



IDAD - Instituto do Ambiente e Desenvolvimento
Campus Universitário
3810-193 AVEIRO – Portugal
Tel: 234-400800; Fax: 234-382876; E-mail: sec@idad.ua.pt

Monitorização da Qualidade do Ar no Município da Trofa

Projecto elaborado para

**Câmara Municipal da Trofa
R. das Indústrias 393
Apartado 65
4786-909 TROFA**

REL 49.01-01/05.06

Outubro 2001

Ficha técnica

Designação do Projecto: Monitorização da Qualidade do Ar No Município da Trofa

Cliente: Câmara Municipal da Trofa
R. das Indústrias 393
Apartado 65
4786-909 TROFA

Área/Departamento do Projecto: Impactes e Monitorização Ambiental

Nº do Relatório: IMA 49.01-01/05.06

Tipo de Documento: Relatório Final

Data de Emissão: 2010-06-29

Revisão:

Aprovação:

Equipa Técnica

Miguel Coutinho (Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente)

Sílvia Gramacho (Lic. em Química Analítica)

Paulo Gomes (Eng^o do Ambiente)

Paula Mata (Eng^a do Ambiente)

Sérgio Bento (Lic. em Planeamento Regional e Urbano)

Índice

1. INTRODUÇÃO	5
2. METODOLOGIA	6
2.1. SELECÇÃO DOS LOCAIS DE AMOSTRAGEM	6
2.2. MÉTODOS DE MEDIÇÃO PASSIVA DOS POLUENTES	8
2.2.1. <i>Dióxido de Enxofre</i>	8
2.2.2. <i>Óxidos de Azoto</i>	9
2.2.3. <i>Ozono</i>	9
3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	10
3.1. LEGISLAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DO AR	10
3.2. MAPAS DE POLUIÇÃO	12
3.3. AMOSTRAGENS ISOLADAS	16
4. CONCLUSÕES	17

1. Introdução

Neste relatório apresentam-se os resultados de uma campanha de monitorização da qualidade do ar realizada no concelho da Trofa em Maio de 2001.

A campanha abrangeu diversos pontos da área urbana de forma a poder medir e observar a variação espacial das concentrações de alguns poluentes indicadores da qualidade do ar: NO, NO₂, SO₂ e O₃.

2. Metodologia

2.1. Selecção dos locais de amostragem

A localização dos locais de amostragem para a construção dos mapas de poluição abrangeu toda a área urbana da cidade da Trofa e respectivas zonas limítrofes (Figura 1). Desta forma a área coberta pelo estudo permitiria verificar as diferenças de concentração dos poluentes das zonas mais periféricas com características mais rurais e a zona mais urbana com influência directa das emissões automóveis.

Foram ainda seleccionados mais quatro locais de amostragem no restante concelho da Trofa com o objectivo de obter valores médios de concentração em povoações do mesmo concelho. As localidades escolhidas foram Muro, Guidões, S. Mamede do Coronado e S. Romão do Coronado.

