

Relatório Final – Programa de Monitorização de Odores no Ecoparque da Abrunheira

TRATOLIXO

JUNHO 2017

Título	Relatório Final – Programa de Monitorização de Odores no Ecoparque da Abrunheira
	Tratolixo
Data	Junho 2017
Equipa	Coordenação NOVA.ID.FCT: Prof. Doutor Francisco Ferreira (Prof. Auxiliar no DCEA-FCT/UNL) Equipa técnica: Paulo Pereira (Licenciado em Engenharia do Ambiente) Sofia Teixeira (Licenciada em Sociologia) Joana Monjardino (Mestre em Engenharia do Ambiente) Luísa Mendes (Pós-Graduada em Ciências Geofísicas)
	 Associação para a Inovação e Desenvolvimento da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
	 Center for Environmental and Sustainability Research

Índice

1	RESUMO EXECUTIVO	9
2	INTRODUÇÃO	10
3	OBJETO DE ESTUDO	13
	O Odor	13
	Caracterização dos odores.....	14
3.1	A problemática dos odores na comunidade	16
3.2	Origem e natureza do odor na área circundante à Tratolixo	17
3.3	3.4.1 Caracterização do composto sulfureto de hidrogénio (H₂S)	18
3.4	Enquadramento Legal	19
3.5	4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
5	5 METODOLOGIA.....	23
5.1	Monitorização de diagnóstico de sulfureto de hidrogénio (H₂S).....	23
5.2	Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S) através do método difusão passiva	24
5.3	Caracterização Meteorológica	28
5.4	Medições sensoriais	31
	5.4.1 Pannel de Observadores.....	31
6.1	5.4.2 Medição do impacto de odor-inspeção de campo aplicando a VDI 3940- parte 2	35
6	ANÁLISE DE RESULTADOS	37
6.2	Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S).....	37
	6.1.1 Análise meteorológica da campanha de monitorização passiva (tubos de difusão)	42
	Medições sensoriais	45
	6.2.1 Pannel de Observadores.....	45
	6.2.2 Inspeção de campo - aplicação de VDI 3940 – Parte 2.....	62
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

Conclusões	68
Linhas de Orientação Futura.....	72
7.2.1 Vertente técnica	72
7.1 7.2.2 Vertentes entidades/população.....	73
7.2 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
ANEXO I	76
ANEXO II	79
ANEXO III	81
ANEXO IV.....	84
ANEXO V.....	88

Índice de figuras

Figura 1 – Pressupostos metodológicos aplicados no presente estudo	12
Figura 2 - Esquema de perceção de odor	14
Figura 3- Roda do odor (adaptado de Epstein, 2011)	15
Figura 4 – Localização das instalações da Tratolixo no Ecoparque da Abrunheira, concelho de Mafra.....	22
Figura 5 – Equipamento de medição de H ₂ S	23
Figura 6 – Medição com recurso tubo colorimétrico H ₂ S.....	23
Figura 7 – Tubo colorimétrico H ₂ S.....	23
Figura 8 - Tubos de difusão <i>standard</i> da Radiello e representação esquemática, em corte e planta, de um equipamento de monitorização passiva (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)	24
Figura 9 - Abrigo com tubos de difusão Radiello (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)	25
Figura 10 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H ₂ S_1ª campanha	26
Figura 11 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H ₂ S_2ª campanha	27
Figura 12 – Modelo da estação meteorológica da NOVA.ID.FCT utilizado nas instalações da Tratolixo	29
Figura 13- Descrição do odor na atmosfera na zona de residência e/ou trabalho dos inquiridos	33
Figura 14 – Intensidade por tipo de odor descrito no inquérito exploratório	33
Figura 15 – Exemplo de medição de pluma de odor com três linhas de intersecção (Sówka, 2010)	35
Figura 16 – Representação gráfica das concentrações de H ₂ S monitorizadas nas duas campanhas	39
Figura 17 – Mapeamento de resultados da 1ª campanha de monitorização de H ₂ S através de interpolação geoestatística (IDW)	40
Figura 18 - Mapeamento de resultados da 2ª campanha de monitorização de H ₂ S através de interpolação geoestatística (IDW)	41
Figura 19 – Análise dos parâmetros meteorológicos registados na monitorização de H ₂ S.....	43
Figura 20- Rosas de ventos determinadas a partir dos dados da estação meteorológica instalada na Tratolixo	44
Figura 21- Análise percentual dos registos de odor durante o período de monitorização.....	46

Figura 22 – Mapa de odores com base nos registos do painel de observadores (1ª e 2ª campanha)	48
Figura 23 – Registos de odor do painel de observadores na 1ª campanha de monitorização	48
Figura 24 – Registos de odor do painel de observadores na 2ª campanha de monitorização	49
Figura 25 – Intensidade de odor registada pelo painel de observadores no decurso do período de monitorização.....	50
Figura 26- Número de registos relativos à intensidade do vento percecionada pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização.....	51
Figura 27- Número de registos relativos ao estado do tempo descrito pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização.....	51
Figura 28- Número de registos relativos ao período do dia percecionado pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização	51
Figura 29 - Análise dos parâmetros meteorológicos registados na 2ª campanha de painel de observadores	53
Figura 30 - Rosa de ventos determinada a partir dos dados da estação meteorológica instalada na Tratolixo para a 2ª campanha de monitorização do painel de observadores.....	53
Figura 31 – Mapa da inspeção de campo da medição da pluma de odor.....	62
Figura 32 – Rosa-dos-ventos do dia 7 de março de 2017	63
Figura 33 – Mapa inspeção de campo do odor “Acre/Azeitonas”	64
Figura 34 - Mapa medições de campo do odor “Couves Podres/Ovos Podres”	65

Índice de tabelas

Tabela 1- Esquema Metodológico da avaliação de odores	10
Tabela 2 – Efeitos na saúde humana associado à presença de H ₂ S em ar ambiente (adaptado de Correia,2002 e OSHA, 2005).....	18
Tabela 3 -Principais vantagens e desvantagens do uso de amostragem por difusão passiva (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)	25
Tabela 4 – Identificação dos pontos de amostragem nas campanhas do programa de monitorização de odores	27
Tabela 5 – Escala de <i>Beaufort</i> adaptada	28
Tabela 6 – Localização da estação meteorológica instalada no Ecoparque da Abrunheira	30
Tabela 7 – Localização do painel de observadores por campanha de monitorização	32
Tabela 8 – Calendarização das tarefas metodológicas realizadas.....	37
Tabela 9 – Resultados dos amostradores passivos de H ₂ S.....	38
Tabela 10 – Parâmetros meteorológicos registados na TratoLixo nas campanhas de tubos de difusão	42
Tabela 11- Registos de ocorrências de odor na 1ª campanha	45
Tabela 12 - Registos de ocorrências de odor na 2ª campanha	46
Tabela 13 – Frequência de intensidade da pluma de odor a “Acre/Azeitonas” na inspeção de campo	66
Tabela 14 - Frequência de intensidade da pluma de odor a “Couves Podres/Ovos Podres” na inspeção de campo	67

1 Resumo executivo

O presente documento insere-se no âmbito de um programa de monitorização de odores na atmosfera para a empresa Tratolixo na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira, concelho de Mafra, por parte da equipa técnica do Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade (CENSE)/Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Os odores atmosféricos são suscetíveis de causar impacto na qualidade de vida das populações, uma vez que podem causar incomodidade e desconforto. Esta situação pode ainda ser mais gravosa se se estiver perante um aglomerado urbano na proximidade de uma fonte emissora de odor. Com a finalidade de se compreender melhor este fenómeno e o seu impacto na qualidade de vida dos cidadãos, utilizaram-se técnicas de avaliação e controlo da exposição das populações, tendo sido realizados vários pressupostos metodológicos, os quais incluíram duas campanhas de monitorização de odores, verão e inverno.

