

Reavaliação da qualidade do ar no concelho do Vila Franca de Xira

Relatório Intermédio

Título

Reavaliação da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira
Relatório Intermédio

Data

Julho 2020

Equipa

Coordenação:

Prof. Doutor Francisco Ferreira (Prof. Associado no DCEA/FCT- NOVA)

Equipa técnica:

Paulo Pereira (Licenciado em Engenharia do Ambiente)

Sofia Teixeira (Licenciada em Sociologia)



Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa



Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
2	ENQUADRAMENTO	3
2.1	Poluentes atmosféricos	3
2.2	Enquadramento legislativo	4
2.3	Caracterização socioeconómica	5
3	METODOLOGIA	7
3.1	Avaliação da qualidade do ar através de tubos de difusão molecular passiva	7
3.1.1	Método de difusão passiva	7
3.1.2	Vantagens e desvantagens do método de difusão passiva	8
3.1.3	Controlo e garantia de qualidade	9
3.1.4	Incerteza e exatidão do método de difusão passiva	11
3.1.5	Sazonalidade	11
3.1.6	Meteorologia	13
4	CAMPANHA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR	15
4.1	Período de amostragem	15
4.2	Grelha de amostragem	15
5	ANÁLISE DE RESULTADOS	17
5.1	Meteorologia	17
5.2	Controlo e garantia de qualidade do método de difusão passiva	19
5.3	Dióxido de Azoto (NO ₂)	21
5.4	Dióxido de Enxofre (SO ₂)	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27

Índice de figuras

Figura 1 - Distribuição geográfica das freguesias do concelho de Vila Franca de Xira	5
Figura 2 – Tubo de difusão Radiello e esquema de difusão molecular	7
Figura 3 – Instalação de tubos de difusão no terreno	8
Figura 4 – Estação meteorológica instalada na Escola Básica da Malva Rosa	13
Figura 5 – Grelha de avaliação da qualidade do ar através de amostragem passiva	16
Figura 6 – Perfis médios diários dos parâmetros meteorológicos monitorizados no concelho de Vila Franca de Xira – Inverno 2020	18
Figura 7 - Rosa de ventos da campanha de monitorização da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira – Inverno 2020	19
Figura 8 – Concentração média semanal de NO ₂ registada em cada ponto de avaliação – 1ª campanha Inverno 2020	21
Figura 9 – Concentração média semanal de NO ₂ registada em cada ponto de avaliação – Inverno 2005 vs Inverno 2020	22
Figura 10 – Mapa de interpolação das concentrações médias semanais de NO ₂ – Inverno 2020	23
Figura 11 - Concentração média semanal de SO ₂ registada em cada ponto de avaliação – 1ª campanha Inverno 2020	24
Figura 12 - Concentração média semanal de SO ₂ registada em cada ponto de avaliação – Inverno 2005 vs Inverno 2020	25
Figura 13 - Mapa de interpolação das concentrações médias semanais de SO ₂ – Inverno 2020	26

Índice de tabelas

Tabela 1 – Fontes emissoras e efeitos na saúde humana dos poluentes atmosféricos NO ₂ e SO ₂	3
Tabela 2 - Objetivos ambientais em matéria de qualidade do ar definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para os poluentes monitorizados	4
Tabela 3 - Distribuição da população no concelho de VFX (Censos 2011)	5
Tabela 4 - Principais vantagens e desvantagens do uso de amostragem por difusão passiva.....	9
Tabela 5 - Tratamento estatístico dados meteorológicos	17
Tabela 6. Parâmetros estatísticos da avaliação do controlo de qualidade	20
Tabela 7 – Análise estatística das concentrações de NO ₂ avaliadas nas campanhas de Inverno de 2005 e 2020	23
Tabela 8 - Análise estatística das concentrações de NO ₂ avaliadas nas campanhas de Inverno de 2005 e 2020	26

1 Introdução

O presente documento constitui o relatório intermédio relativo à 1ª campanha de monitorização da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira, no âmbito programa de “Reavaliação da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira”.

O principal objetivo deste programa de reavaliação da qualidade do ar consiste na atualização da monitorização realizada em 2005 executada igualmente pelo Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (DCEA/FCT-NOVA). No entanto, em 2020, existem novas variáveis a considerar, nomeadamente a existência de uma Estação de Monitorização da Qualidade do Ar (EMQA) em Alverca, isto é, um mecanismo contínuo de monitorização da qualidade do ar (resultante do trabalho realizado em 2005) e a introdução de novos pontos de avaliação na grelha distribuída pelo concelho.

A metodologia do presente programa de reavaliação da qualidade do ar, para além da amostragem de difusão passiva, recorrerá à utilização estação móvel de monitorização da qualidade do ar SNIF Air Lab para a realização de duas campanhas semanais de monitorização em contínuo. A seleção dos locais de instalação do SNIF Air Lab no concelho serão definidos, conjuntamente, pelas equipas técnicas de CM Vila Franca de Xira e da FCT-NOVA. De forma a auxiliar na tomada de decisão, definiu-se que a seleção dos locais seria realizada após conhecimento dos resultados referentes à 1ª campanha de amostragem com recurso ao método de difusão passiva.

Relativamente aos resultados que se apresentarão, dirão respeito à 1ª campanha de monitorização da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira em 2020 (decorrida entre os dias 30 de Janeiro e 6 de Fevereiro) correspondendo ao período meteorológico de Inverno. A grelha de amostragem do método de difusão passiva foi composta por 46 pontos de avaliação de dióxido de azoto (NO₂) e dióxido de enxofre (SO₂), tendo tido por base a grelha adotada em 2005 e o acréscimo de 10 novos pontos.

(Página intencionalmente deixada em branco)

2 Enquadramento

2.1 Poluentes atmosféricos

A poluição atmosférica é prejudicial para a saúde humana e o ambiente. Ao longo dos últimos anos, tem-se verificado na Europa, uma melhoria significativa das emissões de poluentes atmosféricos. No entanto, poluentes como o dióxido de azoto (NO₂), as partículas em suspensão (PM) e o ozono (O₃) são ainda responsáveis por níveis de concentração preocupantes. Dado que grande parte da população reside em cidades, estas constituem um dos principais focos de análise da qualidade do ar.

No que concerne ao concelho de Vila Franca de Xira, a avaliação de poluentes atmosféricos cujas emissões estão associadas às atividades industriais (SO₂) e ao tráfego rodoviário (NO₂) constitui um fator importante para o diagnóstico da qualidade do ar do território.

Na Tabela 1 apresenta-se as principais fontes emissoras e os efeitos na saúde humana dos poluentes medidos.

Tabela 1 – Fontes emissoras e efeitos na saúde humana dos poluentes atmosféricos NO₂ e SO₂

Poluente	Fontes emissoras	Efeitos na saúde humana
NO ₂	<p>O dióxido de azoto resulta da queima de combustíveis nas unidades industriais e da combustão, a altas temperaturas, nos motores dos veículos automóveis.</p> <p>Na combustão a temperaturas elevadas, o azoto e o oxigénio moleculares do ar formam os óxidos de azoto, sobretudo monóxido de azoto que se oxida em grande parte a dióxido de azoto.</p>	<p>O NO₂, ao ter pouca afinidade pela água das mucosas, alcança as regiões profundas do trato respiratório e inibe algumas funções dos pulmões, tais como a resposta imunológica, diminuindo a resistência às infeções.</p> <p>Assim, os seus efeitos traduzem-se no aumento da suscetibilidade a doenças respiratórias, principalmente em crianças, e também no aumento da possibilidade de ataques de asma.</p>
SO ₂	<p>O dióxido de enxofre provém fundamentalmente da combustão dos combustíveis fósseis que contêm enxofre.</p> <p>É um gás que é emitido, principalmente, por fontes industriais (tais como: refinarias petrolíferas, indústria do papel e indústria química, centrais térmicas) e também pelo tráfego rodoviário (que tem diminuído devido à redução da percentagem de enxofre nos combustíveis).</p>	<p>Os efeitos do dióxido de enxofre encontram-se associados a doenças respiratórias, como a bronquite crónica e asma; e cardiovasculares.</p> <p>É um dos gases que mais contribui para a acidificação das águas e vegetação, para a formação de <i>smog</i>, e também pode provocar más condições de visibilidade.</p> <p>Uma parte do SO₂ transforma-se em pequenas partículas de sulfatos que chegam às vias respiratórias.</p>

2.2 Enquadramento legislativo

Em termos legislativos, o Decreto-Lei nº102/2010 de 23 de Setembro, recentemente alterado pelo Decreto-Lei nº 43/2015, de 27 de Março, estabelece os objetivos de qualidade do ar tendo em conta as normas, as orientações e os programas da Organização Mundial de Saúde, destinados a preservar sua boa condição e a alterá-la quando assim não for o caso.

A Tabela 2 apresenta, de forma sumária, os aspetos legais importantes para o presente programa de avaliação da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira.