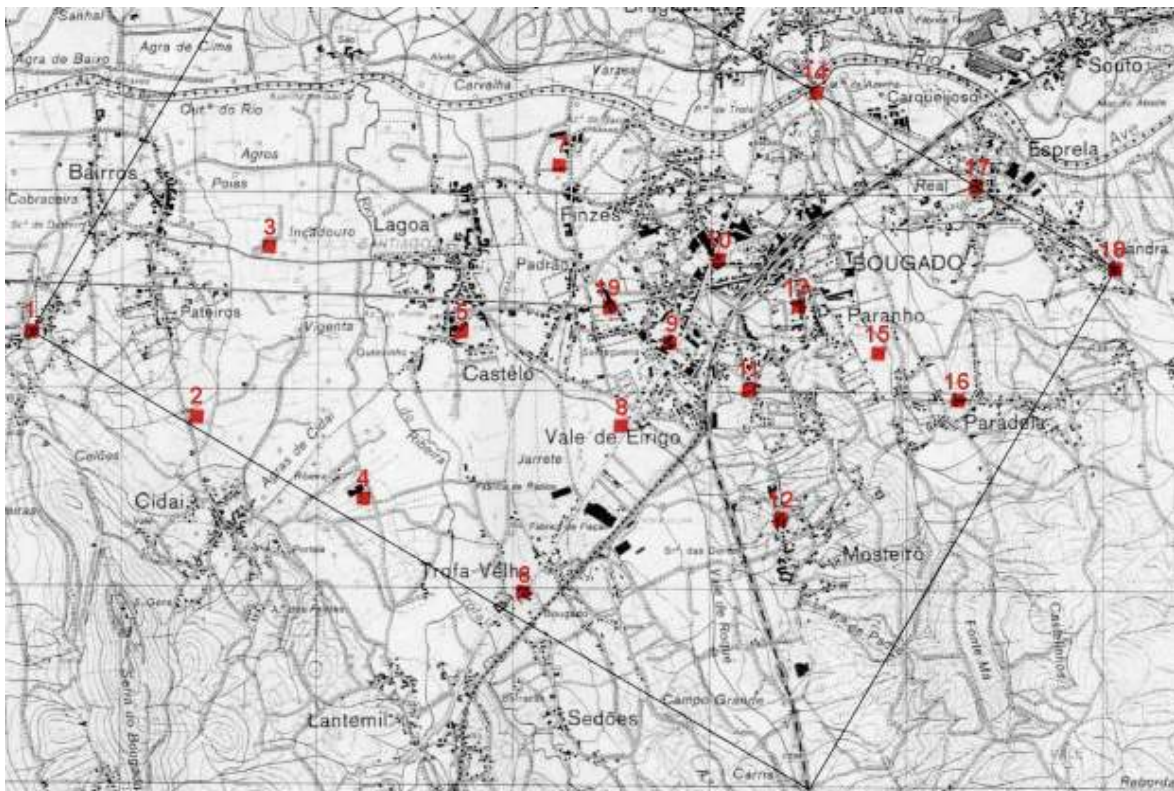


Figura 1 – Localização dos locais de amostragem no concelho da Trofa.

Na localização dos postos de amostragem que serviram para a realização dos mapas de poluição, foi utilizada como base uma malha cerca de 500 x 500 m que teve como referência a Estrada Nacional 14 de forma a que se colocassem 5 amostradores ao longo deste percurso. Na zona mais central da cidade decidiu-se

intensificar os postos de amostragem com o objectivo de caracterizar de uma forma mais pormenorizada a variação da qualidade do ar.

Apresenta-se seguidamente uma breve descrição dos locais de amostragem:

- **Posto 1:** a cerca de 50 metros da estrada (EN104) para Vila do Conde, situado em zona rural;
- **Posto 2:** zona sem muito movimento perto de pinhais e campos;
- **Posto 3:** no meio de campos agrícolas;
- **Posto 4:** no meio de pinhal e eucaliptal em pouco movimentada;
- **Posto 5:** junto à EN104 numa área com mais densidade habitacional;
- **Posto 6:** na EN14;
- **Posto 7:** típica área habitacional de casas sem grandes prédios;
- **Posto 8:** na EN14;
- **Posto 9:** Junto à EN 104 com muito tráfego, por vezes intermitente;
- **Posto 10:** cruzamento de dois grandes eixo rodoviários da Trofa: EN14 e EN 104. Cruzamento com tráfego constante;
- **Posto 11:** zona habitacional com casas pequenas;
- **Posto 12:** zona de transição entre habitação e floresta/agrícola;
- **Posto 13:** 20 m antes de um cruzamento com a estrada Trofa – Sto. Tirso;
- **Posto14:** junto à EN14 quase na fronteira do concelho de Santo Tirso;
- **Posto 15:** largo numa área residencial;
- **Posto 16:** área residencial;
- **Posto 17:** largo numa área residencial;
- **Posto 18:** largo a cerca de 20 m da estrada Trofa – St.o Tirso em zona residencial;
- **Posto 19:** junto à EN104 em zona urbana residencial com prédios;
- **Guidões:** perto da Igreja da Aldeia;

- **Muro:** a cerca de 100 m da linha de comboio;
- **S. Mamede do Coronado:** largo da Igreja;
- **S. Romão do Coronado:** área habitacional de vivendas a cerca de 100 m do eixo principal da vila que apresenta algum trânsito.

A colocação de todos os amostradores foi efectuada sempre nas mesmas condições: em postos de electricidade ou de iluminação situados à beira da estrada, a uma altura de cerca 4 metros, evitando sempre que possível a sua colocação em locais próximos de cruzamentos ou de paragens de autocarros.