As campanhas de monitorização de sulfureto de hidrogénio (H_2S) através de amostragem passiva compreenderam um período de 15 dias cada e uma grelha de nove pontos distribuídos na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira. Os resultados obtidos nas duas campanhas foram em média de $0,3 \mu g/m^3$ na de Verão e $13,6 \mu g/m^3$ na de Inverno. Este último foi fortemente influenciado pela elevada concentração obtida no ponto Tratolixo-ETARI ($114,4 \mu g/m^3$). Este foi um de dois pontos relocizados para o interior das instalações do Ecoparque da Abrunheira na campanha de Inverno, de forma à obtenção de uma análise da concentração de H_2S junto das possíveis fontes emissoras. Comparando estes valores com o limite de deteção (“odor threshold” - $0,76 \mu g/m^3$) verificou-se que, da 1ª para a 2ª monitorização, o odor passou enquadrar-se na categoria de detetável e, portanto mais perceptível aos recetores sensíveis. Contudo, a exposição da população a estes níveis de concentração não apresenta qualquer perigo para a sua saúde. Os locais com as concentrações mais elevadas foram o posto de abastecimento de combustível da A21 (1ª campanha) e a Estrada do Matadouro (2ª campanha).

O painel de observadores registou possíveis odores na atmosfera nos meses de Maio, Junho e Dezembro de 2016. Foram efetuados 92 dias de análise que originaram 117 registos de odor dos quais 68 foram a “Couves Podres/Ovos Podres”. No total das duas campanhas, em apenas 36% dos dias não foi registado qualquer tipo de odor.

O vento teve predominância dos quadrantes Oeste/Noroeste e Noroeste na 1ª campanha e de Norte/Nordeste na 2ª, sendo sempre de fraca intensidade.

Recorrendo à modelação da exposição dos recetores ao odor, verificou-se que a pluma dispersou-se para os locais onde os mesmos realizavam os seus registos.

No que à inspeção de campo diz respeito, foi possível verificar algo expectável mas relevante: quanto maior o afastamento da fonte emissora, menos se sente odor. O odor a “Couves Podres/Ovos Podres” foi mais sentido nos pontos mais próximos da Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI), enquanto o odor a “Acre/Azeitonas” foi mais registado nas proximidades da Central de Digestão Anaeróbia (CDA).

2 Introdução

O presente documento insere-se no âmbito do programa de monitorização de odores na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira sito em Mafra, por parte da Associação para a Inovação e Desenvolvimento da FCT (NOVA.ID.FCT). Este relatório final corresponde ao culminar da monitorização quantitativa e qualitativa de odores na atmosfera. Este estudo foi desenvolvido ao longo de 12 meses, de forma a englobar dois períodos meteorológicos distintos: primavera/verão e outono/inverno.

As tarefas metodológicas realizadas ao longo do período de monitorização encontram-se esquematizadas na Tabela 1.

Ferramentas Metodológicas	Descrição
Reconhecimento <i>in loco</i> de zonas críticas de odor na área adjacente ao Ecoparque da Abrunheira	Visita acompanhada no terreno entre a Tratulixo e os técnicos da NOVA.ID.FCT para avaliação dos locais mais críticos em odor limítrofes às instalações da Abrunheira.
Monitorização de diagnóstico com recurso a tubos colorimétricos e analisador de H₂S	Medição de H ₂ S com utilização de tubos colorimétricos dentro das instalações da Tratulixo como ensaio para as localizações acima diagnosticadas. Avaliação dos mesmos locais com recurso ao equipamento de análise de gases da Dragger.
Mapeamento dos locais designados para a monitorização passiva	Definição de uma grelha de amostragem determinada geograficamente com nove locais designados para a colocação de tubos de difusão.
Constituição de “diários de odor” por um Painel de Observadores	Medições sensoriais de ocorrências de registos de odor por indivíduos, constituídos como assessores, residentes nas freguesias do concelho de Mafra limítrofes à envolvente do Ecoparque. Estes registos consubstanciam-se em grelhas de análise que permitam estabelecer uma relação tendencial de odor nas suas dimensões de intensidade e frequência.
Monitorização de H₂S com recurso a tubos de difusão	Colocação de tubos de difusão pelos nove locais estrategicamente escolhidos durante um período de 15 dias.
Análise de parâmetros meteorológicos (Temperatura, Humidade Relativa, Pressão atmosférica, Velocidade e Direção do Vento)	Apreciação de fenómenos meteorológicos decorridos no período de monitorização que possam ter influência nos registos e medições de odor. Análise de fenómenos meteorológicos com recurso a uma estação meteorológica automática da marca “WatchDog”.
Inspeção de campo - VDI 3940-parte 2	Medição do impacte dos odores nas áreas abrangidas pela pluma odorífica, com recurso a uma equipa técnica no terreno.

Tendo como objetivo fundamental a monitorização de odores da área envolvente da Tratolixo (Ecoparque da Abrunheira) resultante da incomodidade, manifestada por alguns residentes nas proximidades das instalações da empresa e no contexto das avaliações conduzidas nesta temática a nível europeu, optou-se por uma abordagem combinada e complementar das diversas ferramentas metodológicas referidas na Tabela 1. Se por um lado, a vertente qualitativa, utiliza um método indicativo que coloca o enfoque primordial no grau de incomodidade, por outro, a abordagem quantitativa permite a determinação da concentração do composto sulfureto de hidrogénio (H_2S) em ar ambiente, responsável pela sensação de odor a “couves podres/ovos podres”. Este método combinado tornou-se importante para a prossecução do presente estudo, uma vez que, em primeiro lugar, se constatou, através do diagnóstico realizado com a utilização de tubos colorimétricos, que os parâmetros do limite de deteção de odor em ar ambiente (*odor threshold*) eram baixos. Isto significa que a concentração da deteção de odor em condições de análise foi diminuta, apesar desse mesmo odor ser perceptível ao nariz humano e causar impacto na população envolvente. Em segundo lugar, a zona de implementação do Ecoparque da Abrunheira apresenta características morfológicas e meteorológicas específicas, nomeadamente ao nível do regime de vento predominante.

A problemática dos odores, como foi acima referido, é concomitante com a variabilidade dos parâmetros meteorológicos, dado que estes podem desempenhar um papel preponderante nos processos de dispersão e diluição dos compostos odoríficos na atmosfera. A análise dos dados da estação meteorológica instalada no Ecoparque da Abrunheira no decurso das duas fases do programa de monitorização de odores, tornou-se importante para o tratamento de dados provenientes das duas abordagens metodológicas.

Os pressupostos metodológicos do programa de monitorização de odores delineado para a Tratolixo (Abrunheira) encontram-se esquematizados na Figura 1.

