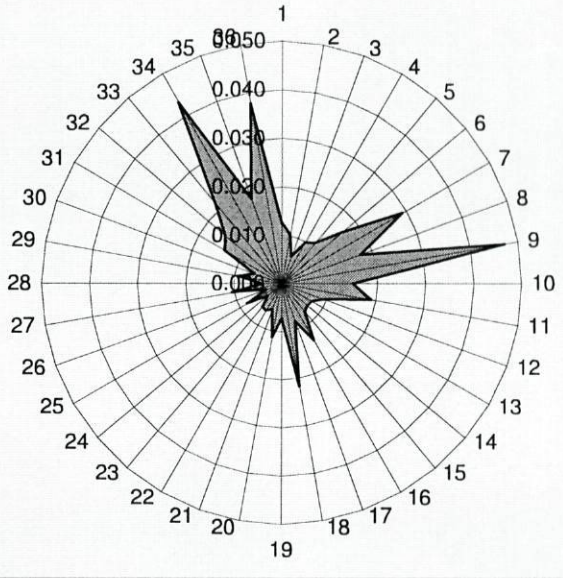

2000 metros
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

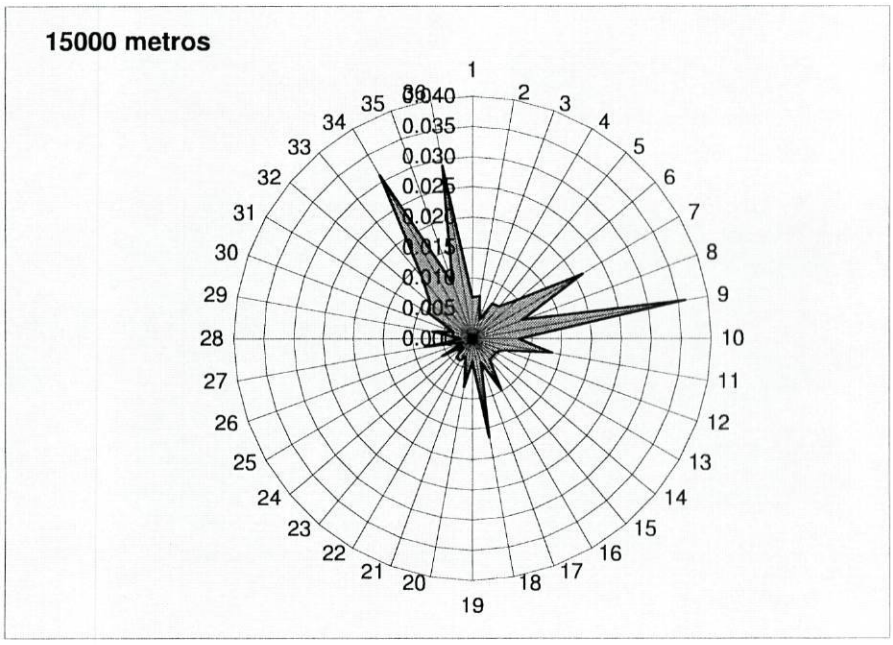

5000 metros
0.080
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

7500 metros



10000 metros



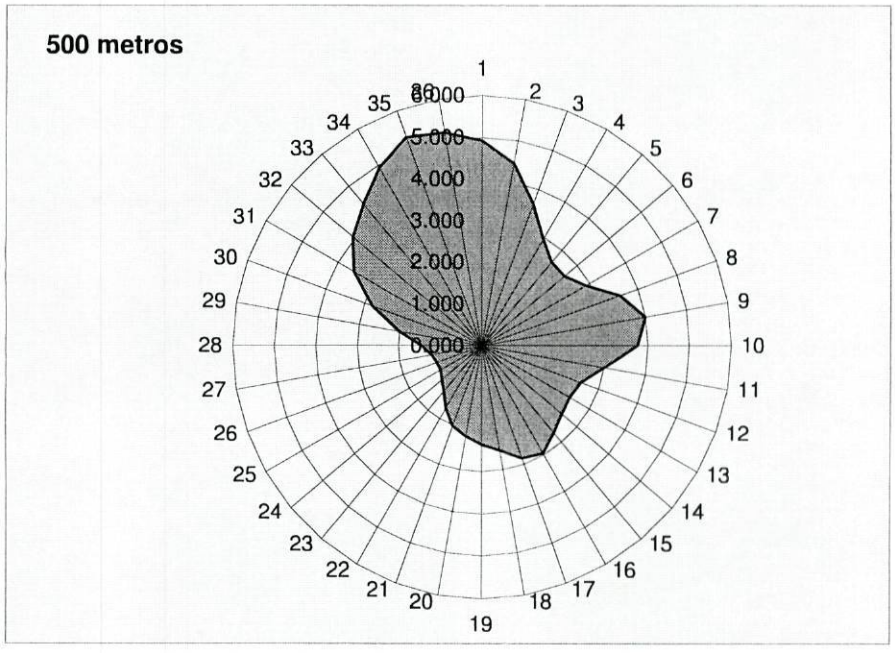

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005

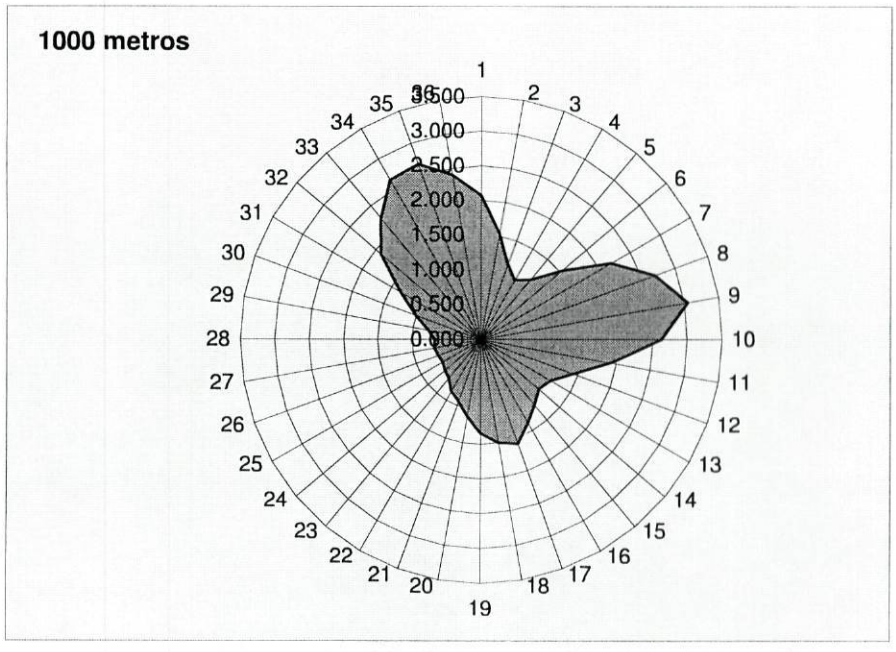
Monitorização contínua 1º semestre de NOx – todas as fontes