Na Figura 2 apresenta-se a instalação típica de um posto de amostragem.



Figura 2– Imagem da colocação típica do sistema de amostragem nos postes de iluminação a cerca de 4 metros de altura.

2.2.Métodos de Medição Passiva dos Poluentes

2.2.1. Dióxido de Enxofre

A amostragem do dióxido de enxofre foi realizada através da utilização de um amostrador de difusividade passiva de trietanolamina que possibilita a adsorção do SO₂ a uma velocidade constante durante um período superior a vinte e quatro horas de exposição ao ar ambiente, ao qual foi correspondido um volume de ar amostrado.

Após a colheita a amostra foi selada e conservada a 4°C, sendo depois extraída num volume de 5 ml de água ultra-pura. O SO₂ sob a forma de ião sulfato foi analisado por Cromatografia Iónica.

2.2.2. Óxidos de Azoto

A amostragem dos óxidos de azoto foi feita através da utilização de um amostrador de difusividade passiva com dois tipos de mecanismos de adsorção.: a adsorção do NO₂ pela trietanolamina e a adsorção do NO_x (NO e NO₂) em carvão activado tratado com KOH. A velocidade de adsorção nas duas amostragens manteve-se constante ao longo do período de amostragem, ao qual foi correspondido um volume de ar amostrado para o NO₂ e para o NO.

Após a colheita a amostra foi selada e conservada a 4°C, tendo sido depois as duas partes do amostrador passivo extraídas separadamente num volume de 5 ml de água ultra-pura. Em ambos os casos a análise efectuou-se analisando o ião nitrito por cromatografia iónica.

2.2.3. Ozono

A amostragem do ozono foi realizada através da utilização de um amostrador de difusividade passiva com sílica gel impregnada com 1,2-di(4-dipiridil)etileno que em contacto com o ozono reagiu resultando na formação do 4-piridilaldeído. Este mecanismo possibilitou a remoção do O₃ a uma velocidade constante durante um período superior a vinte e quatro horas de exposição ao ar ambiente, ao qual é correspondido um determinado volume de ar amostrado.

Após a colheita a amostra foi selada e conservada a 4°C, sendo depois extraída num volume de 5 ml de uma solução ácida de hidrazona. A análise do extracto obtido é realizada num espectrofotómetro UV-VIS onde é lida a absorvância a um comprimento de onda de 430 nm.

3. Apresentação dos Resultados

As amostragens que serviram de base ao estudo de Qualidade do Ar foram iniciadas dia 3 de Maio de 2001 e terminadas no dia 18 de Maio de 2001, resultando assim um período total de amostragem de 15 dias. De todos os amostradores colocados há a registar o desaparecimento de um, no posto 11, relativo à medição de NO₂ e SO₂.

As condições meteorológicas observadas durante a primeira semana de amostragem foram boas, sem precipitação e variando entre o céu pouco nublado e limpo. Na segunda semana já ocorreram dias com alguma de precipitação, verificando-se no final condições idênticas às observadas na primeira semana.

Durante a realização das análises do NO, o IDAD foi informado pelo fornecedor do equipamento de amostragem passiva que os amostradores passivos para o NO tinham deixado de ser fabricados devido a se ter verificado que eram muito dependentes das condições de humidade durante a amostragem. Devido a esta informação, e tendo em conta as condições meteorológicas ocorridas na segunda semana da campanha, os resultados para o NO não foram incluídos neste relatório.

3.1. Legislação sobre a qualidade do ar

De modo a facilitar a análise dos níveis registados na Trofa resumem-se nos Quadros 1 e 2 respectivamente, a legislação vigente para a Qualidade do Ar (Portaria 286/93 de 12 de Março) e as novas Directivas Comunitárias sobre a Qualidade do Ar (Directiva 1999/30/CE de 22 de Abril).

Verifica-se que as novas directivas sobre a qualidade do ar introduzem uma nova abordagem na avaliação da Qualidade do Ar. Apenas são apresentados valores limite, e estes são dirigidos para a protecção de diferentes áreas: da saúde humana, dos ecossistemas ou da vegetação.

Quadro 1 - Resumo da Portaria n.º 286/93 de 12 de Março que fixa os valores limites e guias no ambiente para o dióxido de enxofre, dióxidos de azoto e ozono.