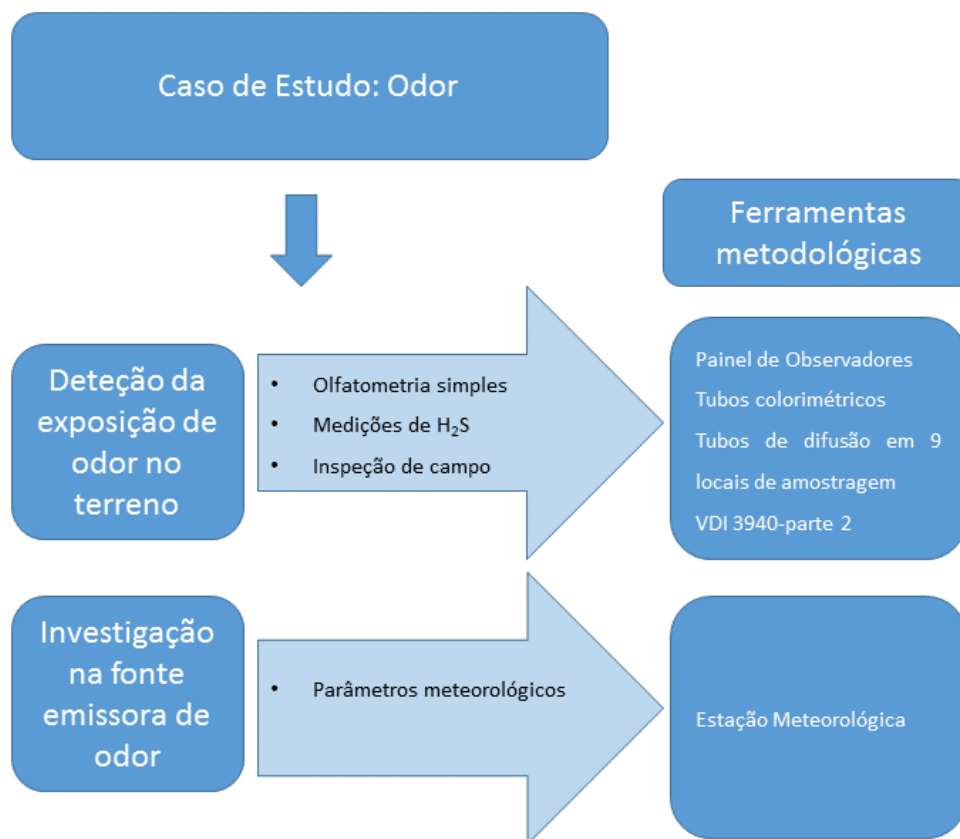


Figura 1 – Pressupostos metodológicos aplicados no presente estudo

3 Objeto de Estudo

O Odor

O odor caracteriza-se como sendo uma propriedade de uma mistura complexa, com uma estrutura química e uma concentração diferenciada não sendo mais do que um atributo organolético, por inalação de compostos voláteis, perceptível pelo órgão olfativo. Estes compostos são referidos como odoríficos, pelo facto de estimularem o olfato humano. A percepção de odores resume-se a uma tomada de conhecimento dos efeitos de um estímulo sensorial simples ou múltiplo (EN13725:2003), que pode variar de indivíduo para indivíduo (de acordo com a natureza química dos compostos), por parâmetros meteorológicos, pela envolvente ambiental e pela proximidade à fonte emissora de odor, não estando linearmente relacionada com a concentração dos compostos odoríficos.

De acordo com a norma Europeia de Olfatometria (EN 13725, 2003), o olfato e o paladar são os sentidos mais primitivos do ser humano, promovendo sentimentos de aproximação ou repulsa por determinada característica. Apesar de ao ser humano ser possível distinguir até 10 000 qualidades de odor, este possui alguma dificuldade para descrever as sensações olfativas, que podem ser influenciadas por dois efeitos. Por um lado, a fadiga, onde está patente uma diminuição da intensidade de percepção do odor em consequência de exposições prolongadas, e, por outro lado, a adaptação olfativa, isto é, o aumento da capacidade para a identificação do odor resultante de exposições repetidas de forma não contínua. O olfato apenas permite identificar a presença ou ausência de odor, contudo, não possibilita quantificar a sua concentração.

O odor tem a capacidade de desencadear reações ao ser humano (Figura 2). Se, por um lado, a sua interpretação psicológica pode levar a sensações de agradabilidade, por outro, pode originar desconforto e mecanismos de proteção da vida humana. A discussão entre o que é agradável ou desagradável ao nariz humano é, de certa forma, consensual. No entanto, a dicotomia entre o que é aceitável/razoável e o que é incompreensível/inadmissível é que torna esta problemática complexa.

O odor não é considerado uma substância poluente, no entanto é tido em conta como uma propriedade de um poluente. Caracteriza-se por ser uma substância em estado gasoso e que, em algumas situações, acarreta uma certa complexidade por apresentar um limite de deteção e uma concentração muito baixas. As condições em que o odor pode causar impacto nas populações vizinhas dos operadores industriais desencadeando, eventualmente, reações pela forma de reclamações são: menor peso molecular, maior pressão de vapor, maior volatilidade e consequentemente maior probabilidade de emissão para a atmosfera.



Figura 2 - Esquema de percepção de odor

Caracterização dos odores

3.2 A caracterização dos odores torna-se difícil, uma vez que estes resultam de uma mistura complexa de compostos químicos detetados em muito baixas concentrações mas com grande probabilidade de serem sentidos pelo nariz humano.

O grau de incomodidade dos odores está correlacionado com a sua agradabilidade/desagradabilidade na área envolvente, tendo em conta a possível associação a ambientes perigosos ou pouco saudáveis. Apesar destes odores não constituírem, diretamente, um problema para as populações circundantes, a impressão mental de odor de cada indivíduo pode alertar para a representação de um risco para a saúde pública. Além disto, os odores são frequentemente associados a determinadas indústrias mesmo quando a sua proveniência não tem origem no operador industrial.

No caso em estudo, e estando perante uma indústria de valorização de resíduos urbanos com um teor de matéria orgânica considerável, ter-se-á de ter em conta o facto de estes resíduos (RUB-resíduos urbanos biodegradáveis) estarem sujeitos a decomposição anaeróbia ou aeróbia onde os gases e vapores emitidos por estes processos poderão originar emissões difusas de odor. Tratando-se do Ecoparque da Abrunheira da Tratolixo pode caracterizar-se o odor como sendo proveniente da degradação da matéria orgânica, nomeadamente do resultado dos processos inerentes ao seu tratamento e valorização. Assim, podemos caracterizar o odor em causa como tendo características sulfuradas, qualificando-o como uma mistura de “lixo”, “azedo” e de “couves podres/ ovos podres” como se pode verificar pela Figura 3 nos vértices correspondentes ao tipo de odor caracterizado como agressivo.