Tabela 2 - Objetivos ambientais em matéria de qualidade do ar definidos no Decreto-Lei n.º 102/2010 para os poluentes monitorizados

Poluente	Objetivo de proteção	Tipo de objetivo ambiental ^{a)}	Período de referência das avaliações	Unidades do objetivo ambiental	Valores numéricos do objetivo ambiental (número de excedências autorizadas)
NO ₂	Saúde	VL e VLMT	Uma hora	Horas de excedência num ano civil	200 µg/m ³ (18)
		VL e VLMT	Um ano civil	Média anual	40 µg/m ³
		LAlerta	Uma hora	Três horas consecutivas em excesso (em locais representativos da qualidade do ar numa área mínima de 100 km ² ou na totalidade de uma zona ou aglomeração consoante o que for menor)	400 µg/m ³
SO ₂	Saúde	VL	Uma hora	Horas de excedência num ano civil	350 µg/m ³ (24)
		VL	Um dia	Dias de excedência num ano civil	125 µg/m ³ (3)
		LAlerta	Uma hora	Três horas consecutivas em excesso (em locais representativos da qualidade do ar, numa área mínima de 100 km ² ou na totalidade de uma zona ou aglomeração, consoante o que for menor)	500 µg/m ³
		NAT ^{b)}	Uma hora	Horas deduzidas de excedência num ano civil	n.d.
			Um dia	Dias deduzidos de excedência num ano civil	n.d.
	Vegetação	NC	Um ano civil	Média anual	20 µg/m ³
			Inverno	Valor médio durante os meses de Inverno, ou seja, de 1 de Outubro do ano x-1 a 31 de Março do ano x	20 µg/m ³

a) VL: valor limite, **VLMT:** valor limite acrescido da margem de tolerância, **LAlerta:** Limiar de alerta, **NC:** Nível crítico, **NAT:** Avaliação da contribuição natural,
b) Não é necessário comunicar dados atualizados
n.d. não definido

2.3 Caracterização socioeconómica

O concelho de Vila Franca de Xira, segundo dados dos Censos de 2011, apresenta uma área de 317,7 km² com uma densidade populacional de 430,3 hab/km². Encontra-se inserido num eixo urbano-industrial estabelecendo-se como uma das áreas de expansão da cidade de Lisboa, apresentando superfícies habitacionais relativamente densas, contíguas a espaços industriais. O concelho é composto pelas seguintes freguesias: União das freguesias da Castanheira do Ribatejo e Cachoeiras; Vila Franca de Xira; União das freguesias de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz; União das freguesias de Alverca do Ribatejo e Sobralinho; União das freguesias da Póvoa de Santa Iria e Forte da Casa; Vialonga.

As freguesias que se situam mais a sul (conforme Figura 1) e algumas ribeirinhas entre as quais se encontra a de Alhandra (Alverca do Ribatejo, Póvoa de Santa Iria, Vialonga e Vila Franca de Xira e Forte da Casa) possuem um cariz mais urbano. Por outro lado, as freguesias do interior do concelho (Calhandriz, S. João dos Montes e Cachoeiras) apresentam características mais rurais.

Tabela 3 - Distribuição da população no concelho de VFX (Censos 2011)

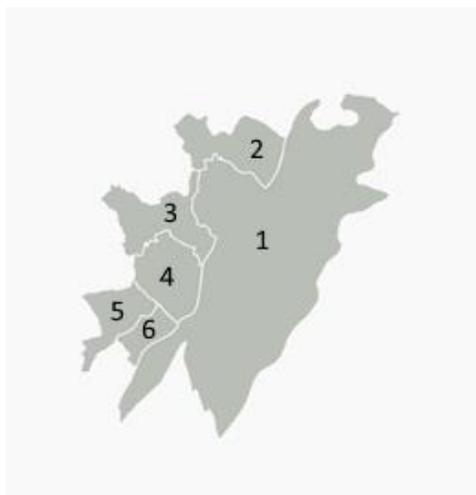


Figura 1 - Distribuição geográfica das freguesias do concelho de Vila Franca de Xira

Localização no mapa	União de freguesias	População (nº hab)
1	Vila Franca de xira (VFX)	18 197
2	União das Freguesias da Castanheira do Ribatejo e Cachoeiras	8 266 (7500 + 766)
3	União das Freguesias de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz	12 866 (6047+ 6018 + 801)
4	União das Freguesias de Alverca do Ribatejo e Sobralinho	36 120 (31070 + 5050)
5	Vialonga	21 033
6	União das Freguesias da Póvoa de Santa Iria e Forte da Casa	40 404 (29348 + 11056)
	População Total do Concelho	13 6886

Em termos populacionais, a União de Freguesias de Alhandra, São João dos Montes e Calhandriz é a segunda menos populosa de Vila Franca de Xira, sendo a distribuição espacial da população no concelho efetuada em torno do principal centro urbano, configurando-se no território em função das principais acessibilidades e transportes (nomeadamente o acesso a infraestruturas rodoviárias).

O sector industrial de Vila Franca de Xira é vasto e gerador de milhares de postos de trabalho, sendo um dos que mais contribui para o concelho em volume de negócios. A grande maioria das indústrias localizam-se junto à margem esquerda do Rio Tejo, estrategicamente servidas por eixos rodoviários importantes, como a Autoestrada A1 e a Estrada Nacional nº10.

3 Metodologia

A reavaliação da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira encontra-se delineada para a realização de duas metodologias de monitorização de poluentes atmosféricos: difusão molecular passiva (amostragem passiva) e medições em contínuo (estação móvel SNIF Air Lab). O presente relatório intermédio diz respeito à 1ª campanha de monitorização através de amostragem passiva, realizada no período meteorológico de Inverno de 2020, entre os dias 30 de Janeiro e 6 de Fevereiro de 2020.

3.1 Avaliação da qualidade do ar através de tubos de difusão molecular passiva

3.1.1 Método de difusão passiva

Para a realização da campanha de avaliação da qualidade do ar através de difusão molecular passiva, recorreu-se à utilização de tubos de difusão da marca *Radiello*®. Este tipo de amostragem permite calcular as concentrações médias de um determinado poluente no ar ambiente, durante o período de exposição. Este tipo de equipamento é de manuseamento simples e permite amostrar simultaneamente uma extensa área, sendo assim possível criar mapas de distribuição espacial das concentrações dos poluentes medidos recorrendo a técnicas de interpolação dos resultados.

A amostragem por difusão passiva é feita através da utilização de tubos, os quais se colocam por um tempo determinado nas áreas a amostrar. Estes tubos contêm no seu interior um cilindro, revestido de material adsorvente, que fixa o poluente (Figura 2). Durante esse período de amostragem o ar flui para o interior do tubo, a uma taxa controlada por difusão molecular, e o poluente é adsorvido no cilindro interior, que fornecerá um valor médio de concentração desse poluente para o período total de exposição. Uma vez que a velocidade de adsorção está relacionada com a temperatura, é necessário corrigi-la com a temperatura média observada durante o período de exposição.

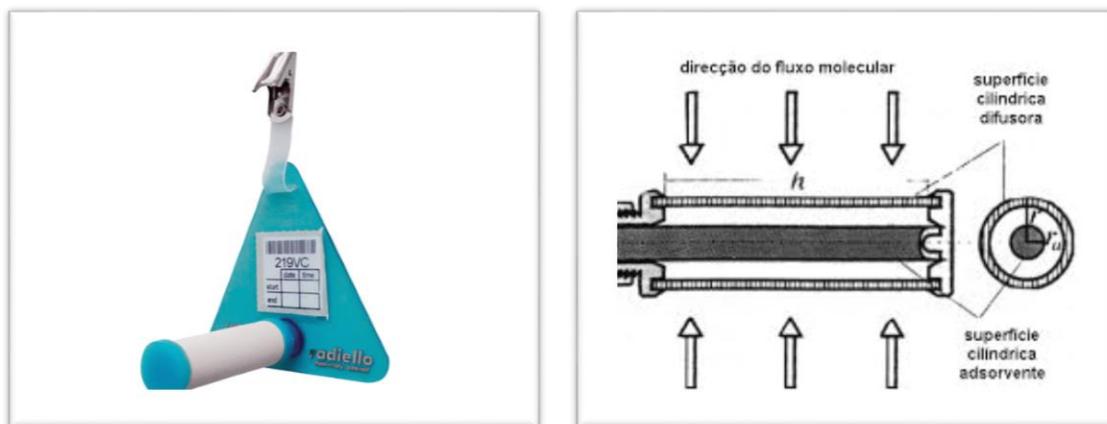


Figura 2 – Tubo de difusão Radiello e esquema de difusão molecular

Os tubos difusores são colocados no interior de abrigos de polipropileno que os protegem da chuva, da radiação solar e permitem reduzir a velocidade do vento (Figura 3). Os abrigos são por sua vez instalados, na sua maioria, em postes de iluminação pública, de eletricidade, ou telefónicos, a cerca de 2 m de altura, de forma a evitar furtos ou danos por parte dos transeuntes e por ser ainda representativa da altura à qual se dá a inalação dos poluentes por parte da população exposta.



Figura 3 – Instalação de tubos de difusão no terreno

3.1.2 Vantagens e desvantagens do método de difusão passiva

No processo de avaliação foi utilizada a técnica por difusão passiva, um método simples, rápido e relativamente pouco oneroso que permite a avaliação simultânea das concentrações médias de poluentes gasosos, em áreas extensas. Este método passivo é frequentemente utilizado como complemento do método de referência, efetuado através da monitorização em contínuo por estações fixas e cuja utilização está prevista pela legislação em vigor, permitindo a elaboração de mapas da distribuição espacial das concentrações dos poluentes medidos recorrendo a técnicas de interpolação geo-estatística.

A utilização de tubos de difusão é particularmente útil em situações em que se pretendam conhecer as concentrações de determinados poluentes a longo termo, de forma a permitir uma comparação aproximada com os limites legislados baseados na média anual, bem como, para obter uma imagem da distribuição espacial das concentrações mais elevadas, e onde a instalação de analisadores automáticos não é possível.