	Período considerado	Valor Limite	Valor Guia
SO₂			
Mediana dos valores médios diários	Ano civil	100 µg.m ⁻³	-
Percentil 98 dos valores médios diários	Ano civil	250 µg.m ⁻³	-
Média Aritmética dos valores médios diários	Ano civil	-	40 a 60 µg.m ⁻³
NO₂			
Percentil 98 dos valores médios horários	Ano civil	200 µg.m ⁻³	135 µg.m ⁻³
Percentil 50 dos valores médios horários	Ano civil	-	50 µg.m ⁻³
Ozono			
Valor médio horário	Ano civil	-	180 µg.m ⁻³
Valor médio de oito horas consecutivas	Ano civil	-	110 µg.m ⁻³
Valor médio de vinte e quatro horas	Ano civil	-	65 µg.m ⁻³

Quadro 2 - Resumo da proposta de directiva 1999/30/CE de 22 de Abril, que regulamenta os valores limites no ar ambiente para dióxido de enxofre e óxidos de azoto.

	Período considerado	Valor Limite
SO₂		
Valor limite horário para protecção da saúde humana	1 hora	350 µg.m ⁻³ que não podem ser ultrapassados mais de 24 vezes durante um ano
Valor limite diário para protecção da saúde humana	1 dia	125 µg.m ⁻³ que não podem ser ultrapassados mais de 3 vezes durante um ano
Valor limite para a protecção dos ecossistemas	Ano civil e Inverno (1 de Outubro a 31 de Março)	20 µg.m ⁻³
NO₂		
Valor limite horário para protecção da saúde humana	1 hora	200 µg.m ⁻³ que não podem ser ultrapassados mais de 18 vezes durante um ano
Valor limite anual para protecção da saúde humana	Ano civil	40 µg.m ⁻³
Valor limite para a protecção da vegetação	Ano civil	30 µg.m ⁻³ NO _x

3.2. Mapas de Poluição

No Quadro 3 estão resumidos os valores obtidos para os diferentes poluentes medidos em termos de concentrações mínimas, médias e máximas observadas nos 19 postos de amostragem instalados na área urbana da Trofa.

Uma avaliação global dos níveis de poluentes atmosféricos detectados na Trofa permite afirmar que, com a excepção do ozono, as concentrações são relativamente baixas.

Quadro 2 - Resumo das concentrações médias, mínimas e máximas para os diferentes poluentes.

Parâmetro	Dia normal 4-Out-00
SO₂	
Concentração mínima ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	3
Concentração média ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	6
Concentração máxima ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	11
NO₂	
Concentração mínima ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	7
Concentração média ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	15
Concentração máxima ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	28
O₃	
Concentração mínima ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	43
Concentração média ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	53
Concentração máxima ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	63

No que diz respeito às concentrações de SO₂, constata-se que os níveis observados são significativamente inferiores ao valor limite mais restritivo, correspondente ao valor limite para a protecção dos ecossistemas ($20 \mu\text{g.m}^{-3}$). O valor máximo foi registado no posto 9, na área central da Trofa, e corresponde a cerca de um décimo do valor limite para a média anual da Portaria 286/93.