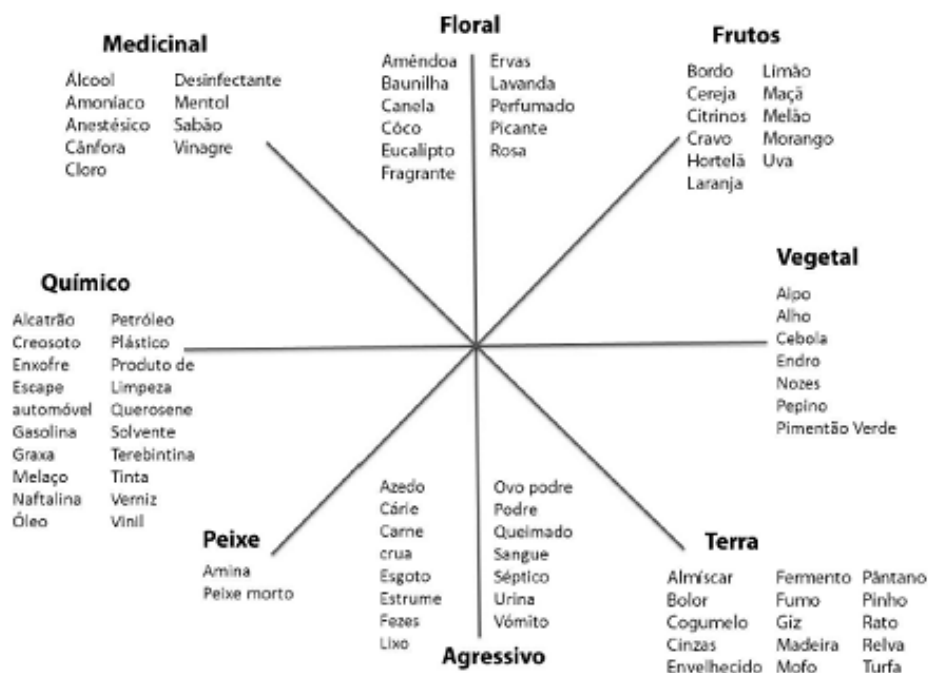


Figura 3- Roda do odor (adaptado de Epstein, 2011)

As emissões gasosas são menos contempladas no enquadramento legal comparativamente às emissões do tipo líquido e do tipo sólido, pois estão dependentes de condições meteorológicas. Contudo, no presente estudo e tratando-se de emissões provenientes de matéria orgânica em decomposição, os odores, apesar de não representarem perigo direto para a saúde pública, devem ser evitados. Aliás, a preocupação do público com a problemática dos odores tem-se revelado um fenómeno crescente, dado que existe uma maior atenção ao impacte que poderá ter na sua qualidade de vida. Esse impacte estará relacionado com a dimensão da incomodidade, mas pode afetar a saúde das populações, quer de forma indireta, conduzindo a *stress* psicológico, frustração, alteração de hábitos, quer de forma direta, com perdas económicas de negócios ou redução de valor patrimonial das suas propriedades (DEFRA, 2010).

A problemática dos odores na comunidade

A problemática dos odores tem-se evidenciado na sociedade como sendo a causa de interferências de relacionamento no vetor indústria-comunidade. Para além da proximidade de habitações a operadores industriais constituir à partida um fator potenciador de desenvolvimento de reclamações no que respeita ao

3.3 tema dos odores, outros elementos devem ser tidos em conta nomeadamente:

- a intensidade e qualidade do odor;
- a duração e a frequência do odor;
- a altura do dia em que o odor acontece (há uma menor probabilidade para a aceitação dos odores que ocorrem à noite e perturbem o sono dos residentes e aqueles que ocorrem durante o fim de semana e interferem com atividades recreativas);
- as características do odor em si (compostos odoríficos);
- a dispersão dos componentes odoríficos em função das condições meteorológicas;
- o contexto da perceção odorífica (existência ou não de outros odores concomitantes com o de maior incomodidade);
- as características do recetor (historial de exposição a odores, fatores psicológicos, associação a riscos para a sua saúde).

Deve ser ressaltado que os odores podem ser avaliados pelos cidadãos, ao contrário dos outros poluentes atmosféricos, pelo que existe uma constante avaliação da qualidade do ar e, em virtude da assunção de uma classificação má, poderá tornar-se provável a ocorrência de reclamações ou queixas formais.

Origem e natureza do odor na área circundante à Tratolixo

A deteção do odor pelo nariz humano identificado como sendo proveniente da Tratolixo tem suscitado algum impacto ao nível da comunidade vizinha, nomeadamente no grau de incomodidade que cada indivíduo experiencia.

3.4 Os odores provenientes dos resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) relacionam-se com a presença de compostos odoríferos na fase líquida, o lixiviado, e com a transferência destes compostos para a fase gasosa, causando o designado mau odor. Este terá a sua origem, essencialmente em compostos sulfurados ou azotados, resultantes da decomposição anaeróbia da matéria orgânica: sulfureto de hidrogénio (H_2S), mercaptanos (CH_3SH) e amoníaco (NH_3).

Identificando os locais potenciadores de emissões de odor dentro as instalações do operador industrial em causa, e excluindo as possíveis emissões difusas, poder-se-á focar a linha de investigação nas emissões pontuais, nomeadamente ao nível da torre de desodorização da Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI).

Atendendo às reclamações da comunidade e aos inquéritos exploratórios aplicados (objeto de análise mais à frente neste relatório) onde o odor a “Couves Podres/Ovos Podres” é o mais identificado, centrar-se-á a atenção no sulfureto de hidrogénio (H_2S). Este gás, relativamente à ETARI, encontra-se presente em diversas fases do tratamento de águas, nomeadamente no ar da ventilação de locais com água residual bruta, na obra de entrada e nos gases de digestão das lamas.

A maior preocupação neste estudo reside na fase gasosa do composto H_2S , isto é, nas emissões odoríferas libertadas para a atmosfera e que afetam os residentes mais próximos às instalações. Este composto foi identificado como marcador de odor na sequência de visitas técnicas prévias realizadas pelos elementos do CENSE e da Tratolixo.

Paralelamente, foi também identificado o odor a “Acre/Azeitonas” como estando associado a atividades desenvolvidas no CDA (central de digestão anaeróbia) da Abrunheira, uma vez que foi considerado nas medições sensoriais do painel de observadores e nas inspeções de campo da equipa técnica.

3.4.1 Caracterização do composto sulfureto de hidrogénio (H_2S)

O sulfureto de hidrogénio é um dos gases potenciadores de odor mais comuns nos sistemas de tratamento de águas residuais. A sua principal característica é a sua identificação pelo nariz humano e a respetiva associação a características de matéria em decomposição ou o vulgo “podre”. A produção deste gás resulta da redução do sulfato para sulfureto com a combinação de hidrogénio em condições anaeróbias. Os parâmetros que podem desencadear a produção de H_2S para a atmosfera são: a concentração de material orgânico, a concentração de sulfatos, temperaturas elevadas, a dissolução de oxigénio e o tempo de deteção. A sua grande particularidade é o facto de ser detetável em ar ambiente em concentrações muito reduzidas (0,01 ppm) como se pode observar na Tabela 2. Isto significa que apesar do odor ser percecionado não apresenta perigo para a saúde pública e a exposição dos indivíduos ao mesmo é segura até oito horas diárias ou quarenta semanais. O limite de deteção de H_2S é 0,00047 ppm (Gray,2004) ou **0,76 $\mu g/m^3$** , ou seja, dentro do intervalo de valores assinalado a verde na Tabela 2.

Tabela 2 – Efeitos na saúde humana associado à presença de H_2S em ar ambiente (adaptado de Correia,2002 e OSHA, 2005)

Concentração (ppm)	Sintomas/Efeitos
0,00011 – 0,00033	Concentrações típicas no ar ambiente
0,01 – 1,5	<i>“Odor threshold”</i> - Limite de odor (cheiro a ovos podres)
2 – 5	Odor ofensivo
10 - 20	Dor de cabeça, náusea, garganta e olhos irritados
50 - 100	Danos oculares, perda de olfato, conjuntivite, dificuldades respiratórias
300	Edema pulmonar
500	Forte estimulação nervosa
500 - 700	Perda de consciência e possibilidade de morte em 30 a 60 minutos
700 - 1000	Perda de consciência rápida
1000 - 2000	Colapso respiratório imediato, paralisia, morte em alguns minutos

Enquadramento Legal

A temática dos odores não tem legislação aplicável no nosso país, uma vez que se considera ao nível europeu e nacional como comprovados impactes negativos na saúde e no ambiente para além do incómodo. No entanto, existe uma norma pela qual os países da União Europeia e extracomunitários se podem reger: a

3.5 norma europeia EN 13725: 2003 - “Qualidade do ar: Determinação da concentração de odores por olfatometria dinâmica”, centrando-se na standardização de um método para a determinação objetiva da concentração de odor a partir de uma amostra gasosa, utilizando subjetivamente a olfatometria com recurso a um painel de assessores.