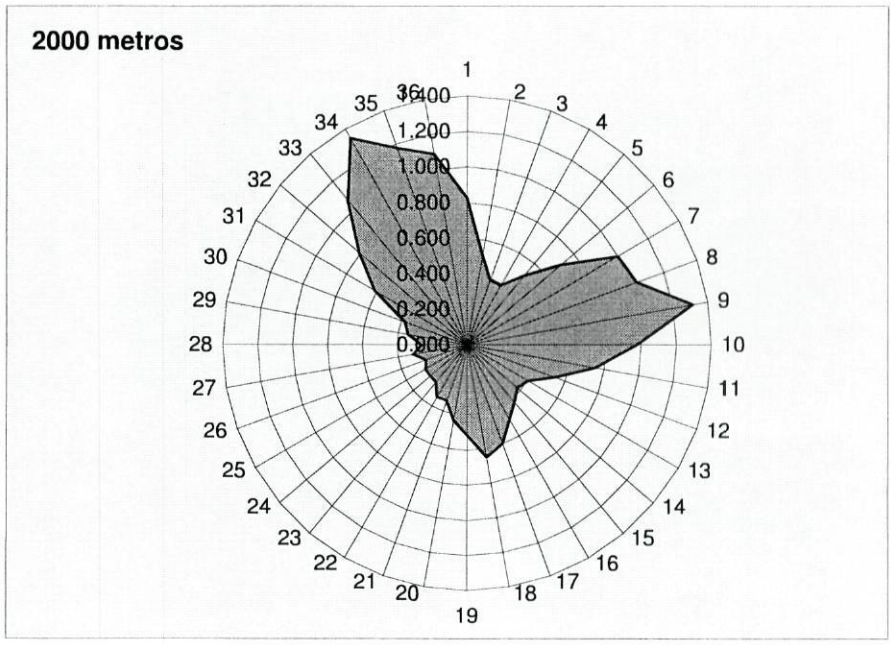
Tabela 3.32 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de NOx – todas as fontes

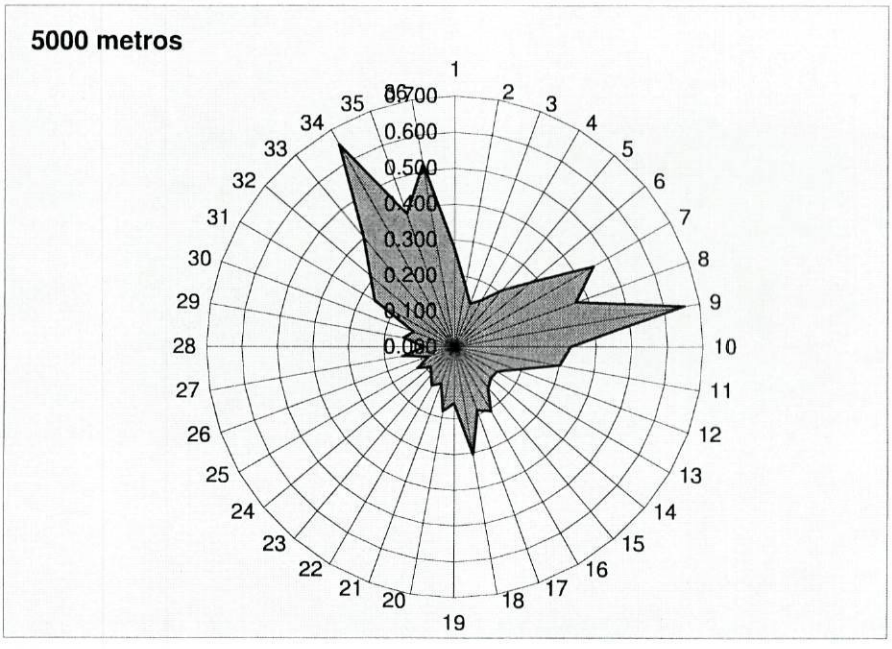
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	4.921	2.069	0.828	0.277	0.167	0.114	0.061
20	4.446	1.545	0.518	0.175	0.112	0.083	0.057
30	3.631	1.145	0.391	0.130	0.078	0.053	0.029
40	2.960	0.977	0.385	0.152	0.102	0.077	0.052
50	2.622	1.113	0.511	0.207	0.133	0.096	0.061
60	2.596	1.538	0.697	0.281	0.184	0.133	0.081
70	2.903	2.183	0.998	0.452	0.323	0.257	0.188
80	3.546	2.693	1.038	0.365	0.219	0.146	0.075
90	4.003	3.050	1.312	0.658	0.495	0.407	0.310
100	3.753	2.625	0.977	0.328	0.196	0.131	0.068
110	2.997	1.928	0.749	0.301	0.207	0.160	0.114
120	2.549	1.431	0.539	0.187	0.117	0.082	0.049
130	2.458	1.168	0.404	0.139	0.087	0.063	0.039
140	2.525	1.104	0.379	0.134	0.085	0.062	0.039
150	2.711	1.217	0.423	0.149	0.093	0.066	0.040
160	2.961	1.378	0.490	0.206	0.145	0.114	0.082
170	2.847	1.591	0.599	0.189	0.111	0.073	0.037
180	2.533	1.504	0.651	0.303	0.225	0.185	0.142
190	2.364	1.350	0.514	0.158	0.093	0.061	0.031
200	2.194	1.116	0.438	0.182	0.128	0.100	0.072
210	2.030	0.938	0.336	0.109	0.066	0.046	0.026
220	1.715	0.851	0.340	0.125	0.081	0.060	0.038
230	1.414	0.720	0.275	0.100	0.067	0.050	0.033
240	1.240	0.679	0.271	0.087	0.051	0.034	0.018
250	1.133	0.638	0.273	0.120	0.085	0.066	0.047
260	1.143	0.654	0.249	0.079	0.046	0.030	0.015
270	1.207	0.682	0.312	0.149	0.111	0.091	0.069
280	1.442	0.671	0.261	0.085	0.050	0.033	0.017
290	2.007	0.775	0.341	0.146	0.102	0.080	0.057
300	2.807	1.003	0.375	0.122	0.073	0.049	0.027
310	3.560	1.340	0.609	0.260	0.167	0.120	0.075
320	4.062	1.895	0.807	0.311	0.191	0.133	0.079
330	4.439	2.273	1.061	0.400	0.253	0.181	0.108
340	4.936	2.645	1.339	0.652	0.470	0.372	0.268
350	5.329	2.680	1.174	0.397	0.237	0.158	0.082
360	5.207	2.402	1.087	0.521	0.388	0.318	0.245