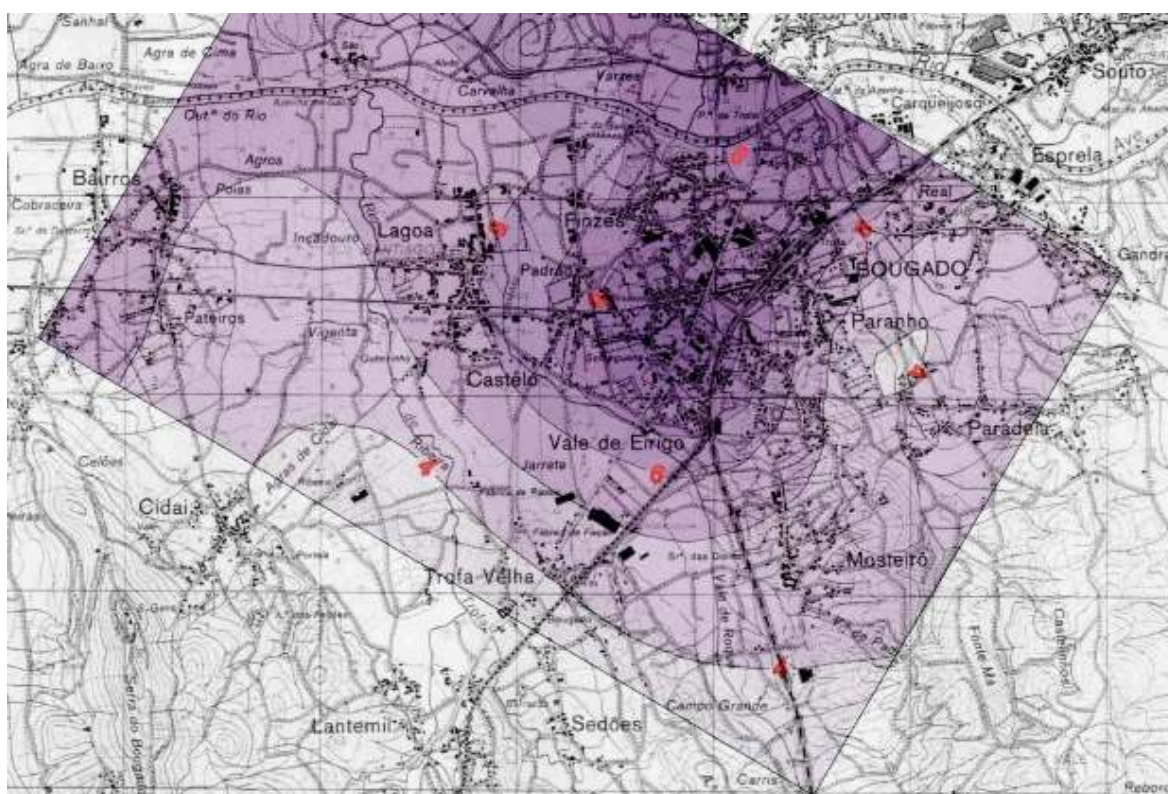


Figura 3 - Distribuição da concentração média de SO₂ ($\mu\text{g.m}^{-3}$) na Trofa em Maio de 2001.

A análise do mapa de iso-concentrações de SO₂, patente na Figura 3, mostra que a área com níveis mais elevados centraliza-se sobre a Trofa, abrangendo o vale do Ave e estendendo-se até à localidade de Bairros. De salientar que as concentrações atmosféricas de SO₂ dependem fundamentalmente das emissões provenientes das fontes de combustão industriais, sendo a sua interligação com as emissões do tráfego automóvel mais ténue.

No caso do NO₂, a nova Directiva Comunitária especifica uma concentração média anual de 40 µg.m⁻³ para a protecção da saúde humana, enquanto que o valor máximo registado na Trofa foi de 28 µg.m⁻³. Existe neste caso uma maior aproximação ao valor limite. A análise da Figura 4 mostra que as concentrações de NO₂ superiores a 15 µg.m⁻³ estão circunscritas a uma faixa de aproximadamente 1 km de largura, localizada ao longo da EN14 e com picos no centro da Trofa. As áreas mais periféricas analisadas apresentam níveis de NO₂ significativamente mais baixos, com concentrações inferiores a 11 µg.m⁻³. A Figura 4 evidencia claramente a relação existente entre os níveis atmosféricos deste contaminante atmosférico e as emissões provenientes do tráfego automóvel.

A análise do ozono é significativamente mais complexa dado que o seu nível de fundo está fortemente relacionado com fenómenos à escala regional (100-200 km) dependentes das condições meteorológicas, nomeadamente os padrões de circulação atmosférica e a insolação. De referir que a influência destes fenómenos não pode estar devidamente incorporada neste estudo devido à sua escala espacial. O presente estudo focaliza-se na zona urbana e na detecção da "pégada" de micro-escala provocada pelas emissões do centro citadino. No caso particular do O₃, do ponto de vista teórico, nas áreas de maior tráfego automóvel deverá observar-se uma redução dos seus níveis de concentração associada às fortes emissões de NO.