No entanto existem algumas normas portuguesas criadas com o intuito de definir alguns valores limite de exposição a alguns compostos odoríficos, nomeadamente o ácido sulfídrico. A NP 1796: 2007 destina-se a concentrações de poluentes em espaços confinados mas pode servir como linha de orientação à exposição em ar ambiente (exterior). Assim, esta norma estabelece os tempos de exposição adequados ao composto em causa, através das médias ponderadas para um período de exposição de 8h/dia e 40h/semana e das concentrações máximas para exposições de curta duração até 15 minutos contínuos (CD), no máximo de quatro exposições por dia e espaçadas em 60 minutos, não excedendo o valor limite de exposição com base na média ponderada. A referida norma define o valor limite de exposição de 10 ppm para a concentração média ponderada, 15 ppm para a concentração máxima de exposições de curta duração e 50 ppm de concentração perigosa, no que concerne aos limites exposição recomendados de H₂S para a salvaguarda da saúde humana.

Todavia, alguns países europeus, para além da norma supracitada, já adotaram legislação específica e outras normas aplicáveis, como por exemplo, a Alemanha (VDI 3940: 2010 – NVN2818: 2005 sobre a determinação da intensidade e qualidade de odores e a VDI 3883: 1993 sobre a avaliação da incomodidade de odores através de inquéritos), o Reino Unido (guia H4-Odor management), o Canadá (FIDOR), entre outros, os quais serviram de inspiração e linha condutora para a avaliação qualitativa e sensorial utilizada na presente investigação.

Por outro lado, em Portugal, o Decreto -Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objetivos e instrumentos apropriados à garantia da proteção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, habilitando, através de portaria, que sejam estipulados valores limite de emissão aplicáveis às diferentes fontes abrangidas.

Na Portaria nº675/2009 encontram-se os VLE estabelecidos, que quando comparados com os valores determinados por outros países da União Europeia, são, para a grande generalidade dos poluentes, mais

ajustados à realidade da indústria nacional. Ou seja, a presente portaria estabelece para Portugal uma gama de VLE de «nova geração» mais consonantes com o progresso técnico, mas com um nível de exigência igual ou, nalguns casos, menor que o dos VLE em vigor nos países referidos. Assim, o VLE de 5 mg/Nm³ para o sulfureto de hidrogénio encontra-se definido no Quadro nº1 do Anexo A da referida portaria.

Apesar da inexistência de legislação nacional específica que sirva de base legal para a determinação de odores, o “Guia de Caracterização de Odores em Portugal” constitui um documento útil para a investigação nesta área. Este guia foi produzido no âmbito do Projeto Odortech e financiado pelo QREN e FEDER (Odortech, 2015) e consultado para a definição da metodologia a adotar.

4 Caracterização da Área de Estudo

O programa de monitorização de odores abrangeu essencialmente o concelho de Mafra, nomeadamente as freguesias de Alcaínça, Carapinheira, Igreja Nova e Mafra. A totalidade da área de estudo localiza-se no distrito de Lisboa que se insere na Área Metropolitana de Lisboa (região da Grande Lisboa), em termos de matéria de gestão da qualidade do ar. Com uma área de 291,5 km², o concelho de Mafra encontra-se geograficamente localizado num eixo central rodeado na limitação a norte pelo município de Torres Vedras, a nordeste por Sobral de Monte Agraço, a leste por Arruda dos Vinhos, a sueste por Loures, a sul por Sintra e a oeste litoral no oceano Atlântico. A população do concelho, apurada nos Censos de 2011, situava-se nos 77,452 habitantes, no entanto, segundo as últimas estimativas disponíveis (PORDATA) a população residente é de 80,723 habitantes. O concelho de Mafra conta atualmente, após a reorganização administrativa, com 11 freguesias: Azueira e Sobral da Abelheira; Carvoeira; Encarnação; Enxara do Bispo, Gradil e Vila Franca do Rosário; Ericeira; Igreja Nova e Cheleiros; Mafra; Malveira e São Miguel de Alcaínça; Milharado; Santo Isidoro; Venda do Pinheiro e Santo Estêvão das Galés.

A TRATOLIXO – Tratamento de Resíduos Sólidos, EIM tem por objetivo gerir e explorar o Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos nomeadamente o tratamento, deposição final, recuperação e reciclagem de resíduos, a comercialização dos materiais transformados e outras prestações de serviços no domínio dos resíduos. O presente estudo diz respeito apenas às instalações referentes ao Ecoparque da Abrunheira.

O Ecoparque da Abrunheira está localizado no Município de Mafra, freguesia de S. Miguel de Alcaínça e é composto por uma Central de Digestão Anaeróbia (CDA), um Ecocentro, uma Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI) e Células de Confinamento Técnico (CCT) (entraram em funcionamento no final de Março de 2017).

A CDA tem uma capacidade de tratamento biológico de 75.000 t/ano e é uma unidade de tratamento de resíduos urbanos que recorre ao processo de digestão anaeróbia, onde alguma matéria biodegradável é transformada em biogás que é aproveitado e transformado em energia elétrica e injetado na Rede Elétrica Nacional (REN) e numa lama digerida que após estabilização por compostagem, dá origem a composto para utilização agrícola arbórea e arbustiva. Por seu lado, a ETARI foi projetada para o tratamento de águas residuais com elevada carga poluente, o que exige um sistema de tratamento com recurso a tecnologias permitam o tratamento eficaz dos efluentes de modo a garantir a sua reutilização no processo industrial. O processo de tratamento da ETARI está organizado em 3 fases de tratamento distintas: o tratamento primário (composto por um processo de remoção de sólidos grosseiros), o tratamento secundário (constituído pelo tratamento biológico e pela ultrafiltração (MBR)) e o tratamento terciário (onde é efetuada a afinação do

efluente para que este possa ser reutilizado internamente no processo produtivo e em lavagens). Durante as várias fases de tratamento, a carga poluente do efluente vai diminuindo significativamente, com percentagens de remoção de carga orgânica/inerte.