As vantagens e desvantagens da utilização deste tipo de método de medição encontram-se sumariadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Principais vantagens e desvantagens do uso de amostragem por difusão passiva

Vantagens	Desvantagens
Baixo custo, dispensando inclusive o consumo de energia elétrica	Método com uma margem de erro significativa, não tendo o mesmo nível de exatidão de medições automáticas
Especialmente indicados para avaliações em áreas extensas ou largos períodos de tempo	Não fornecem dados em tempo real, apenas uma concentração média para o período total de exposição, não podendo muitas vezes ser comparados com os limites legislados (ex: quando se trate de médias horárias)
São muito úteis na monitorização de concentrações em localizações de fundo e também de tráfego (fonte de emissão sem uma grande amplitude de variação de dia para dia, excetuando o caso do fim de semana)	Não permitem identificar variações bruscas de concentrações, uma vez que os valores máximos são diluídos num valor médio integrado ao longo do período de amostragem (ex: picos de concentrações de emissão industrial)
Dão indicação de concentrações médias a longo termo	Não dão indicação de concentrações médias a curto termo
Operação simples, não necessitam de calibração no terreno	Tubos são, por vezes, roubados/ vandalizados
Possibilidade de reutilização de alguns componentes	
Possibilidade de serem instalados em locais remotos, onde a instalação de equipamentos automáticos não é viável	

3.1.3 Controlo e garantia de qualidade

A utilização dos tubos de difusão requer a necessidade de se trabalhar com critérios de controlo e garantia de qualidade (QA/QC) muito estritos. Desta forma, as questões pertinentes relativamente à aplicação deste método a determinados poluentes e o respetivo QA/QC relacionam-se essencialmente com:

- Limites de deteção - a bibliografia recomenda que os amostradores sejam expostos durante períodos de tempo suficientemente longos para que os valores médios obtidos estejam acima do limite de deteção (este tipo de tubos tem sido utilizado sobretudo em ambientes ocupacionais ou ambientes interiores com concentrações mais altas do que as geralmente encontradas no ar ambiente);
- Conformidade com os métodos que sejam utilizados numa avaliação permanente (analísadores em contínuo, por exemplo). Estudos de comparação das medidas dos amostradores com as respostas integradas dos analisadores em contínuo (para determinação da exatidão) demonstram a linearidade entre os resultados de ambos para o NO₂;

- Interferências e perdas de material absorvido. Os tubos de difusão standard apresentam correlações significativas com os dados de analisadores de NO₂ e NO_x (por quimiluminescência) mas sobrestimam de forma significativa as concentrações de NO₂. O grau de sobrestimação aumenta de forma inversamente proporcional à relação média NO₂/NO_x num dado local. Este facto pode ser explicado pela reação química no tubo entre o NO e o O₃ para gerar o excesso de NO₂. Para tal não é possível aplicar uma correção quantitativa satisfatória aos dados individuais. Este efeito de sobrestimação só é provavelmente significativo em ambiente urbano onde as fontes locais diretas de NO aumentam substancialmente a relação NO/NO₂;
- Tempo de exposição. As concentrações medidas como resultado da exposição dos tubos durante quatro semanas são inferiores às medidas no caso em que a concentração média foi obtida durante o mesmo período por exposições de uma semana (4 x 1 semana), o que poderá resultar de uma perda subsequente do material retido (explicação mais razoável do que por saturação do absorvente).

Há vários fatores que influenciam a resposta dos tubos de difusão, uma vez que estes são afetados por vários mecanismos que podem causar um efeito de sobrestimação ou subestimação das concentrações em relação às obtidas através dos métodos de referência. Algumas das razões que podem causar uma sobrestimação, no caso dos tubos de NO₂, podem resultar do efeito individual ou combinado dos três seguintes fatores de interferência:

- Encurtamento do caminho de difusão, devido a turbulência na área circundante do tubo por ação do vento (por exemplo, em localizações de tráfego onde os tubos possam ser afetados pela turbulência da passagem de viaturas a velocidades elevadas);
- Bloqueio da radiação UV pelo material do tubo resultando numa redução da fotólise do NO₂ no tubo;
- Efeito de interferência pelo poluente PAN (peroxi-acetil nitrato), oxidante fotoquímico associado a emissões provenientes do tráfego rodoviário.

Alguns dos fatores conhecidos como causadores de subestimação, no caso dos tubos de NO₂, são:

- Aumento do período de exposição. Períodos de exposição mais curtos originam leituras de concentrações mais elevadas do que períodos de exposição mais longos. Este fenómeno deve-se à degradação do nitrito absorvido ao longo do tempo;
- Extração insuficiente de nitrito das *cartridges*;
- Degradação fotoquímica do complexo de nitrito-trietanolamina pela luz, apesar de este efeito ser minimizado pela utilização de tubos difusores opacos.

3.1.4 Incerteza e exatidão do método de difusão passiva

A legislação de qualidade do ar ambiente em vigor, nomeadamente o Decreto-Lei n.º 102/2010 de 23 de Setembro (alterado pelo Decreto-Lei nº 43/2015 de 27 de Março), especifica objetivos de qualidade de dados. A incerteza deve ser entendida, neste contexto, como sendo a medida quantitativa do desvio mais provável do valor medido em relação ao “valor real”. Por isso, existem formas de quantificação da exatidão associada aos métodos de avaliação introduzidas de forma harmonizada para a União Europeia por um grupo de trabalho da Comissão Europeia.

O valor de referência proposto por Van Aalst *et al* (1999) para medições indicativas, como é o caso destas medições recorrendo a tubos de difusão, é de 30%. O cálculo da incerteza pode efetuar-se, tendo por base os tubos de difusão expostos em duplicado ou triplicado e o resultado da estação de monitorização da qualidade do ar (EQA) de Alverca para o mesmo período. A forma de cálculo da incerteza, disposta na Norma Europeia EN 13528-1:2002, encontra-se indicada de seguida:

$$incerteza(\%) = \frac{|\bar{x} - x_{ref}| + 2S}{x_{ref}} \times 100$$

Em que:

\bar{x} é o valor da média dos resultados das repetições de medições

x_{ref} é o valor de concentração “real” (aceite como tal, dado ser medido através do método de referência)

S é o desvio padrão das medições

Outras causas de erro, a considerar na análise dos resultados obtidos, resultam de:

- erros no manuseamento dos tubos, quer na sua abertura, quer na colocação da substância adsorvente no difusor;
- erros na análise, resultantes da contaminação da amostra e da utilização de reagentes não padronizados;

Assim, aquando da análise de resultados torna-se necessário recorrer a técnicas de verificação de erros e a critérios para desprezar valores considerados inconsistentes.

3.1.5 Sazonalidade

As diferentes características dos poluentes atmosféricos começam logo pelos diferentes modos de como estes são gerados, sendo, assim, possível distinguir dois tipos: os poluentes primários (caso dos óxidos de azoto e benzeno) e os secundários (como é o caso do ozono). Os primeiros são emitidos diretamente para a atmosfera, os segundos resultam da transformação na atmosfera dos poluentes primários por diferentes reações

químicas, potenciadas pela ação da radiação solar. A maioria dos poluentes evolui segundo um ciclo sazonal bem marcado:

- os poluentes primários apresentam geralmente concentrações mais elevadas durante os períodos de Inverno do que durante os de Verão, devido nomeadamente a condições de maior estabilidade atmosférica;
- o inverso, as concentrações de ozono são mais elevadas durante a Primavera e Verão em comparação com as de Outono e Inverno. Trata-se de um poluente secundário cuja produção está essencialmente relacionada com a intensidade da radiação solar.

Os parâmetros meteorológicos observados durante o período de amostragem têm uma influência significativa quer ao nível das reações químicas dos poluentes na atmosfera, quer ao nível da interferência com o funcionamento dos tubos de difusão. Estudos laboratoriais efetuados por Hangartner (2001) permitiram estabelecer intervalos de segurança de medições para a temperatura, pressão e humidade:

- na amostragem de NO₂, o intervalo de segurança relativamente à temperatura está entre os 5°C e os 50°C;
- a influência da pressão atmosférica resulta numa diminuição da eficácia da amostragem com o aumento desta. Para o NO₂ estima-se que a influência da pressão atmosférica nos locais de medição esteja na ordem dos 5% por cada 1000m. Em países montanhosos esta influência pode ser significativa, no entanto, desde que seja conhecida a altitude pode ser facilmente calculado um factor de correção;
- relativamente à humidade relativa (HR), não foram registadas alterações na eficácia da adsorção entre os 20% e 80% de humidade relativa.

No sentido de minimizar potenciais problemas provocados por fatores como velocidades de vento elevadas ou muito reduzidas e precipitação, tiveram-se em conta as seguintes orientações:

- a Norma Europeia EN 13528-1:2002, de 11 de Outubro de 2002, para este método, aconselha a utilização de abrigos protetores. No entanto, o mesmo documento recomenda que os abrigos sejam concebidos de modo a garantir que o movimento de ar no seu interior seja representativo do ar na sua envolvente, e que o seu desenho não afete significativamente a direção do vento e a taxa de difusão no tubo;
- deve ser evitada a exposição dos tubos em áreas de fraca movimentação do ar. A velocidade de circulação do ar na parte aberta do tubo deve ser da ordem de 10cm/s para que 99% do NO₂ seja

recolhido. Para velocidades inferiores cria-se uma zona de estagnação à entrada do tubo que impede a renovação do ar.

3.1.6 Meteorologia

A avaliação meteorológica constitui um fator de elevada importância para a correta interpretação dos níveis de poluentes monitorizados em ar ambiente (ex. os parâmetros direção e velocidade do vento têm influência na dispersão dos poluentes atmosféricos). De forma a caracterizar a influência das condições meteorológicas na qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira, foi instalada uma estação meteorológica na Escola Básica da Malva Rosa (Figura 4), no período em que decorreu a 1ª campanha de avaliação da qualidade do ar, ou seja, entre 30 de Janeiro e 6 de Fevereiro de 2020. A instalação da estação meteorológica no concelho possibilitou a avaliação dos seguintes parâmetros: temperatura, humidade relativa, precipitação, intensidade de vento e direção de vento.