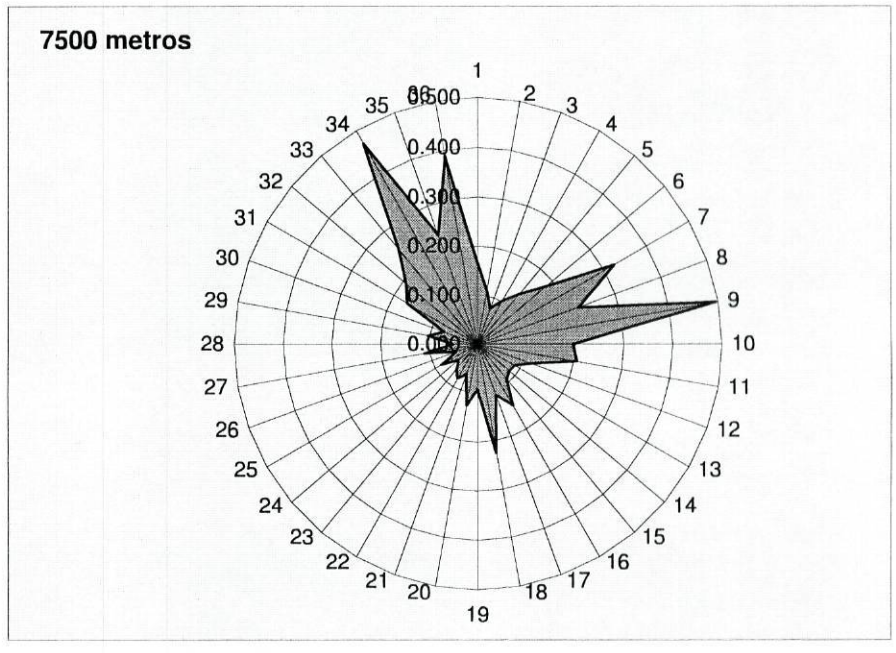
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de NOx – todas as fontes

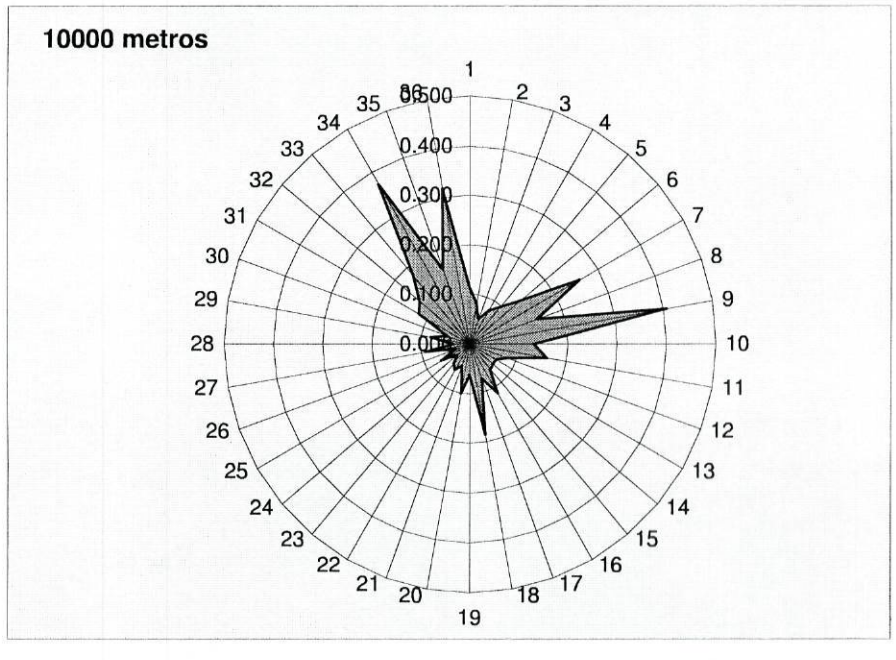


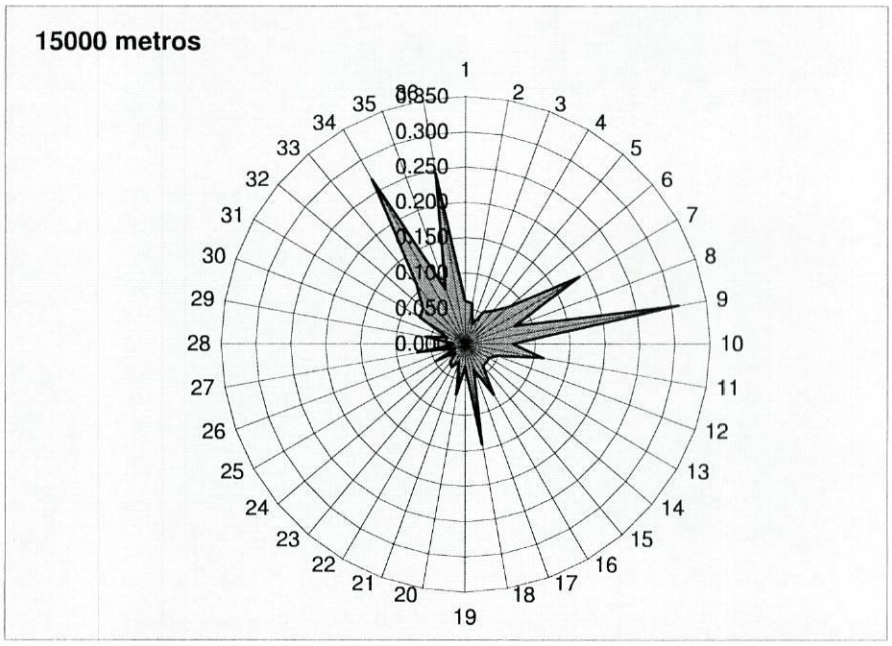



2000 metros
1.400
1.200
1.000
0.800
0.600
0.400
0.200
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


5000 metros
0.700
0.600
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
0.000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36


7500 metros
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


10000 metros
0.500
0.400
0.300
0.200
0.100
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