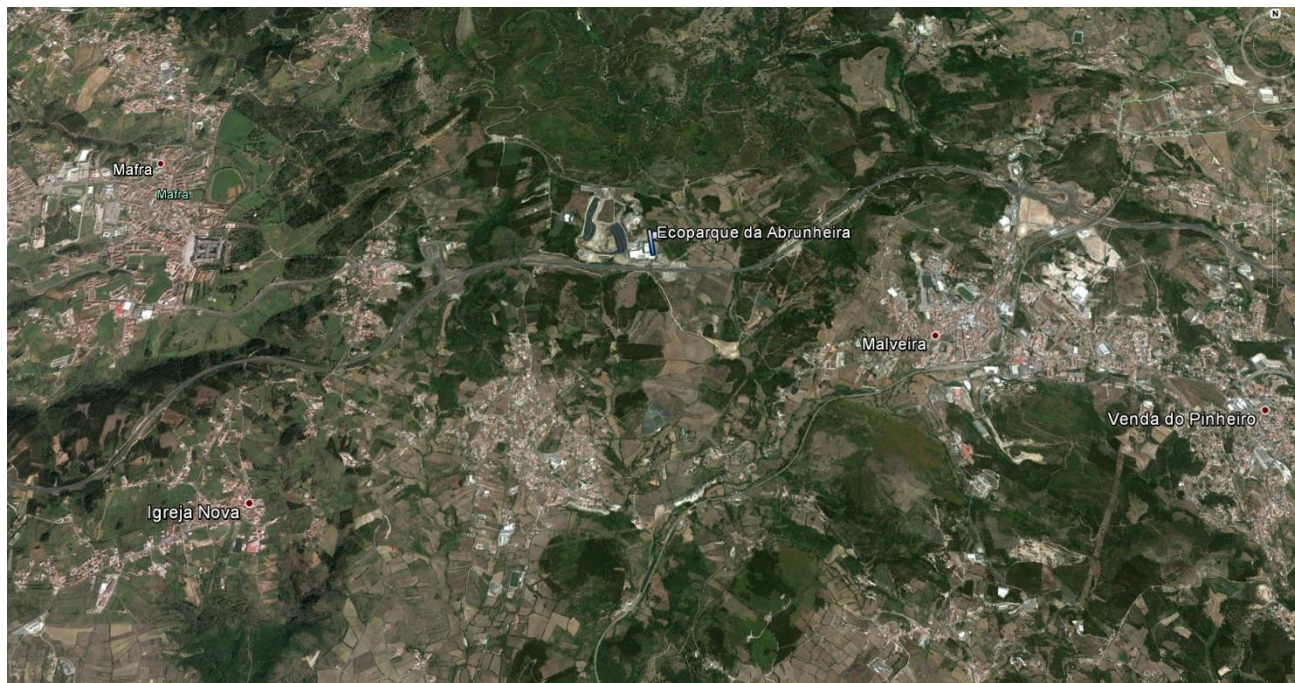


Figura 4 – Localização das instalações da Tratolixo no Ecoparque da Abrunheira, concelho de Mafra

5 Metodologia

Monitorização de diagnóstico de sulfureto de hidrogénio (H_2S)

O objetivo da monitorização de diagnóstico de sulfureto de hidrogénio consistiu em determinar, com recurso a um detetor de gases e a tubos colorimétricos, a concentração deste composto em ar ambiente na proximidade da ETARI e na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira.

No que concerne à zona limítrofe ao Ecoparque, realizou-se um percurso de diagnóstico com o medidor de H_2S (Figura 5) em constante monitorização, de forma a diagnosticar potenciais concentrações deste composto e, caso existissem, confirmá-las com a medição através dos tubos colorimétricos. Estes tubos permitem uma avaliação rápida, instantânea e precisa do resultado através da mudança de cor. A gama de medição dos tubos colorimétricos era de 0,2 - 5 ppm.



Figura 5 – Equipamento de medição de H_2S



Figura 6 – Medição com recurso tubo colorimétrico H_2S

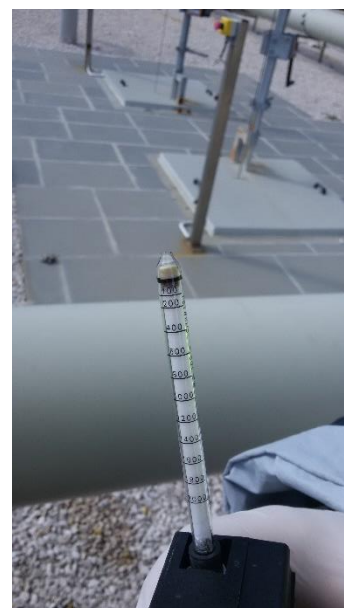


Figura 7 – Tubo colorimétrico H_2S

Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H_2S) através do método difusão passiva

5.2 Para a monitorização de sulfureto de hidrogénio (H_2S) recorreu-se à utilização de tubos de difusão molecular passiva da marca *Radiello*®, 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 8). 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 o qual 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.

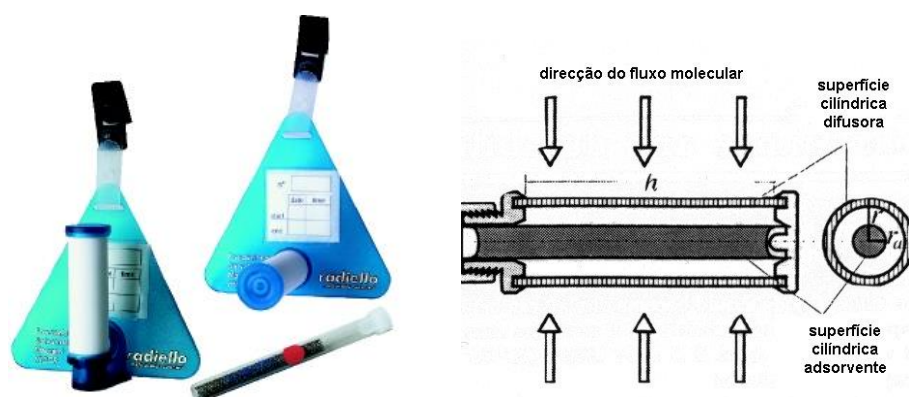


Figura 8 - Tubos de difusão *standard* da Radiello e representação esquemática, em corte e planta, de um equipamento de monitorização passiva (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)

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 9). 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.

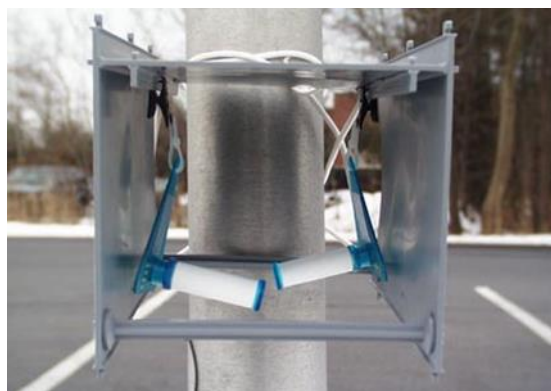


Figura 9 - Abrigo com tubos de difusão Radiello (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)

As vantagens e desvantagens deste tipo de método de medição encontram-se sumariadas na Tabela 3. 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. São menos adequados para monitorizar as concentrações no ar ambiente na vizinhança imediata de fontes de emissão específicas uma vez que não detetam possíveis flutuações abruptas, a curto termo, nas concentrações.

Tabela 3 -Principais vantagens e desvantagens do uso de amostragem por difusão passiva (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)

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	

A grelha de amostragem de H_2S foi composta por nove pontos de colocação de amostradores passivos, distribuídos espacialmente na área envolvente à Tratolixo. A distribuição dos pontos de amostragem pelo concelho de Mafra foi delineada pelos técnicos da NOVA.ID.FCT e da Tratolixo, tendo em consideração a área circundante ao Ecoparque da Abrunheira e os possíveis focos de odor identificados, previamente, pelos percursos de controlo efetuados pela empresa em causa. Assim, encontram-se referenciados na Figura 10 os locais definidos para a 1ª campanha de monitorização. Tendo em conta os resultados obtidos, nomeadamente as reduzidas concentrações verificadas nos pontos geograficamente mais distantes, optou-se por uma grelha de amostragem diferente na 2ª campanha (Figura 11), tendo sido relocizados os pontos: “Tapada de Mafra” para “Estrada Municipal da Abrunheira” e “Malveira” e “Igreja Nova” para o interior das instalações da Tratolixo (ETARI e Edifício de Escritórios).