Figura 4 – Estação meteorológica instalada na Escola Básica da Malva Rosa

(Página intensionalmente deixada em branco)

4 Campanha de avaliação da qualidade do ar

4.1 Período de amostragem

A 1ª campanha da avaliação da qualidade do ar através do método de difusão passiva foi realizada durante o período meteorológico de Inverno de 2020, no concelho de Vila Franca de Xira.

O objetivo desta avaliação não é ter carácter indicativo mas ser um diagnóstico da qualidade do ar do concelho de Vila Franca de Xira, tendo em conta as suas características territoriais, socioeconómicas e industriais. Considerou-se que a amostragem efetuada permite fazer uma adequada caracterização da distribuição das concentrações dos poluentes NO₂ e SO₂ no concelho de Vila Franca de Xira.

- **Período de Amostragem:**
 - 30 de Janeiro de 2020 – 6 de Fevereiro de 2020
 - Período de medição: 1 semana
- **Ponto de controlo de qualidade (QA/QC):** Estação de Monitorização da Qualidade do Ar (EMQA) de Alverca
- **Número Total de Pontos de Amostragem:**
 - 46 pontos (NO₂ e SO₂)

4.2 Grelha de amostragem

A campanha de medição da qualidade do ar por difusão passiva consistiu na colocação de tubos de difusão em 46 locais pré-determinados. A grelha de amostragem foi elaborada pela FCT-NOVA e pela C.M. Vila Franca de Xira, tendo por base a adotada na avaliação de 2005, mas aumentada em 10 locais de amostragem (ver Figura 5). Como se pode verificar, os pontos com o marcador de cor vermelha correspondem aos locais avaliados em 2005, os pontos a amarelo marcam os 10 novos locais selecionados pelas equipas técnicas e o ponto (triplo) a azul, representa a Estação de Monitorização da Qualidade do Ar (EMQA) de Alverca. Esta EMQA encontra-se englobada na rede de monitorização da qualidade do ar da CCDRLVT, e permitiu efetuar uma avaliação de intercooperação no que diz respeito ao método de referência, de forma a avaliar uma possível subestimação ou sobrestimação das concentrações obtidas para os vários poluentes.

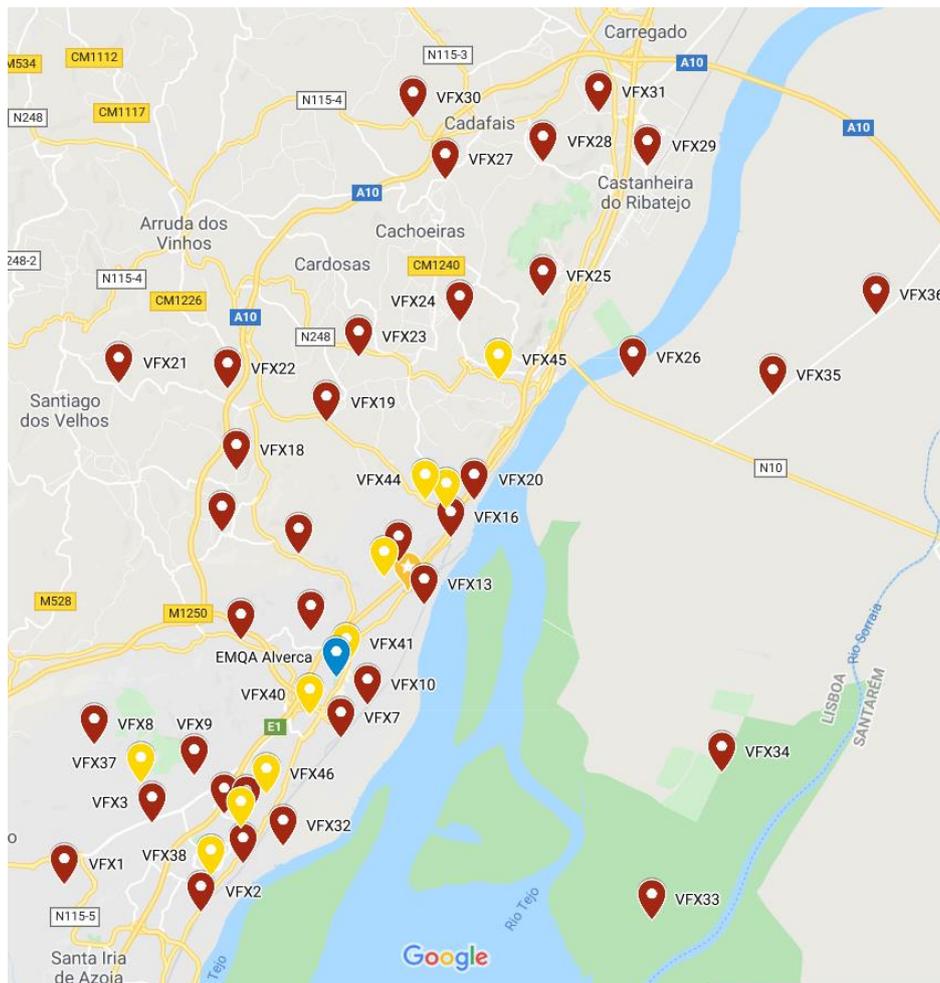


Figura 5 – Grelha de avaliação da qualidade do ar através de amostragem passiva

5 Análise de resultados

5.1 Meteorologia

As condições meteorológicas são fatores relevantes a ter em conta quando se procede à análise das concentrações obtidas para os vários poluentes atmosféricos. Estas podem influenciar diretamente os fenómenos de dispersão e transferência dos poluentes atmosféricos, transportando as massas de ar a longas distâncias do local de emissão dos mesmos.

Assim, parâmetros meteorológicos como a intensidade e direção dos ventos, precipitação, temperatura e humidade relativa, devem ser tidos em conta na discussão de resultados por poderem condicionar as concentrações de poluentes registadas.

A Tabela 5 apresenta o tratamento estatístico efetuado aos dados medidos na estação meteorológica instalada na Escola Básica da Malva Rosa (Alverca).

Tabela 5 - Tratamento estatístico dados meteorológicos

Base Horária			
Parâmetro	Mínimo	Média	Máximo
Temperatura (°C)	8,1	15,3	25,0
Humidade relativa (%)	48	85	98
Velocidade vento (m/s)	0,0	0,4	2,3
Base Diária			
Parâmetro	Mínimo	Média	Máximo
Precipitação (mm)	0,0	1,6	7,6

De acordo com Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) os meses de Janeiro e Fevereiro de 2020 foram quentes e secos, sendo que o Fevereiro de 2020 foi o de Fevereiro mais quente desde 1931 e o mais seco desde 2012. Em termos de precipitação, a quantidade de pluviosidade ocorrida em Janeiro de 2020 foi cerca de 65% do que é normal (valor normal 1971-2000), e em Fevereiro, apenas 17%.

Assim sendo, o espaço temporal compreendido entre 30 de Janeiro e 6 de Fevereiro de 2020 (1ª campanha de amostragem) caracterizou-se como mais quente e seco do que o espectável para os meses de Inverno.

Relativamente aos dados recolhidos na estação meteorológica instalada no concelho de Vila Franca de Xira, verificou-se que a temperatura média do ar foi de 15,3 °C, a humidade relativa média situou-se em 85,1% e a velocidade de vento média foi de 0,4 m/s, correspondendo a intensidade do vento “calmo” (ver Figura 6).

Uma análise mais detalhada do regime de ventos registado durante a campanha pode ser observada na Figura 7, onde se apresenta a rosa de ventos relativa à campanha de monitorização da qualidade do ar.

Em termos de intensidade de vento a predominância foi de calmas, ou seja, durante cerca de 75% do período em que decorreu a campanha a velocidade de vento foi inferior a 0,5 m/s, com um valor médio de 0,4 m/s. No entanto, ocorreram períodos em que a velocidade do vento teve mais intensidade, tendo-se verificado um quadrante predominante de direção de vento de Sudoeste (SW).