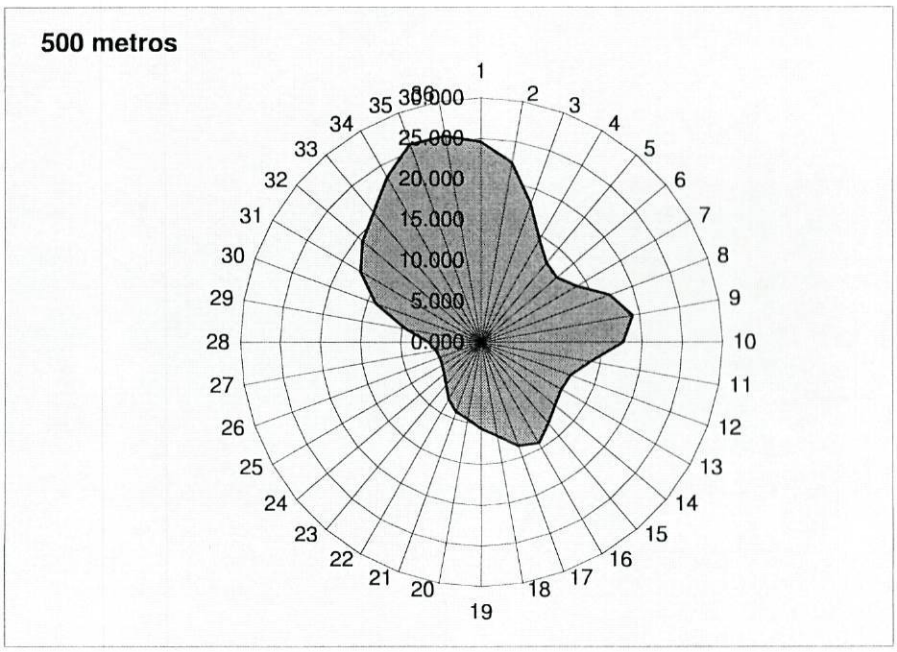

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050
0.000

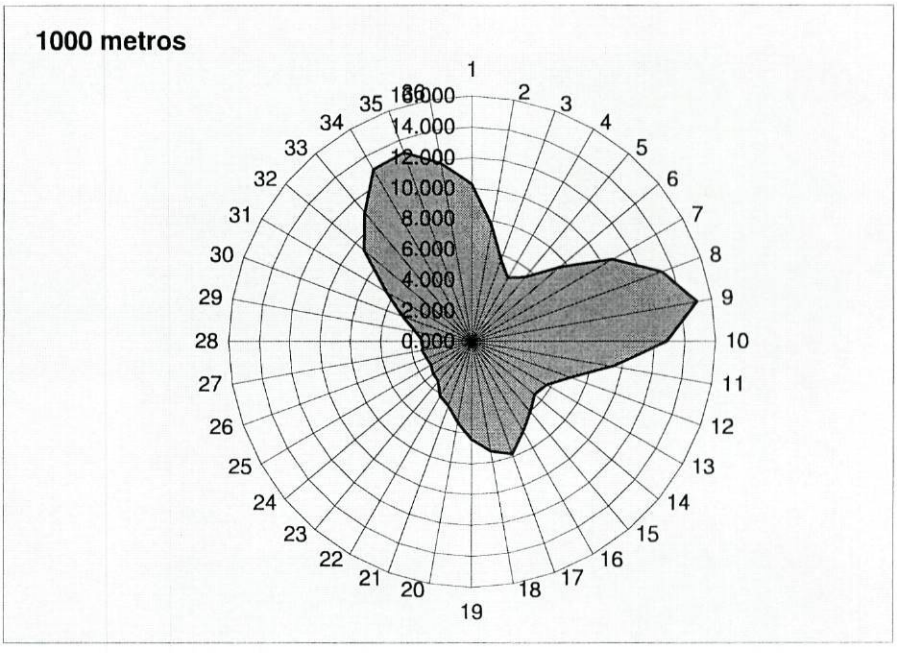
Monitorização contínua 1º semestre de SO2 – todas as fontes

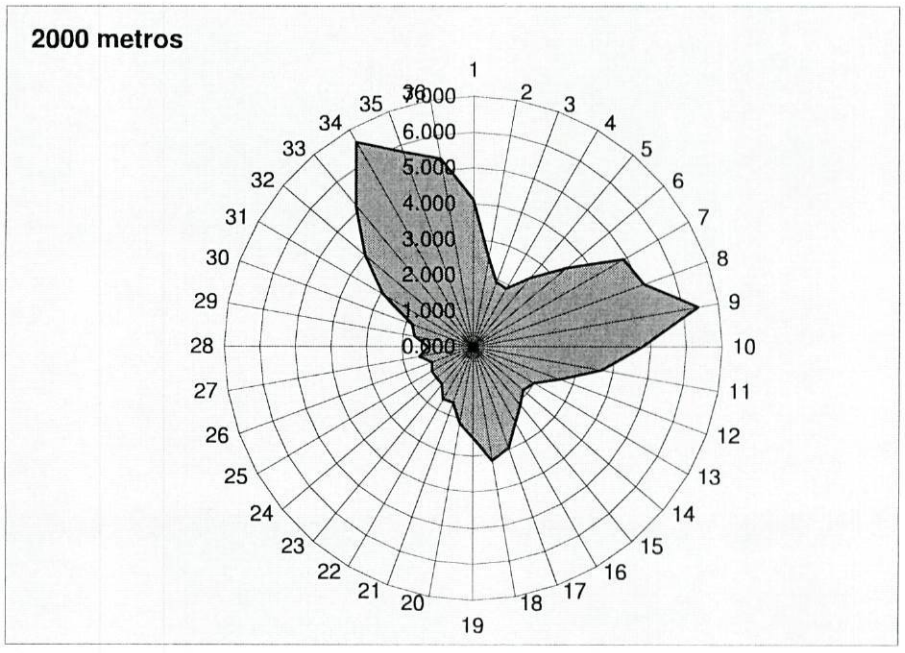
Tabela 3.33 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – todas as fontes

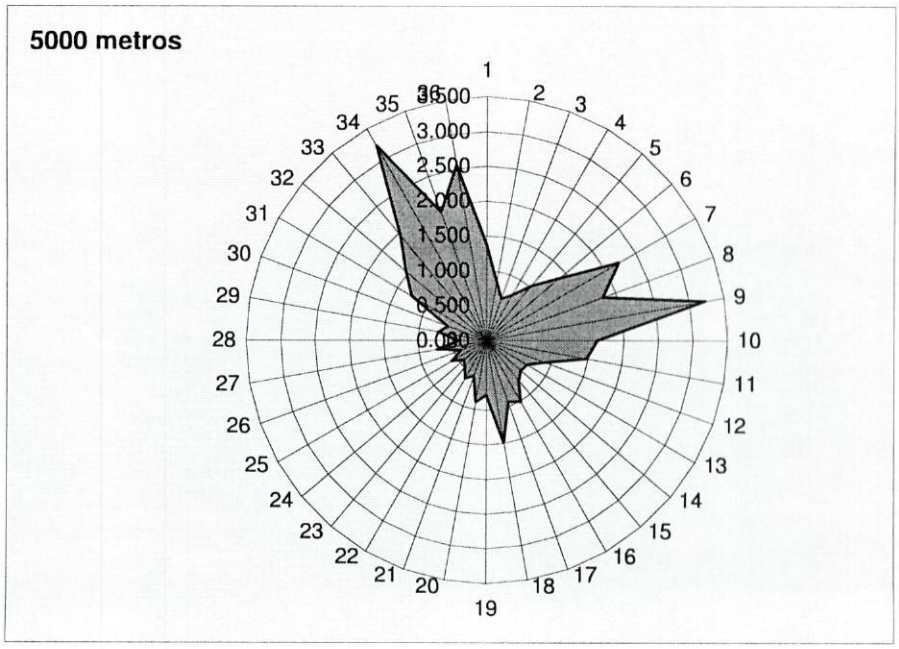
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	24.571	10.292	4.115	1.373	0.828	0.562	0.302
20	22.317	7.671	2.545	0.856	0.547	0.407	0.280
30	18.124	5.682	1.934	0.638	0.381	0.260	0.145
40	14.575	4.789	1.880	0.742	0.499	0.378	0.256
50	12.687	5.456	2.512	1.017	0.652	0.472	0.299
60	12.322	7.537	3.429	1.384	0.905	0.656	0.398
70	13.707	10.672	4.887	2.220	1.590	1.265	0.927
80	16.928	13.283	5.124	1.798	1.079	0.719	0.368
90	19.110	15.011	6.428	3.225	2.429	1.996	1.524
100	17.615	12.795	4.770	1.609	0.961	0.643	0.335
110	13.868	9.425	3.682	1.481	1.018	0.789	0.559
120	11.817	6.953	2.617	0.916	0.571	0.403	0.239
130	11.513	5.682	1.988	0.683	0.430	0.310	0.195
140	11.997	5.399	1.857	0.658	0.420	0.305	0.194
150	13.044	5.984	2.094	0.739	0.460	0.326	0.195
160	14.311	6.782	2.401	1.011	0.713	0.560	0.404
170	13.574	7.847	2.968	0.935	0.549	0.363	0.185
180	11.698	7.290	3.184	1.490	1.110	0.912	0.702
190	10.586	6.410	2.508	0.776	0.456	0.301	0.155
200	9.558	5.352	2.142	0.896	0.629	0.495	0.357
210	9.079	4.471	1.630	0.533	0.326	0.226	0.129
220	8.007	4.133	1.669	0.615	0.400	0.294	0.188
230	6.742	3.403	1.334	0.493	0.328	0.246	0.162
240	5.965	3.300	1.330	0.430	0.250	0.167	0.091
250	5.572	3.046	1.330	0.589	0.416	0.325	0.230
260	5.442	3.129	1.220	0.390	0.226	0.147	0.073
270	5.691	3.290	1.523	0.733	0.547	0.448	0.342
280	6.509	3.210	1.271	0.418	0.247	0.162	0.081
290	9.438	3.739	1.662	0.713	0.500	0.392	0.281
300	13.885	4.842	1.823	0.598	0.358	0.242	0.133
310	17.335	6.497	2.938	1.259	0.813	0.587	0.367
320	19.229	9.270	3.968	1.532	0.944	0.656	0.388
330	20.816	10.974	5.154	1.955	1.240	0.885	0.531
340	23.376	12.979	6.594	3.219	2.319	1.837	1.324
350	25.828	13.117	5.787	1.955	1.169	0.780	0.402
360	25.670	11.822	5.332	2.561	1.908	1.566	1.205