A realocização dos pontos de amostragem para o interior da Tratolixo na 2ª campanha, teve o intuito de se proceder a uma análise comparativa entre as concentrações obtidas junto da fonte emissora e as registadas nos recetores localizados na zona envolvente, bem como verificar o grau de dispersão deste composto em ar ambiente para a área em estudo.



Figura 10 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H_2S _1ª campanha

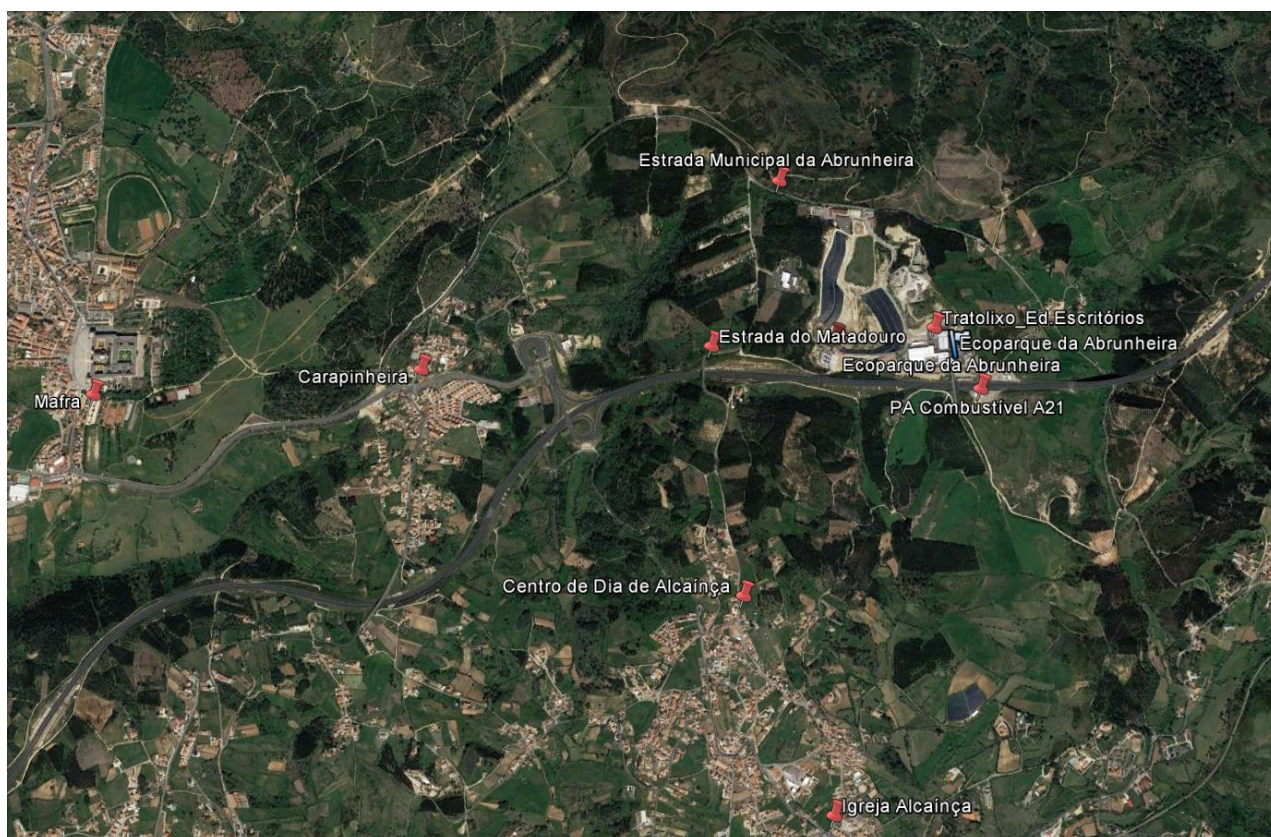


Figura 11 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H₂S_2ª campanha

Encontra-se, em resumo, na Tabela 4 a identificação dos pontos de amostragem e respetivas localizações adotadas por campanha de monitorização de H₂S no decurso do programa de odores.

Tabela 4 – Identificação dos pontos de amostragem nas campanhas do programa de monitorização de odores

Pontos de amostragem	Localização	Latitude	Longitude	1ª Campanha	2ª Campanha
H ₂ S-1	Tapada de Mafra	38°56'49.20"N	9°17'41.01"W	✓	X
H ₂ S-2	PA Combustível A21	38°56'6.47"N	9°17'1.23"W	✓	✓
H ₂ S-3	Carapinheira	38°56'9.00"N	9°18'38.68"W	✓	✓
H ₂ S-4	Malveira	38°55'42.76"N	9°16'6.09"W	✓	X
H ₂ S-5	Estrada do Matadouro	38°56'12.25"N	9°17'48.11"W	✓	✓
H ₂ S-6	Centro de Dia de Alcaínça	38°55'38.58"N	9°17'42.65"W	✓	✓
H ₂ S-7	Igreja de Alcaínça	38°55'9.94"N	9°17'27.45"W	✓	✓
H ₂ S-8	Mafra	38°56'5.91"N	9°19'36.81"W	✓	✓
H ₂ S-9	Igreja Nova	38°54'59.37"N	9°19'0.72"W	✓	X
H ₂ S-10	Estrada Municipal da Abrunheira	38°56'34.71"N	9°17'35.17"W	X	✓
H ₂ S-11	Tratolixo - Edifício escritórios	38°56'14.23"N	9°17'10.09"W	X	✓
H ₂ S-12	Tratolixo - ETARI	38°56'13.43"N	9°17'25.57"W	X	✓

Caracterização Meteorológica

Os fenómenos atmosféricos desempenham um papel preponderante nos processos de dispersão e diluição dos diversos tipos de odores. O fenómeno de dispersão atmosférica é um evento complexo, funcionando em várias escalas meteorológicas (escala sinóptica, mesoescala e local), que interagem simultaneamente entre si.

5.3 A dispersão atmosférica resulta, assim, do somatório da influência das diferentes escalas.

De uma forma mais genérica, podem-se identificar os fatores meteorológicos com efeitos diretos e determinantes nas condições de dispersão local. Os fatores meteorológicos com maior influência na qualidade do ar e na dispersão odorífica são efetivamente a velocidade do vento e a estabilidade atmosférica. Estas condições são localmente determinantes.

A velocidade do vento determina a produção de turbulência mecânica, que é responsável pela dispersão local. Por seu turno, a ausência de vento favorece a concentração de odores e poluentes, e situações de vento moderado favorecem a dispersão. Com vista a classificar a intensidade de vento, foi usada a seguinte adaptação da escala de *Beaufort* (Tabela 5):

Tabela 5 – Escala de *Beaufort* adaptada

Velocidade Vento	Classificação
≤1m/s	Calma
>1m/s	Fraco
>5m/s	Moderado
>10m/s	Forte
>15m/s	Muito Forte

A estabilidade atmosférica traduz-se numa menor ou maior propensão para a existência de movimentos verticais na atmosfera, ou seja, atmosfera mais estável menos movimentos verticais, atmosfera mais instável mais movimentos verticais. Em termos de poluição atmosférica, uma atmosfera mais estável, com inibição dos movimentos verticais, traduz-se num aumento da concentração dos poluentes atmosféricos junto à superfície. O mesmo pode ser aplicado à temática dos odores.