O padrão de distribuição do O₃ (Figura 5) apresenta-se como um negativo do padrão dos óxidos de azoto, tal como previsto pelos mecanismos de produção fotoquímica. Os níveis de ozono são mais baixos no centro da cidade aumentando na periferia. Os valores médios registados durante a campanha correspondem a médias de 15 dias tendo atingido, na periferia da Trofa valores superiores a 50 µg.m⁻³. Será assim de esperar que em determinados dias da campanha tenha sido ultrapassado o valor-guia para média diária de 65 µg.m⁻³. Salienta-se mais uma vez, o carácter regional dos episódios de ozono provocados por fenómenos regionais de escala espacial superior à escala da intervenção municipal. Os níveis elevados observados deverão estar relacionados com as condições meteorológicas prevalecentes durante a primeira semana da campanha que incluíram forte insolação e temperaturas elevadas

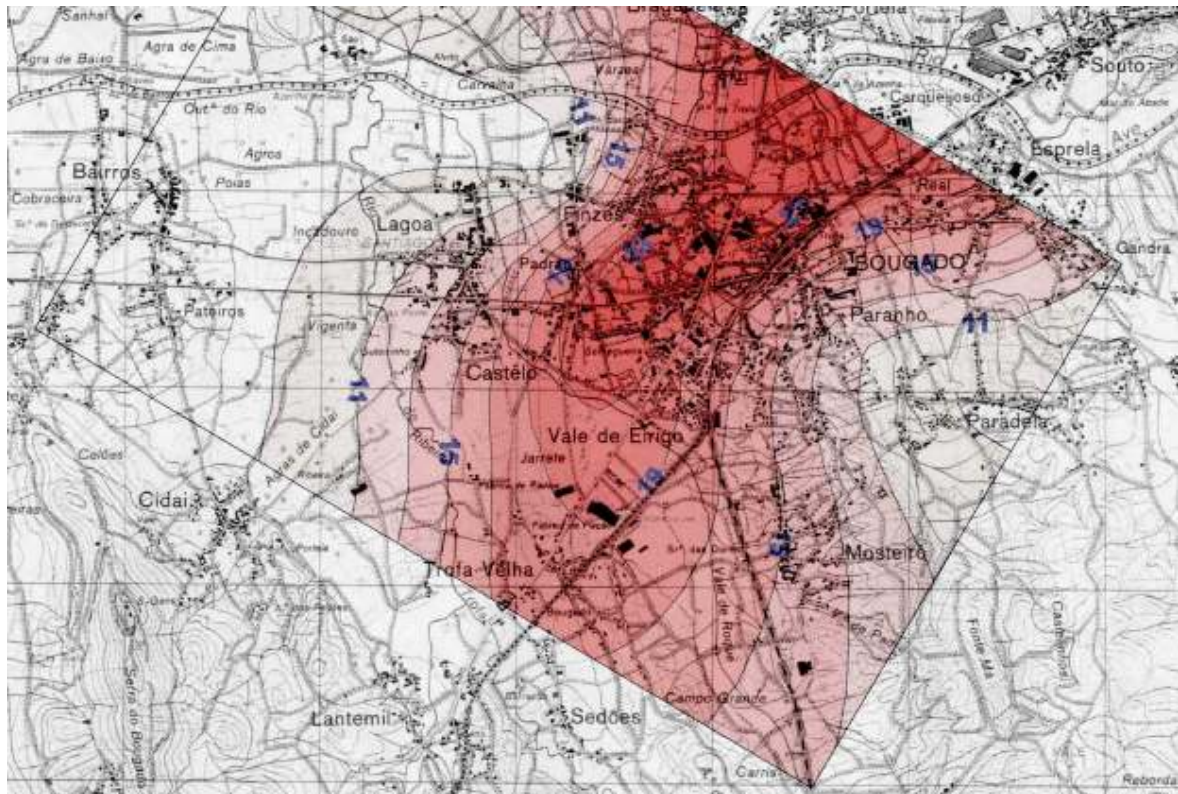


Figura 4 - Distribuição da concentração de NO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) na Trofa em Maio de 2001.