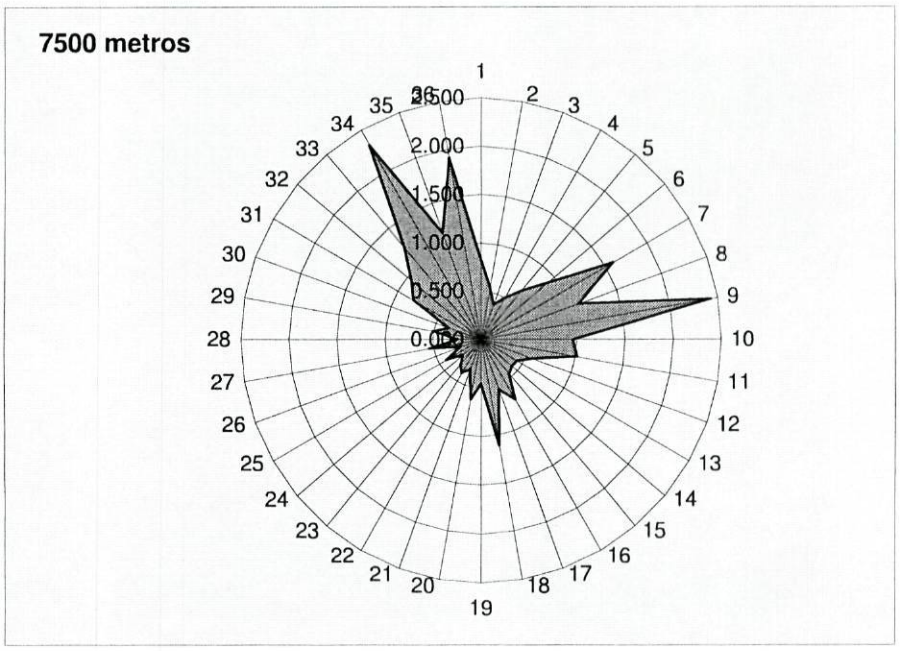
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de SO_2 – todas as fontes

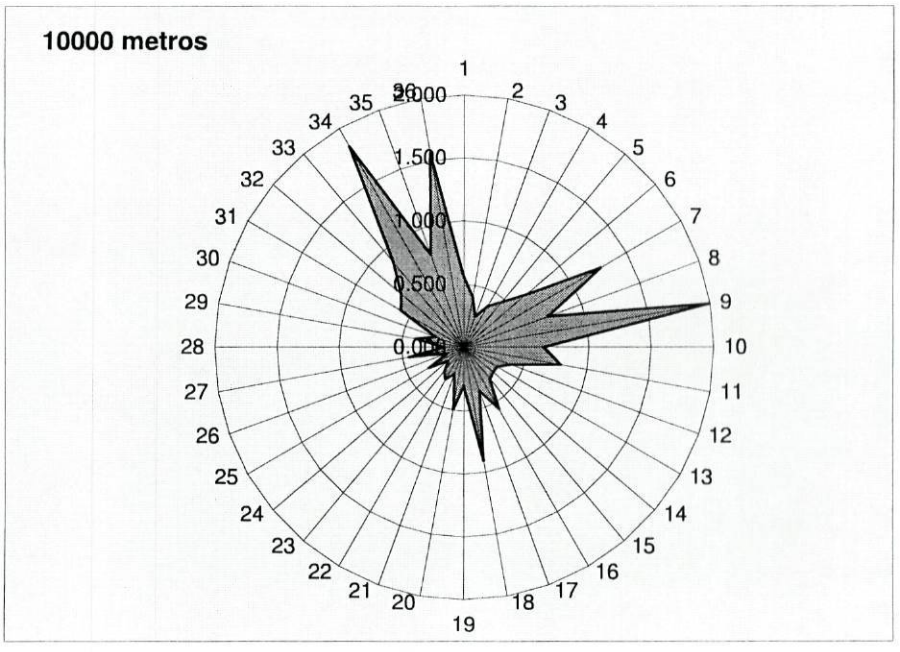


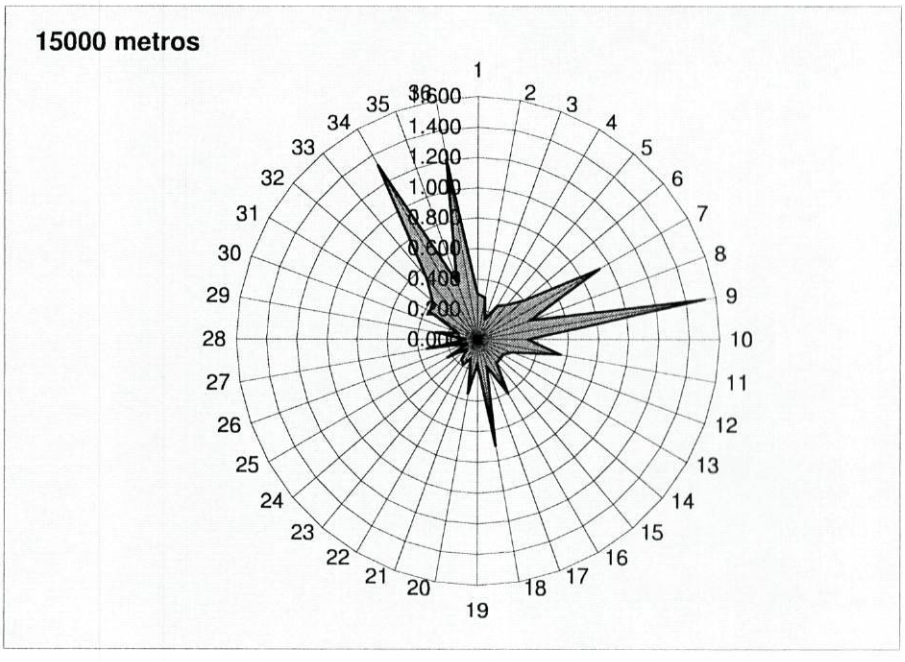



2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
7.000
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
3.500
3.000
2.500
2.000
1.500
1.000
0.500