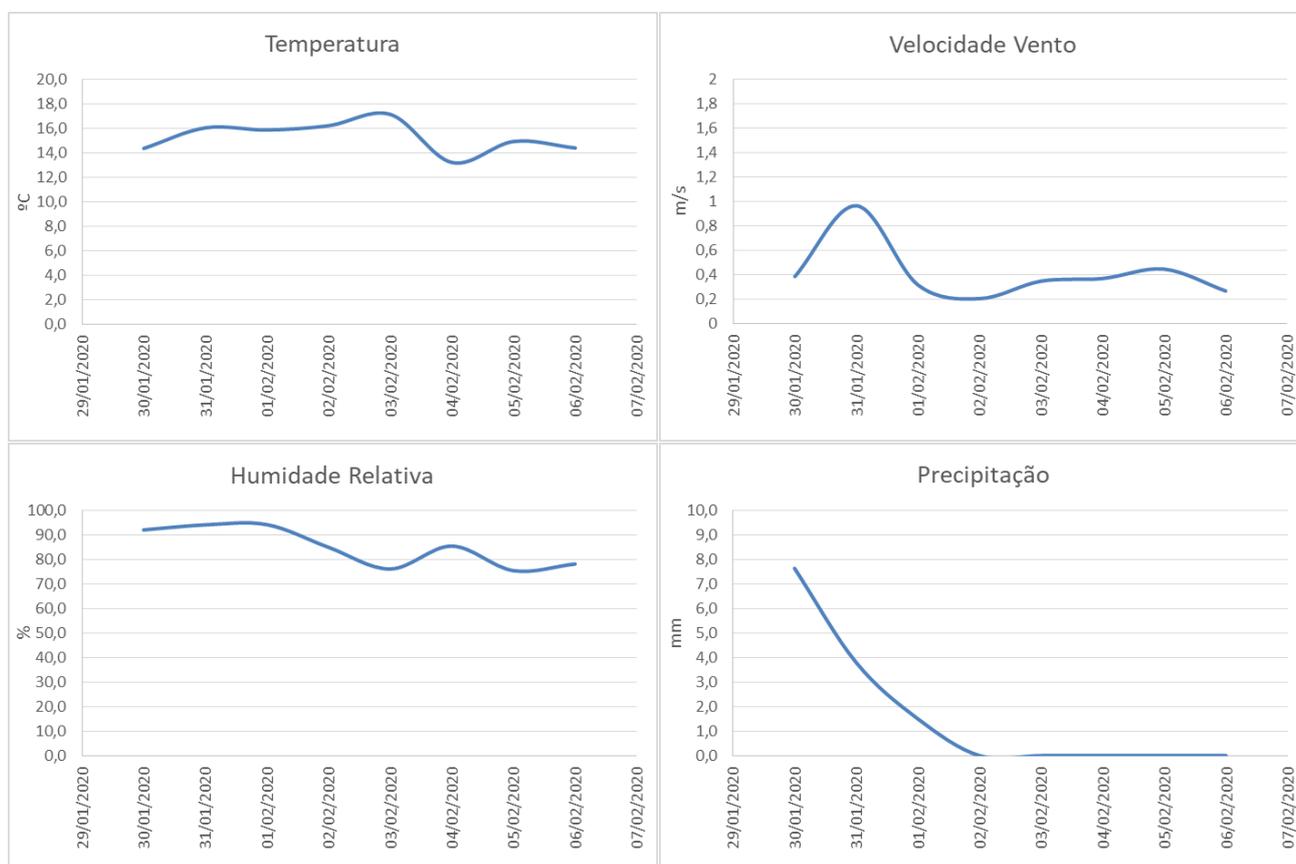


Figura 6 – Perfis médios diários dos parâmetros meteorológicos monitorizados no concelho de Vila Franca de Xira – Inverno 2020

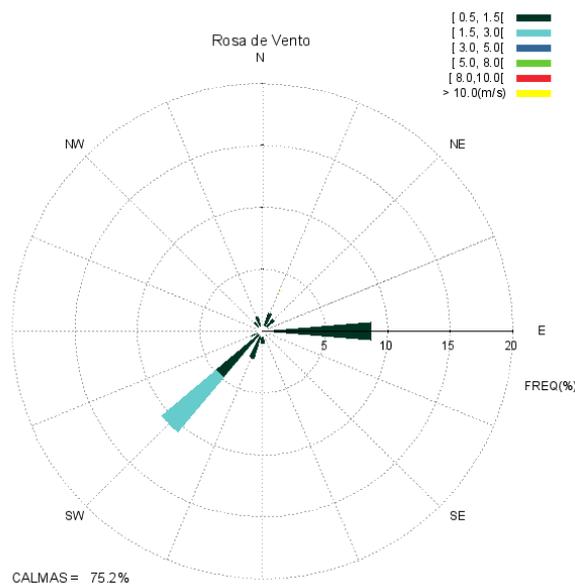


Figura 7 - Rosa de ventos da campanha de monitorização da qualidade do ar no concelho de Vila Franca de Xira – Inverno 2020

5.2 Controlo e garantia de qualidade do método de difusão passiva

Na presente campanha de avaliação da qualidade do ar através do método de difusão passiva, desenvolveram-se procedimentos de controlo e garantia de qualidade para medições indicativas (QA/QC), tal como foi mencionado anteriormente na secção relativa à metodologia.

Os resultados obtidos para os amostradores de dióxido de azoto (NO_2) e dióxido de enxofre (SO_2) colocados em triplicado na Estação de Monitorização da Qualidade do Ar de Alverca (EMQA de Alverca) permitiram a determinação dos parâmetros associados ao controlo e garantia de qualidade do método (QA/QC).

Em termos do estudo da precisão, o nível de reprodutibilidade das medições efetuadas por difusão passiva num mesmo local pode ser avaliado através do coeficiente de variação (razão entre o desvio padrão e a média). Um CV satisfatório, significando uma baixa dispersão dos resultados, estará abaixo dos 10%.

Relativamente à exatidão, este parâmetro permite avaliar a qualidade da resposta das medições dos tubos difusores em relação aos analisadores automáticos, identificando-se possíveis tendências de sobrestimação ou subestimação das concentrações obtidas por difusão passiva.

O cálculo da incerteza (que integra o grau de precisão e exatidão das medições através do método passivo) é feito com base na fórmula apresentada na secção da metodologia relativa a este aspeto.

Na Tabela 6 estão representados os resultados da avaliação da precisão (reprodutibilidade dos resultados de medições múltiplas), exatidão (aproximação da medição com a concentração real do poluente) e incerteza (que integra o grau de precisão e exatidão) associados ao método de difusão passiva para os poluentes NO₂ e SO₂.

Tabela 6. Parâmetros estatísticos da avaliação do controlo de qualidade

Parâmetro	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
Média tubos QA/QC (x)	18,6	1,6
Média EQA (x _{ref})	28,8	1,9
Desvio Padrão (S)	2,9	0,3
Precisão (%)	15%	20%
X-X _{ref}	10,2	0,3
Exatidão (%)	35%	14%
Incerteza (%)	55%	48%
Precisão = $S \times 100 / X$ Exatidão = $ X - X_{ref} / X_{ref}$ Incerteza = $(X - X_{ref} + 2S) / X_{ref}$		

Relativamente aos parâmetros estatísticos da avaliação do controlo de qualidade para o NO₂ e SO₂ verifica-se que:

- Os resultados obtidos nesta campanha de Inverno resultaram em CV um pouco superior a 10% (15% para o NO₂ e 20% para o SO₂). Estes resultados estão associadas ao facto das concentrações terem sido mais reduzidas, uma vez que uma pequena variação em termos de concentração pode corresponder a uma maior proporção em relação à média dos tubos difusores;
- Relativamente à exatidão, fator de aproximação entre a medição passiva e a concentração do poluente tida como real, verificou-se que o método de difusão passiva subestimou o método de referência;
- No que respeita à incerteza em ambos os poluentes obteve-se uma incerteza de superior a 30% (considerada aceitável para este método de medição), o que, neste caso, se deveu a uma exatidão reduzida causada por um maior afastamento entre os valores medidos pelos dois métodos e não a falhas ao nível da precisão (uma vez que o método passivo apresentou uma boa reprodutibilidade de concentrações).

5.3 Dióxido de Azoto (NO₂)

A 1ª campanha de avaliação através do método de difusão passiva (tubos de difusão) obteve uma taxa de sucesso de 97%, dado que apenas um tubo não foi recolhido por ter sido vandalizado (VFX6 – Forte da Casa). Os restantes 45 tubos e o triplicado colocado na EQA de Alverca (controlo de qualidade) foram enviados para um laboratório acreditado em Itália (ICS Maugeri).

Relativamente ao poluente NO₂ verificou-se que a média global dos 45 pontos de amostragem foi de 12,1 µg/m³, sendo que o valor mais elevado foi amostrado no ponto VFX41 (43,1 µg/m³) e o mais reduzido foi VFX34 (1,2 µg/m³). A Figura 8 apresenta a concentração média semanal obtida em cada ponto de avaliação.

A análise de conformidade legal não constitui objetivo deste trabalho, nem deve ser encarado como tal, visto que os períodos de exposição dos amostradores (7 dias) não correspondem aos períodos de exposição dispostos no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro, para o NO₂ (médias horárias ou anuais). Pode, contudo, comparar-se os valores obtidos com o valor limite anual para este poluente, por forma a obter-se uma avaliação global de concentrações para o concelho e identificar potenciais áreas com níveis mais elevados, comparativamente com outras.

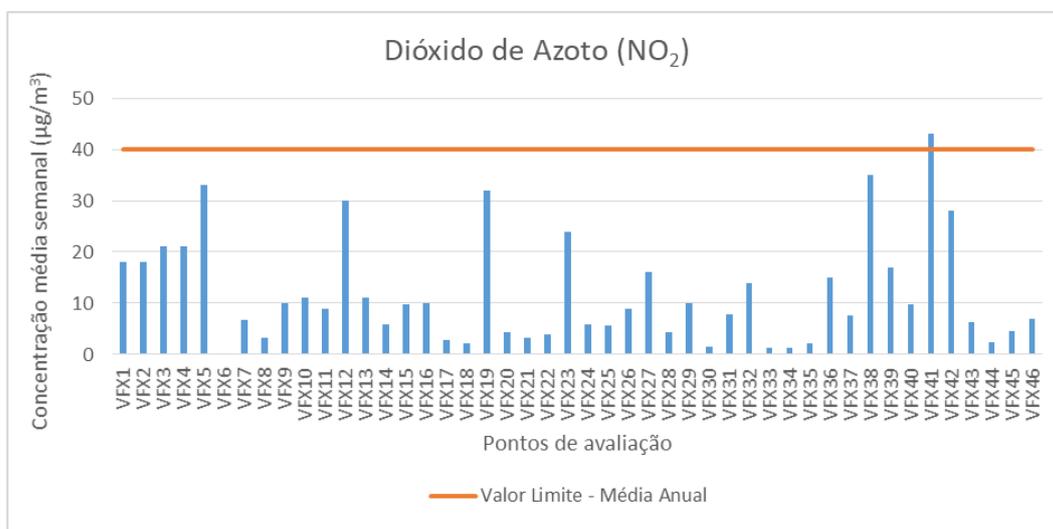


Figura 8 – Concentração média semanal de NO₂ registada em cada ponto de avaliação – 1ª campanha Inverno 2020

Como referido anteriormente neste Relatório Intermédio, a presente avaliação da qualidade do ar baseia-se, em parte, na avaliação realizada no ano de 2005, pelo que 36 dos 46 pontos selecionados são, em 2020, nos mesmos locais que em 2005. Este aspeto permite uma comparação mais precisa entre as concentrações médias semanais obtidas em 2020, face a 2005. A Figura 9 apresenta a análise comparativa entre as campanhas de Inverno, para o poluente dióxido de azoto (NO₂).