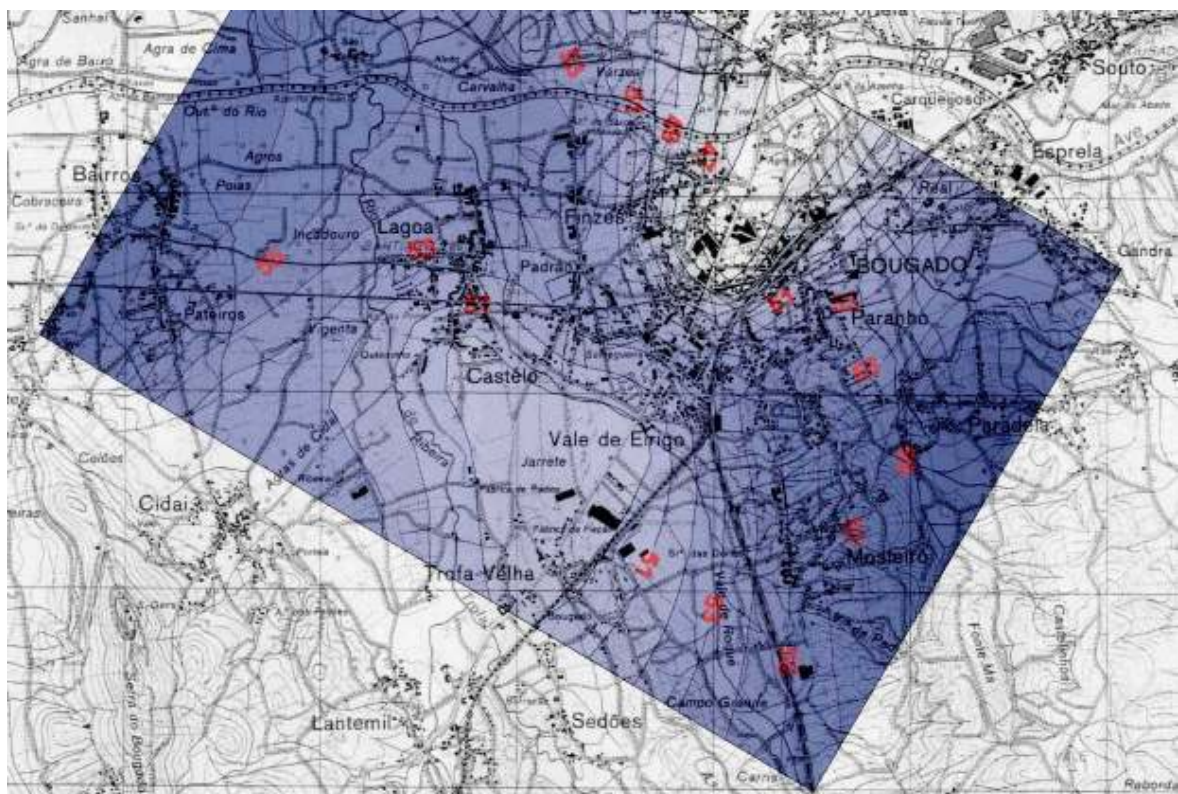


Figura 5 - Distribuição dos níveis de O_3 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) na Trofa em Maio de 2001.

3.3. Amostragens isoladas

Os valores dos vários poluentes registados nos postos de amostragem colocados em área exterior à zona central do concelho da Trofa são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Concentrações dos diferentes poluentes medidas nas estações isoladas.

Local	SO ₂ (µg.m ⁻³)	NO ₂ (µg.m ⁻³)	O ₃ (µg.m ⁻³)
Guidões	4	10	54
Muro	5	13	60
S. Mamede do Coronado	4	13	56
S. Romão do Coronado	4	11	57

Os níveis registados nestas localidades confirmam as conclusões resultantes da interpretação dos mapas de poluição, com valores semelhantes aos obtidos no domínio exterior dos mapas de poluição, destacando-se assim as características não-urbanas da qualidade do ar destas localidades.

4. Conclusões

O trabalho aqui apresentado representa uma das primeiras aplicações à escala urbana, em Portugal, da metodologia de amostragem através dos filtros passivos. O caso aqui apresentado, constitui um bom exemplo do interesse desta metodologia e da sua fácil aplicabilidade, nomeadamente para obter concentrações médias num período de tempo longo.

A interpretação dos mapas de poluição atmosférica permitiram identificar uma área mais central da zona urbana da Trofa, onde as concentrações de NO₂ atingem níveis mais significativos, embora os valores detectados se encontrem abaixo dos valores limite legais. Os resultados relativos às concentrações de ozono medidas na área mais periférica da Trofa revelaram níveis próximos dos valores limite.