7500 metros
2.000
1.500
1.000
0.500
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35


10000 metros
1.500
1.000
0.500
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

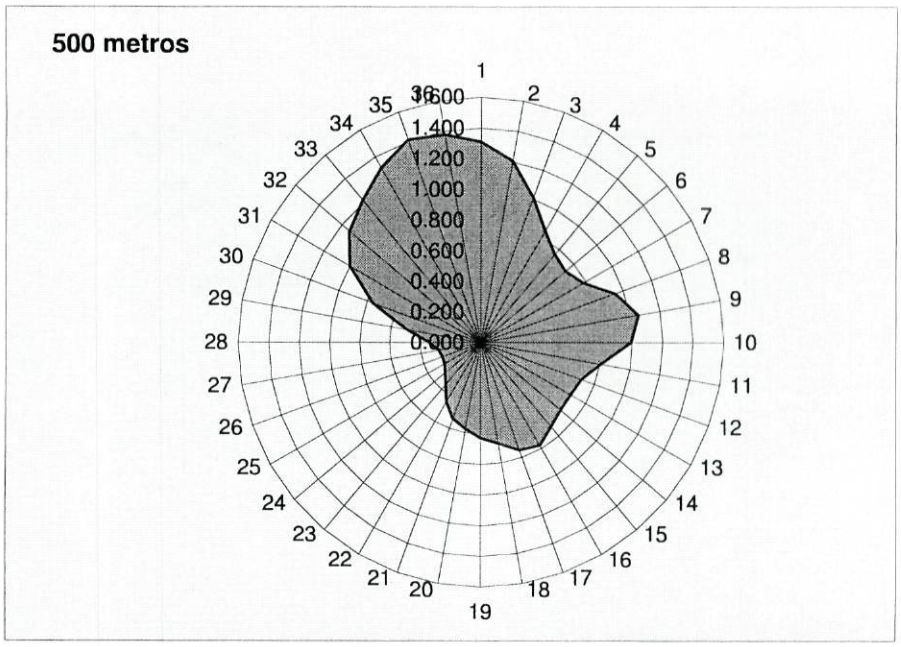

15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
1.600
1.400
1.200
1.000
0.800
0.600
0.400
0.200
0.000

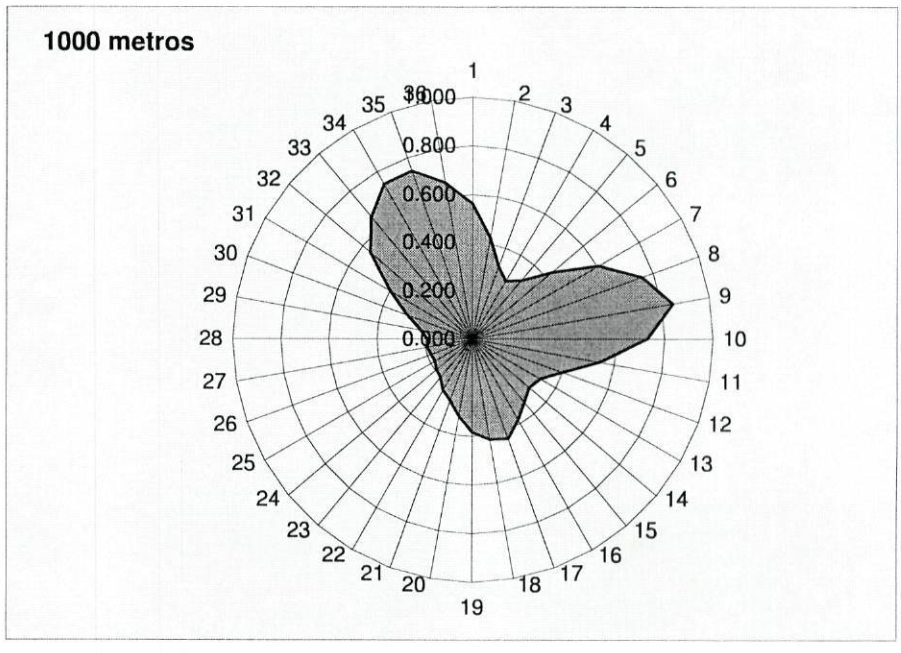
Monitorização contínua 1º semestre de partículas – todas as fontes

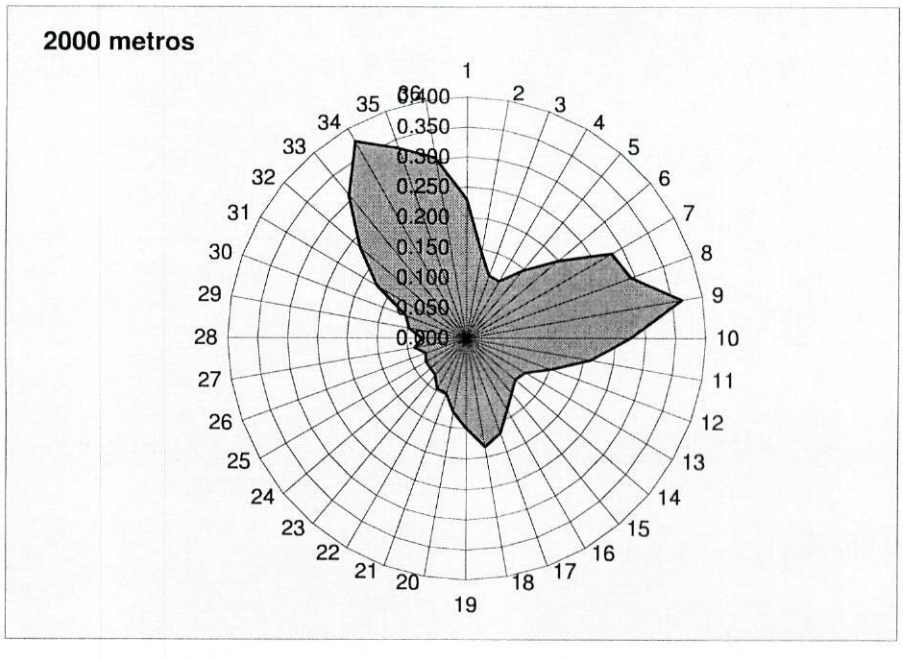
Tabela 3.34 – Concentrações relativas à monitorização contínua 1º semestre de partículas – todas as fontes