Comparando as concentrações médias semanais obtidas nas duas campanhas (2005 vs 2020), verifica-se uma melhoria dos níveis de NO₂ em ar ambiente no concelho de Vila Franca de Xira na avaliação do presente ano. Ressalva-se que em 2005 o Valor Limite Anual em vigor para o poluente em análise era de 50 µg/m³. Considerando o presente VL Anual (40 µg/m³), apenas num ponto de avaliação (VFX41) foi obtida uma concentração média semanal ligeiramente superior ao VL Anual. Analisando os pontos com concentrações superiores ao VL Anual de 2005 (50 µg/m³), na presente campanha de monitorização verificou-se que estes obtiveram níveis de NO₂ inferiores (inclusive inferiores ao VL Anual em vigor).

Por outro, verificou-se que o único ponto de avaliação que obteve uma concentração média semanal superior ao VL Anual (40 µg/m³), VFX41 situado em Alverca próximo da N10, constitui um dos novos locais de monitorização em 2020. Os níveis de NO₂ amostrados necessitarão de verificação com a realização da campanha de Verão de 2020.

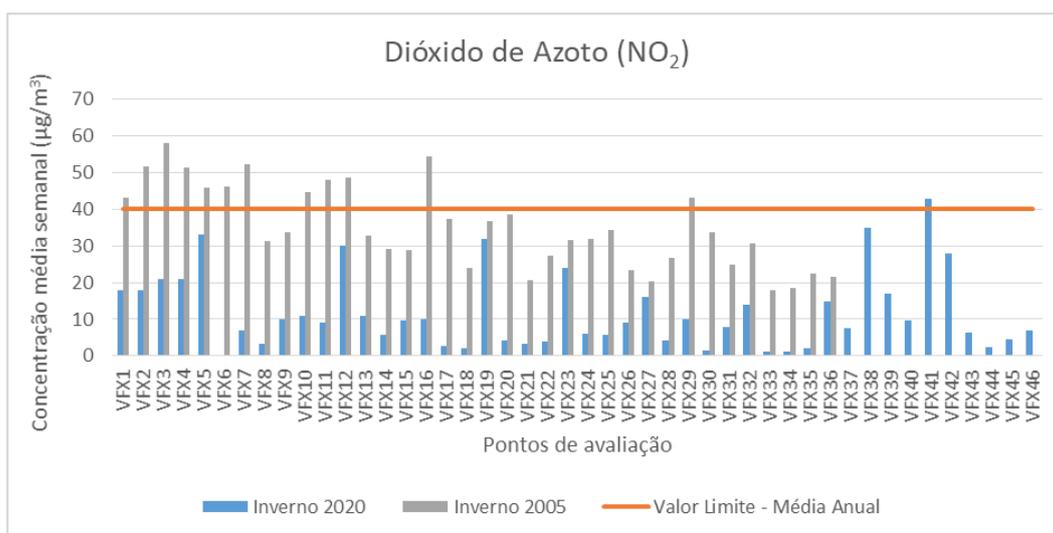


Figura 9 – Concentração média semanal de NO₂ registada em cada ponto de avaliação – Inverno 2005 vs Inverno 2020

A Figura 10 apresenta a interpolação geo-estatística das concentrações médias semanais do poluente NO₂. Constatou-se que as áreas do concelho de Vila Franca de Xira na envolvente aos principais eixos viários que atravessam o município (A1 e N10) apresentaram níveis de NO₂ superiores a outras zonas com menor densidade rodoviária. Os pontos localizados nas zonas de Póvoa de Santa Iria e Alverca influenciaram o mapa de concentrações de NO₂ no concelho de Vila Franca de Xira, constituindo-se como zonas de concentração mais elevada.

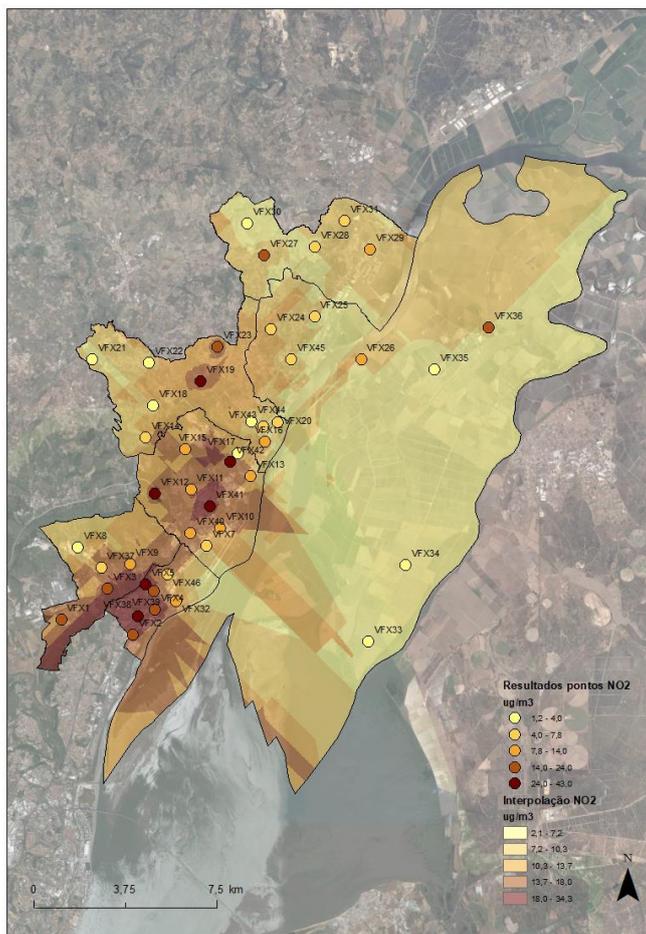


Figura 10 – Mapa de interpolação das concentrações médias semanais de NO₂ – Inverno 2020

Globalmente, com base a avaliação estatística presente na Tabela 7, verificou-se que concentrações médias semanais do poluente NO₂ obtidas na campanha de Inverno de 2020 foram substancialmente inferiores às registadas na campanha de Inverno de 2005.

Tabela 7 – Análise estatística das concentrações de NO₂ avaliadas nas campanhas de Inverno de 2005 e 2020

Parâmetros	NO ₂ 2005 (µg/m ³)	NO ₂ 2020 (µg/m ³)
Número de pontos válidos	36	45 (46)
Média	35,2	12,1
Máximo	58,0	43,0
Mínimo	17,9	1,2
Desvio Padrão	11,4	10,4

5.4 Dióxido de Enxofre (SO₂)

No que diz respeito ao poluente SO₂, verificou-se que a concentração média nos pontos de avaliação foi de 1,8 µg/m³. Dado que o período de amostragem foi de uma semana (7 dias) e o resultado dessa avaliação consiste numa média semanal, efetuou-se a comparação entre as concentrações obtidas e o Valor Limite Diário (125 µg/m³). Verificou-se que em nenhum dos pontos de amostragem se obteve concentrações de SO₂ próximas do valor limite diário. Ressalva-se que a indicação do Valor Limite Diário não aparece representada na Figura 11 porque iria alterar a escala de visualização do eixo “concentração média semanal” e, conseqüentemente dificultaria a interpretação das concentrações obtidas nos 46 pontos da grelha de avaliação da qualidade do ar.

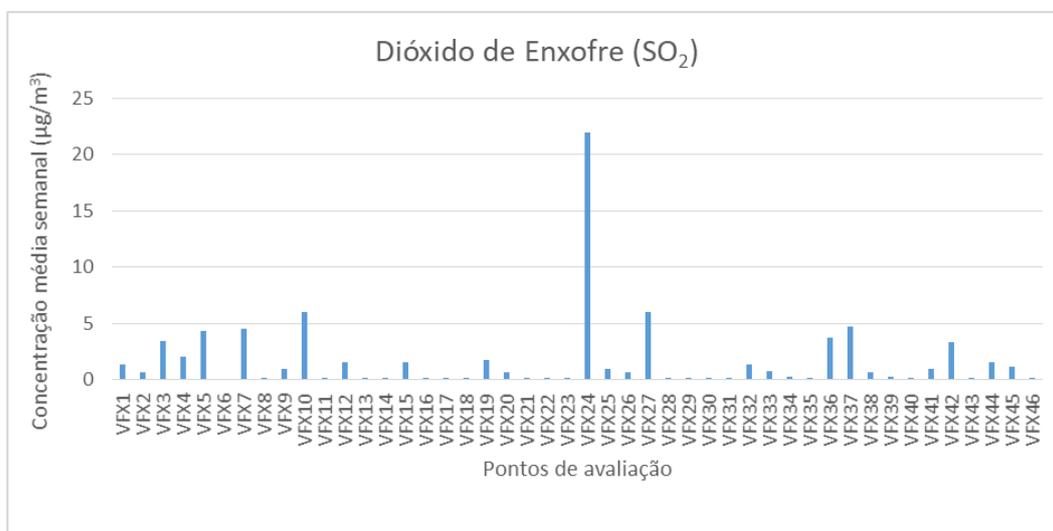


Figura 11 - Concentração média semanal de SO₂ registrada em cada ponto de avaliação – 1ª campanha Inverno 2020

Analisando comparativamente as campanhas de Inverno de 2005 e 2020 (Figura 12), verificou-se que os níveis amostrados em 2020 foram inferiores aos registados em 2005. Com exceção dos pontos VFX10 e VFX24, as concentrações médias semanais foram, nesta campanha de Inverno, inferiores às amostradas no Inverno de 2005. Em relação aos 10 novos pontos da grelha de 2020 (VFX37 a VFX46), não foram obtidas concentrações superiores a 5 µg/m³.

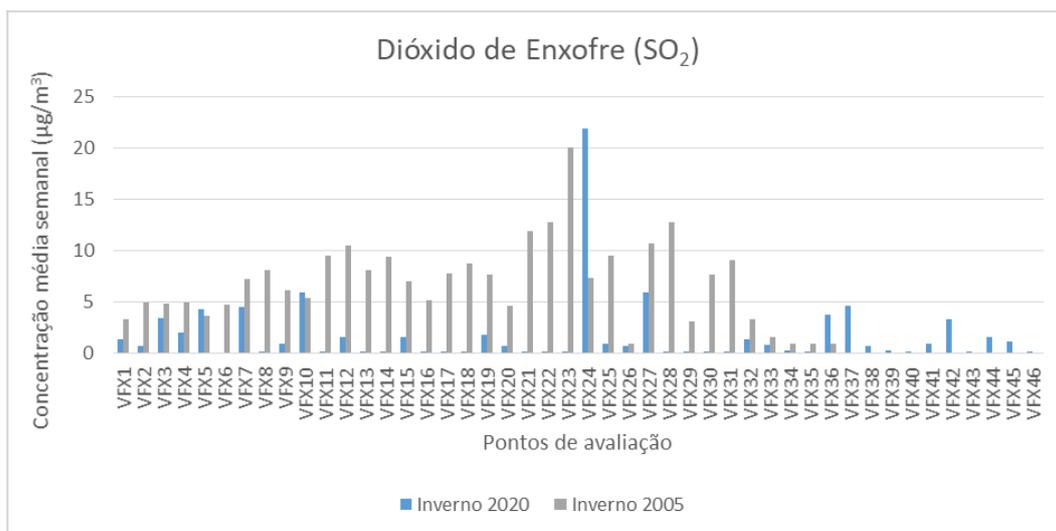


Figura 12 - Concentração média semanal de SO₂ registada em cada ponto de avaliação – Inverno 2005 vs Inverno 2020

A Figura 13 apresenta a interpolação das concentrações médias semanais de SO₂ no concelho de Vila Franca de Xira. Excetuando a zona de influência do ponto VFX24, onde se registou a concentração média semanal mais elevada de SO₂ nesta campanha, não se identificam outras zonas com concentrações elevadas para o poluente em análise.

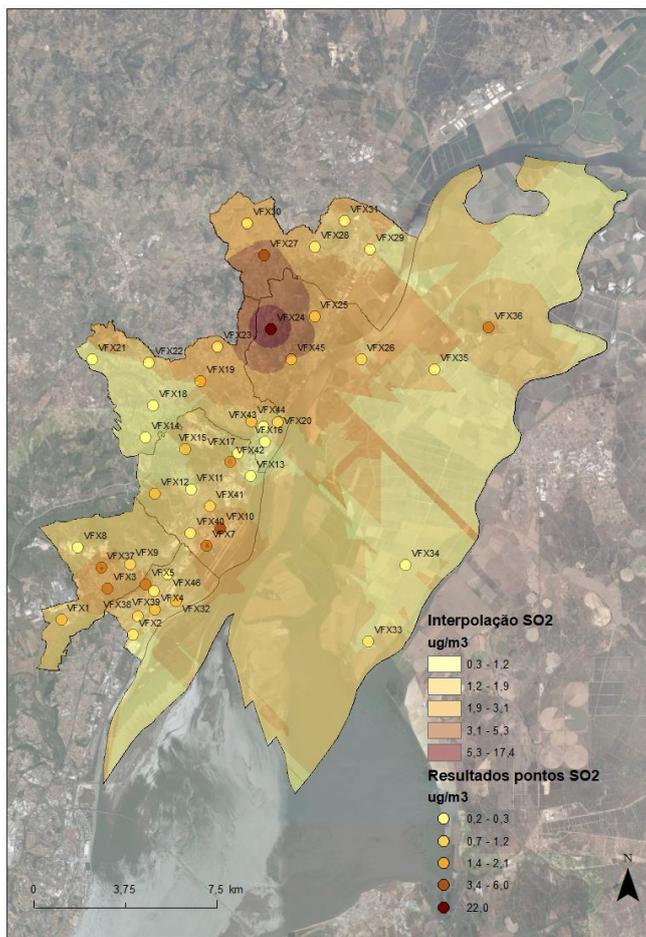


Figura 13 - Mapa de interpolação das concentrações médias semanais de SO₂ – Inverno 2020

Analisando os parâmetros estatísticos calculados para as concentrações de SO₂ registadas nas duas campanhas em estudo (2005 e 2020) em todos os pontos da grelha de amostragem, constatou-se que a média da campanha de 2020 foi inferior à determinada para 2005.

Tabela 8 - Análise estatística das concentrações de NO₂ avaliadas nas campanhas de Inverno de 2005 e 2020

Parâmetros	SO ₂ 2005 (µg/m ³)	SO ₂ 2020 (µg/m ³)
Número de pontos válidos	36	45 (46)
Média	6,9	1,8
Máximo	20,1	22,0
Mínimo	1,0	0,2
Desvio Padrão	4,1	3,5

6 Considerações finais

A 1ª campanha de avaliação da qualidade do ar através do método passivo decorreu entre 30 de Janeiro e 6 de Fevereiro de 2020. Os resultados obtidos, quer para o poluente NO₂ quer para o poluente SO₂, permitiram constatar que não se verificaram níveis de concentração preocupantes para os poluentes referidos e que as concentrações médias obtidas foram inferiores às registadas na EQA de Alverca.

Os resultados obtidos na avaliação de NO₂ permitiram concluir que a média deste poluente (nos 45 pontos válidos avaliados) nesta 1ª campanha de monitorização foi de 12,1 µg/m³, sendo que o valor mais elevado foi amostrado no ponto VFX41 (43,1 µg/m³) constituindo-se como o único o valor superior ao limite anual presente no Decreto-Lei n.º 102/2010, de 23 de Setembro. Ressalva-se que o referido normativo legal não estabelece valores guia (limite ou alvo) para avaliações de 7 dias.

Comparando as concentrações médias semanais obtidas nas duas campanhas (2005 vs 2020), concluiu-se que ocorreu uma melhoria dos níveis de NO₂ em ar ambiente no concelho de Vila Franca de Xira na avaliação do presente ano.

No que diz respeito ao poluente SO₂, foi possível concluir que na grande maioria dos pontos avaliados, a concentração média foi de 1,8 µg/m³, bastante diminuta tendo em conta que o Decreto-Lei nº102/2010 estabelece para este poluente um Valor Limite Diário de 125 µg/m³. Verificou-se que em nenhum dos pontos da grelha de amostragem foram obtidas concentrações próximas do Valor Limite referido. Tendo em conta os resultados obtidos, foi possível concluir que os níveis de concentração do poluente SO₂ em ar ambiente no concelho de Vila Franca de Xira não constituem, nesta primeira avaliação, um fator de preocupação ambiental. Analisando comparativamente as campanhas de Inverno de 2005 e 2020 (Figura 12), concluiu-se que as concentrações médias amostradas em 2020 foram inferiores aos registados em 2005, verificando-se assim uma melhoria da qualidade do ar no que a este poluente diz respeito. Ressalva-se que, de acordo com o estado da arte, as principais fontes emissoras do poluente SO₂ são do tipo industrial.

No período temporal em que decorreu a 1ª campanha de monitorização, as concentrações médias monitorizadas na EQA de Alverca foram 28,8 µg/m³ para o poluente NO₂ e 1,9 µg/m³ para o SO₂. Concluiu-se que as médias semanais dos poluentes em análise da grelha de avaliação de Vila Franca de Xira foram inferiores às monitorizadas na EQA de Alverca. Ressalva-se que na EQA de Alverca os poluentes atmosféricos são monitorizados com recurso a equipamentos de monitorização contínua.

No entanto, salienta-se que estes resultados são de carácter preliminar uma vez que irá ser realizada uma segunda campanha de monitorização através do método passivo (período de Verão) e serão também

realizadas duas campanhas de monitorização através do método contínuo (Inverno e Verão) com recurso à estação móvel SNIF Air Lab.

A 2ª campanha de monitorização da qualidade do ar através do método passivo está prevista para Setembro de 2020, tendo em conta o início do novo ano letivo e os constrangimentos relacionados com a pandemia de COVID-19 que estão a afetar os meses anteriores (Junho e Julho). Relativamente às campanhas de monitorização com recurso ao SNIF Air Lab, a sua realização será calendarizada pelas equipas técnicas da CM de Vila Franca de Xira e da FCT-NOVA.