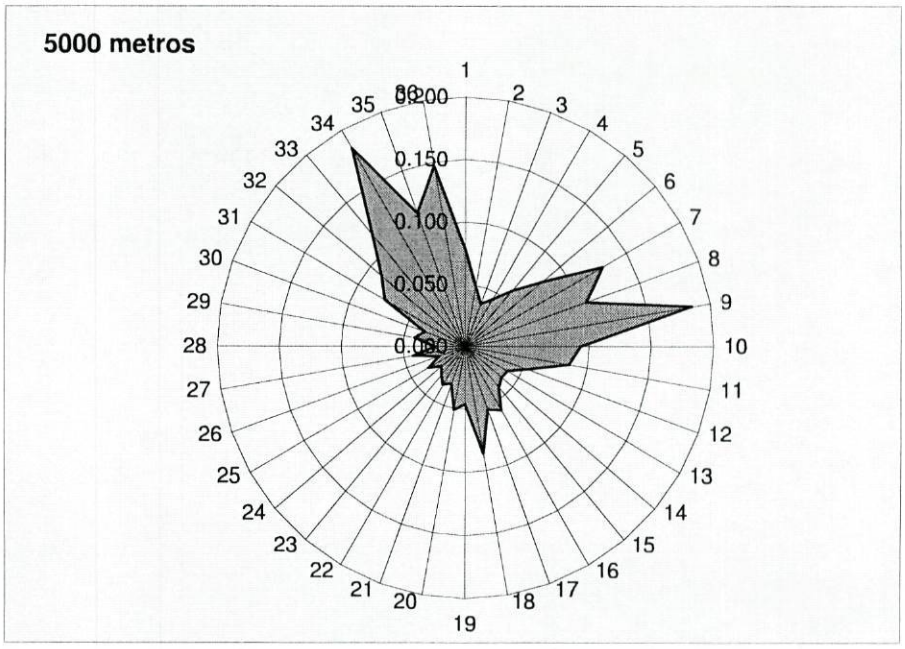
Direcção / graus	Distância / m						
	500	1000	2000	5000	7500	10000	15000
	Concentração / $\mu g.m^{-3}$						
10	1.312	0.563	0.230	0.078	0.047	0.032	0.017
20	1.204	0.426	0.144	0.049	0.032	0.024	0.016
30	1.008	0.322	0.110	0.037	0.022	0.015	0.008
40	0.845	0.277	0.109	0.043	0.029	0.022	0.015
50	0.758	0.315	0.145	0.059	0.038	0.027	0.017
60	0.729	0.431	0.198	0.081	0.053	0.038	0.023
70	0.784	0.606	0.280	0.128	0.092	0.073	0.054
80	0.943	0.752	0.293	0.104	0.062	0.042	0.021
90	1.057	0.847	0.366	0.185	0.140	0.115	0.088
100	0.991	0.727	0.274	0.093	0.056	0.037	0.019
110	0.806	0.536	0.211	0.085	0.058	0.045	0.032
120	0.706	0.399	0.152	0.053	0.033	0.024	0.014
130	0.683	0.326	0.114	0.039	0.025	0.018	0.011
140	0.689	0.308	0.107	0.038	0.025	0.018	0.011
150	0.723	0.338	0.119	0.042	0.026	0.019	0.011
160	0.779	0.381	0.138	0.059	0.042	0.033	0.024
170	0.748	0.436	0.168	0.054	0.032	0.021	0.011
180	0.670	0.419	0.183	0.086	0.064	0.053	0.041
190	0.627	0.383	0.149	0.046	0.027	0.018	0.009
200	0.574	0.322	0.125	0.051	0.036	0.028	0.020
210	0.533	0.268	0.097	0.032	0.019	0.013	0.008
220	0.449	0.242	0.096	0.035	0.023	0.017	0.011
230	0.360	0.204	0.079	0.029	0.019	0.014	0.010
240	0.306	0.194	0.077	0.025	0.014	0.010	0.005
250	0.275	0.179	0.077	0.034	0.024	0.019	0.013
260	0.268	0.183	0.072	0.023	0.013	0.009	0.004
270	0.281	0.191	0.088	0.042	0.032	0.026	0.020
280	0.335	0.188	0.075	0.024	0.014	0.009	0.005
290	0.496	0.220	0.097	0.042	0.029	0.023	0.016
300	0.759	0.289	0.108	0.035	0.021	0.014	0.008
310	0.999	0.396	0.173	0.075	0.048	0.035	0.022
320	1.134	0.559	0.233	0.088	0.054	0.038	0.022
330	1.217	0.658	0.308	0.116	0.074	0.052	0.031
340	1.320	0.742	0.375	0.183	0.132	0.105	0.076
350	1.409	0.741	0.334	0.114	0.068	0.045	0.023
360	1.377	0.659	0.303	0.147	0.110	0.090	0.070

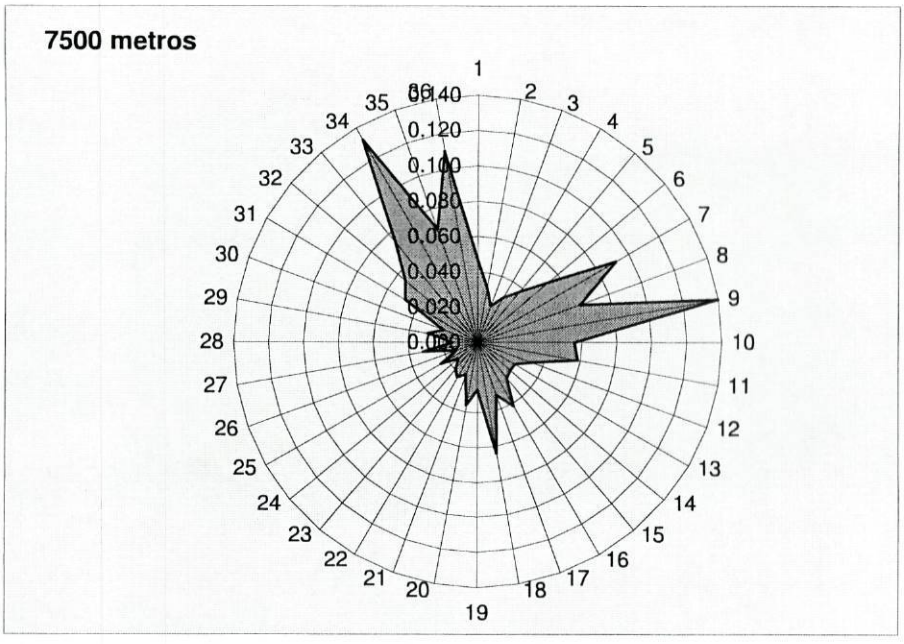
Distribuições - Monitorização contínua 1º semestre de partículas – todas as fontes