A avaliação da qualidade do ar, principalmente em zonas urbanas e quando se pretende monitorizar poluentes cuja principal fonte emissora é o tráfego rodoviário (como é o caso do NO_2), deve ser realizada em cenário típico de atividades socioeconómicas, isto é, pretende-se evitar períodos de interrupção escolar, férias laborais, períodos meteorológicos atípicos (ondas de frio, calor ou elevada precipitação) e, tendo em conta o momento atual, constrangimentos impostos decorrentes de uma pandemia.

Anexo I – Identificação dos pontos de avaliação

Ponto: VFX1	
	<p>Latitude: 38,85702</p> <p>Longitude: -9,10692</p> <p>Localização: Rua dos Combatentes</p>
Ponto: VFX2	
	<p>Latitude: 38,85158</p> <p>Longitude: -9,07313</p> <p>Localização: Rua Engenheiro Clément Dumoulin</p>
Ponto: VFX3	
	<p>Latitude: 38,86891</p> <p>Longitude: -9,0854</p> <p>Localização: Rua da Vinha</p>
Ponto: VFX4	
	<p>Latitude: 38,86108</p> <p>Longitude: -9,06273</p> <p>Localização: Largo da Estação</p>

Ponto: VFX5	
	<p>Latitude: 38,87055</p> <p>Longitude: -9,0674</p> <p>Localização: Estrada dos Caniços</p>
Ponto: VFX6	
	<p>Latitude: 38,87017</p> <p>Longitude: -9,06188</p> <p>Localização: Rua Padre Américo</p>
Ponto: VFX7	
	<p>Latitude: 38,88528</p> <p>Longitude: -9,03868</p> <p>Localização: Estrada do Aeroporto</p>
Ponto: VFX8	
	<p>Latitude: 38,88415</p> <p>Longitude: -9,09962</p> <p>Localização: Avenida da Liberdade</p>

Ponto: VFX9	
	<p>Latitude: 38,8781</p> <p>Longitude: -9,0748</p> <p>Localização: Rua 25 de Abril</p>
Ponto: VFX10	
	<p>Latitude: 38,89184</p> <p>Longitude: -9,03215</p> <p>Localização: Rua D. Pedro V</p>
Ponto: VFX11	
	<p>Latitude: 38,90603</p> <p>Longitude: -9,04616</p> <p>Localização: Rua Cravos</p>
Ponto: VFX12	
	<p>Latitude: 38,90443</p> <p>Longitude: -9,06325</p> <p>Localização: Estrada Nacional 116</p>

Ponto: VFX13	
	<p>Latitude: 38,91117</p> <p>Longitude: -9,0181</p> <p>Localização: Rua Duque da Terceira</p>
Ponto: VFX14	
	<p>Latitude: 38,92525</p> <p>Longitude: -9,06797</p> <p>Localização: Rua do Mato da Cruz</p>
Ponto: VFX15	
	<p>Latitude: 38,92099</p> <p>Longitude: -9,04902</p> <p>Localização: Estrada Nacional 10-6</p>
Ponto: VFX16	
	<p>Latitude: 38,92414</p> <p>Longitude: -9,01143</p> <p>Localização: Estrada Nacional 10</p>

Ponto: VFX17	
	<p>Latitude: 38,91954</p> <p>Longitude: -9,02427</p> <p>Localização: Rua Rita Espírito Santo</p>
Ponto: VFX18	
	<p>Latitude: 38,9373</p> <p>Longitude: -9,06443</p> <p>Localização: Rua do Mato Forte</p>
Ponto: VFX19	
	<p>Latitude: 38,94655</p> <p>Longitude: -9,04215</p> <p>Localização: Estrada Nacional 248-3</p>
Ponto: VFX20	
	<p>Latitude: 38,9314</p> <p>Longitude: -9,00557</p> <p>Localização: Rua Augusto Marcelino Chamusco</p>

Ponto: VFX21	
	<p>Latitude: 38,95418</p> <p>Longitude: -9,09345</p> <p>Localização: Rua 28 de Maio</p>
Ponto: VFX22	
	<p>Latitude: 38,953</p> <p>Longitude: -9,06677</p> <p>Localização: Rua José de Sousa Nazaré</p>
Ponto: VFX23	
	<p>Latitude: 38,95929</p> <p>Longitude: -9,03428</p> <p>Localização: Estrada Nacional 248</p>
Ponto: VFX24	
	<p>Latitude: 38,96618</p> <p>Longitude: -9,0093</p> <p>Localização: Estrada Municipal 524</p>

Ponto: VFX25	
	<p>Latitude: 38,971</p> <p>Longitude: -8,98863</p> <p>Localização: Igreja do Senhor da Boa Morte</p>
Ponto: VFX26	
	<p>Latitude: 38,9552</p> <p>Longitude: -8,9664</p> <p>Localização: Lezíria</p>
Ponto: VFX27	
	<p>Latitude: 38,9937</p> <p>Longitude: -9,01285</p> <p>Localização: Estrada Camarária Cachoeiras Cadafais</p>
Ponto: VFX28	
	<p>Latitude: 38,99702</p> <p>Longitude: -8,98857</p> <p>Localização: Estrada Municipal 524-1</p>

Ponto: VFX29	
	<p>Latitude: 38,99625</p> <p>Longitude: -8,96273</p> <p>Localização: Estrada do Porto da Areia</p>
Ponto: VFX30	
	<p>Latitude: 39,00554</p> <p>Longitude: -9,02093</p> <p>Localização: Estrada Nacional 115-4</p>
Ponto: VFX31	
	<p>Latitude: 39,0066</p> <p>Longitude: -8,97498</p> <p>Localização: Estrada da Pimenta</p>
Ponto: VFX32	
	<p>Latitude: 38,86442</p> <p>Longitude: -9,05298</p> <p>Localização: Rua Afonso de Albuquerque</p>

Ponto: VFX33	
	Latitude: 38,85 Longitude: -8,96188 Localização: Lezíria
Ponto: VFX34	
	Latitude: 38,87867 Longitude: -8,9445 Localização: Lezíria
Ponto: VFX35	
	Latitude: 38,9517 Longitude: -8,93177 Localização: Lezíria
Ponto: VFX36	
	Latitude: 38,96735 Longitude: -8,90627 Localização: Lezíria

Ponto: VFX37	
	<p>Latitude: 38,87651</p> <p>Longitude: -9,08813</p> <p>Localização: Rua Antero de Quental</p>
Ponto: VFX38	
	<p>Latitude: 38,85868</p> <p>Longitude: -9,07081</p> <p>Localização: Avenida Ernest Solvay</p>
Ponto: VFX39	
	<p>Latitude: 38,86794</p> <p>Longitude: -9,06334</p> <p>Localização: Rua António Aleixo</p>
Ponto: VFX40	
	<p>Latitude: 38,88977</p> <p>Longitude: -9,04628</p> <p>Localização: Avenida da Mague</p>

Ponto: VFX41	
	<p>Latitude: 38,89975</p> <p>Longitude: -9,03724</p> <p>Localização: Rua César Augusto Gonçalves Ferreira</p>
Ponto: VFX42	
	<p>Latitude: 38,91658</p> <p>Longitude: -9,02784</p> <p>Localização: Rua 11 de Julho</p>
Ponto: VFX43	
	<p>Latitude: 38,92988</p> <p>Longitude: -9,01254</p> <p>Localização: Praça Francisco Câncio</p>
Ponto: VFX44	
	<p>Latitude: 38,93158</p> <p>Longitude: -9,01783</p> <p>Localização: Rua Industrias</p>

Ponto: VFX45	
	<p>Latitude: 38,95479</p> <p>Longitude: -8,99965</p> <p>Localização: Rua 28 de Março</p>
Ponto: VFX46	
	<p>Latitude: 38,87437</p> <p>Longitude: -9,05712</p> <p>Localização: Largo do Forte da Casa</p>

Anexo II – Resultados dos pontos de avaliação

Ponto	Concentração NO ₂ (µg/m ³)	Concentração SO ₂ (µg/m ³)	Observações
VFX1	18,0	1,4	
VFX2	18,0	0,7	
VFX3	21,0	3,5	
VFX4	21,0	2,1	
VFX5	33,0	4,3	
VFX6			Tubo perdido
VFX7	6,8	4,5	
VFX8	3,3	0,2	
VFX9	10,0	1,0	
VFX10	11,0	6,0	
VFX11	9,0	0,2	
VFX12	30,0	1,6	
VFX13	11,0	0,2	
VFX14	5,8	0,2	
VFX15	9,8	1,6	
VFX16	9,9	0,2	
VFX17	2,8	0,2	
VFX18	2,2	0,2	
VFX19	32,0	1,8	
VFX20	4,3	0,7	
VFX21	3,2	0,2	
VFX22	4,0	0,2	
VFX23	24,0	0,2	
VFX24	5,9	22,0	
VFX25	5,7	1,0	
VFX26	9,0	0,7	
VFX27	16,0	6,0	
VFX28	4,3	0,2	
VFX29	10,0	0,2	
VFX30	1,6	0,2	
VFX31	7,8	0,2	
VFX32	14,0	1,4	
VFX33	1,3	0,8	
VFX34	1,2	0,3	
VFX35	2,2	0,2	
VFX36	15,0	3,8	
VFX37	7,5	4,7	
VFX38	35,0	0,7	
VFX39	17,0	0,3	
VFX40	9,8	0,2	
VFX41	43,0	1,0	
VFX42	28,0	3,4	
VFX43	6,2	0,2	
VFX44	2,3	1,6	
VFX45	4,5	1,2	
VFX46	7,0	0,2	
QAQC	21,3	1,5	
QAQC	15,6	1,4	
QAQC	19,0	2,0	