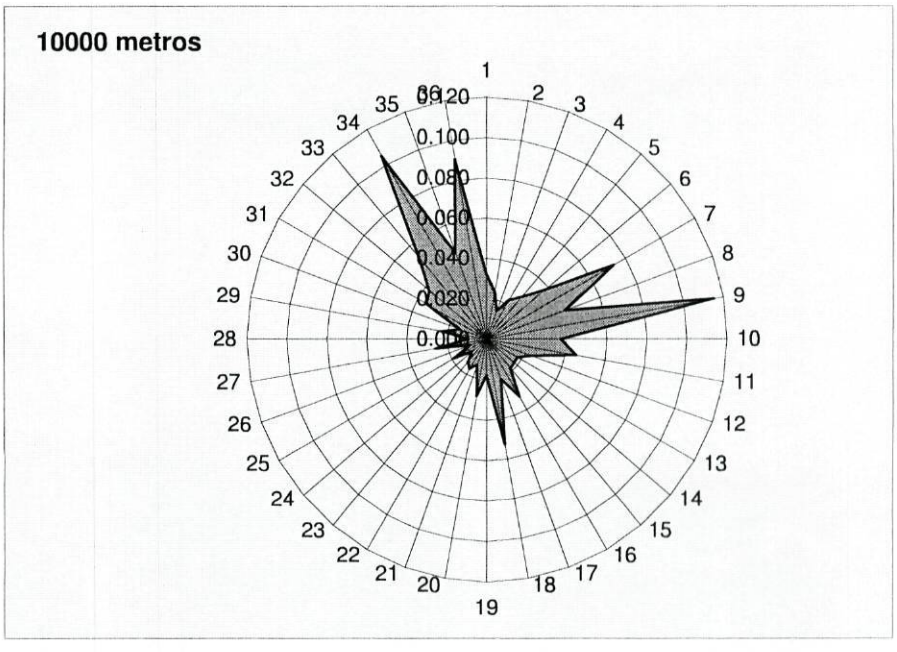


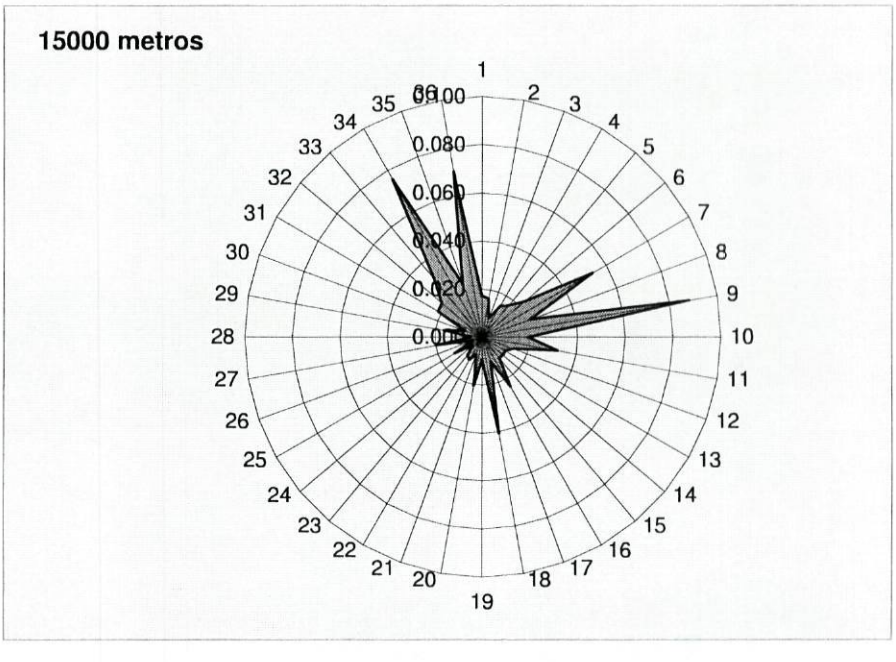

1000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.800
0.600
0.400
0.200
0.000


2000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.350
0.300
0.250
0.200
0.150
0.100
0.050


5000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
0.150
0.100
0.050


7500 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020


10000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020


15000 metros
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020

Considerações:

- Em todos os gráficos que foram apresentados, convém referir que não estão a ser representadas distâncias mas sim concentrações para uma determinada distância

- Em todos os gráficos, ao grau 36, corresponde o ponto cardeal Norte; ao grau 9, corresponde o ponto cardeal Este; ao grau 18, corresponde o ponto cardeal Sul; ao grau 27, corresponde o ponto cardeal Oeste.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 – Discussão dos resultados

Tal como já foi referido anteriormente, o facto de não ter sido possível obter valores para as classes de estabilidade e para as alturas de mistura, poderá ter condicionado a exactidão dos valores obtidos através da simulação realizada.

No entanto, se considerarmos estes resultados como bastante próximos das concentrações reais e os compararmos com os valores limite previstos na nossa legislação[11], é possível verificar que estes se encontram bem abaixo dos limites legais.

Tabela 4.1 – Comparação dos valores obtidos com os valores limite.

Poluente	Valor máximo obtido na simulação[1] / $\mu g.m^{-3}$	Valor limite / $\mu g.m^{-3}$
SO_2	30.81	20
NO_x	7.95	30
Partículas	1.15	40

Isto é verdade, se tivermos em conta que todos os valores máximos obtidos na simulação foram para a distância de 500 metros, que se encontra bem dentro dos limites da refinaria. Se também tivermos em conta a localização do centro dos receptores, podemos supor que o receptor que registou este valor esteja muito próximo ou tenha ficado localizado exactamente na mesma coordenada de uma das fontes, acusando assim um valor em excesso.

Quando comparamos estes valores com os obtidos através das estações de qualidade de ar localizadas nas zonas circundantes à refinaria, encontra-se uma certa discrepância, uma vez que os valores obtidos na simulação são bastante menores, exceptuando o poluente SO_2.

[1] Dados provenientes da monitorização descontínua anual

Tabela 4.2 – Valores medidos nas estações de qualidade de ar a 14 de Maio de 2007[12]

	Custóias	Leça do Balio	Matosinhos	Perafita	Senhora da Hora
SO_2	11	-	59	5	20
NO_2	54	32	86	9	36
Partículas	17	19	33	29	21

No entanto, convém referir que os dados apresentados na tabela 4.2, são valores máximos horários, para os poluentes SO_2 e NO_2, pelo que é possível que a média anual destes seja menor. Apesar disso, podemos inferir que esta diferença seja causada pelo facto do modelo gaussiano não ser tão eficaz e exacto quando a distância fonte-receptor é grande, como é o caso para algumas das estações mencionadas.

REFERÊNCIAS

Referências

[1] – J.Colls, *Air Pollution*, 2nd Edition (2002), cap 1.

[2] – D.A. Vallero, *Fundamentals of Air Pollution*, 4th Edition (2008), 359-454.

[3] – M. K. Hill, *Understanding Environmental Pollution*, 2nd Edition (2004), 115-122.

[4] - http://en.wikipedia.org/wiki/Air_pollution_dispersion_terminology (1/9/08).

[5] – D.B. Turner, *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, 2nd Edition (1994), cap1, 1.

[6] - D.B. Turner, *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, 2nd Edition (1994), cap1, 4.

[7] – F.Pasquill, *The Meteorological Magazine* (1961), vol. 90, No. 1063, 33-49.

[8] - M. R. Beychok, *Fundamentals Of Stack Gas Dispersion*, 4th Edition (2005), cap 8, 124.

[9] - http://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_dispersion_modeling (1/9/08).

[10] – D.B. Turner, *Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates*, 2nd Edition (1994), cap2, 1.

[11] – *Decreto-Lei nº 111/2002, Diário da República – I Série-A*, , nº89-16 de Abril de 2002, 3711

[12] – http://www.qualar.org (5/9/08)