As inversões térmicas ocorrem em atmosferas estáveis e são fortes inibidoras dos movimentos verticais, ao atuarem com um efeito “tampão”, impedindo os poluentes de se dispersarem para níveis mais elevados da atmosfera, promovendo assim a acumulação destes junto à superfície. A persistência deste tipo de situação conduz à fraca dispersão de odores à superfície.

A camada de mistura é a parte mais baixa da atmosfera onde os constituintes do ar são misturados devido à convecção e turbulência mecânica sobre o solo, sendo estes processos essenciais para manter a qualidade do

ar aceitável perto de fontes emissoras (Wallace, *et al.*, 2010). Como as emissões de poluentes atmosféricos derivadas das atividades antropogénicas são, na sua maioria, provenientes de fontes localizadas à superfície, a camada de mistura é normalmente a parte mais poluída da atmosfera, particularmente em áreas urbanas e industriais. Estudos têm demonstrado que as concentrações dos poluentes atmosféricos aumentam proporcionalmente com a diminuição da altura da camada de mistura durante a tarde, ficando estes concentrados à medida que a altura da camada de mistura diminui. Não existindo uma relação direta entre a qualidade do ar e a concentração de odores, a baixa altitude da camada de mistura (inferior a 750 metros) pode ter influência na perceção de odores pelo nariz humano.

A problemática dos odores, apesar de apresentar uma dimensão subjetiva decorrente do facto de ser diferentemente percecionada pelo olfato humano, e de estar dependente da localização do indivíduo face à entidade emissora de odor, reúne também uma dimensão mais objetiva, influenciada pelas condições meteorológicas registadas.

O registo dos parâmetros meteorológicos no local de atuação da Tratolixo constitui um conjunto de dados importantes para perceber a fenomenologia dos registos de odores e para que seja possível distinguir os odores provenientes de cada produtor industrial. Assim, torna-se importante analisar os parâmetros da estação meteorológica implantada na unidade fabril e compará-los aos registos de odor descritos transversalmente pelo grupo de observadores.

Os registos meteorológicos foram efetuadas com recurso a uma estação meteorológica, propriedade da NOVA.ID.FCT, instalada junto à CDA, sem fronteiras físicas de forma a registar corretamente os parâmetros meteorológicos e garantir alguma segurança do equipamento. Os registos obtidos permitem caracterizar meteorologicamente a área de implementação do Ecoparque e a sua envolvente. Na Tabela 6 apresenta-se a caracterização da estação meteorológica.



Figura 12 – Modelo da estação meteorológica da NOVA.ID.FCT utilizado nas instalações da Tratolixo

Tabela 6 – Localização da estação meteorológica instalada no Ecoparque da Abrunheira

Estação Meteorológica FCT	
Localização: 38°56'13,7"N ; -9°17'13,4"W	
Início registo: 06/06/2016	
Fim registo: 10/03/2017	
	

Medições sensoriais

O presente programa de monitorização de odores assentou em dois tipos de medições atmosféricas: as quantitativas (enunciadas anteriormente) e as qualitativas ou sensoriais baseadas na percepção dos indivíduos e relacionadas com a afetação dessa percepção no seu dia-a-dia. Este tipo de medição constitui uma importante fonte de informação que poderá ser determinante nas relações de vizinhança entre os operadores industriais e as comunidades locais mais próximas. São estas redes que, na maioria dos casos, impulsionam desagrado com a atividade industrial e podem originar reclamações.

Nesta metodologia sensorial realizaram-se medições de odor com recurso a um painel de observadores e a uma inspeção de campo com a aplicação da VDI 3940 – parte 2.

5.4.1 Painel de Observadores

O conceito de painel de observadores consubstancia-se numa rede de pessoas sem ligação entre si, sem ligação a nenhum operador industrial que seja fonte emissora de odor e com a característica comum de perceberem, de uma forma regular, algum tipo de odor na atmosfera.

No presente estudo, foram constituídos dois grupos distintos para cada fase de monitorização de odores, tentando evitar-se, desta forma, o enviesamento dos dados produzidos. Salienta-se o facto de um dos elementos ter participado em ambos os grupos devido à sua localização privilegiada, de grande interesse para a análise (posto de abastecimento de combustível da A21).

O primeiro grupo foi constituído por 6 elementos com idades compreendidas entre os 19 e os 60 anos de idade, sem qualquer tipo de restrições olfativas. Relativamente à caracterização dos observadores, a maior parte dos elementos (5) encontravam-se na faixa etária entre os 19 e os 25 anos e apenas um na faixa etária dos 50 aos 60 anos.

O segundo grupo foi constituído por 7 elementos com idades compreendidas entre os 22 e os 53 anos de idade.

O objetivo primordial para a seleção dos elementos do painel de observadores foi reunir uma amostra constituída por residentes e/ ou trabalhadores há mais de um ano nas freguesias do concelho de Mafra. Estabeleceu-se que a área de observação não deveria estar confinada apenas à envolvência do Ecoparque da Abrunheira, e que o perímetro deveria ser alargado, de forma a determinar qualitativamente a dispersão dos odores na atmosfera.

Cada grupo foi convidado a participar num estudo sobre a perceção de odores na atmosfera, não lhes tendo sido revelado o objeto de estudo da investigação, de forma a não influenciar os resultados produzidos. Desta forma, ambas as amostras foram submetidas a um inquérito por questionário exploratório para tentar perceber, segundo as dimensões de análise qualitativa (utilizadas na legislação inglesa) qual a opinião dos indivíduos sobre o tipo, a frequência, a duração, a agradabilidade, a intensidade e o nível de incomodidade do odor sentido na zona de residência/trabalho. Este questionário exploratório foi aplicado a um total de 30 indivíduos, mas apenas 13 (6 no primeiro grupo e 7 no segundo) se enquadravam nos padrões amostrais, ou seja, terem percecionado, pelo menos uma vez, algum tipo de odor na atmosfera que lhes causasse incomodidade, tendo em conta as três categorias de odor determinadas (considerando os diferentes sectores de atividade da área em estudo). O odor a “Acre/Azeitonas” pode ser relacionado com as atividades desenvolvidas na Central de Digestão Anaeróbia (CDA) da Tratolixo, enquanto o odor a “Couves podres/Ovos podres” pode ser associado à ETARI. No que respeita ao odor “Excrementos de animais” pode ser relacionado com atividades económicas existentes no concelho e nas proximidades do Ecoparque da Abrunheira.

Na Tabela 7, encontram-se representados os locais onde os observadores realizaram os seus registos de odor.

Tabela 7 – Localização do painel de observadores por campanha de monitorização

	1ª Campanha	2ª Campanha
Observador	Local	
PO1	A21 Mafra	A21 Mafra
PO2	Venda do Pinheiro	Alcaínça
PO3	Venda do Pinheiro	Igreja Nova
PO4	Mafra	Malveira
PO5	Mafra	Mafra
PO6	Igreja Nova (quartel dos Bombeiros Voluntários de Mafra)	Mafra
PO7		Malveira

A Figura 13 ilustra a resposta dos inquiridos à pergunta sobre como descreveriam o odor que mais frequentemente costumam sentir na sua zona de residência/trabalho, sendo que cada observador poderia assinalar mais do que um odor. Verificou-se uma dicotomia entre grupos de observadores em que, no primeiro, todos os elementos percecionaram o odor a “Acre/Azeitonas” e dois ainda referiram sentir o odor a “Couves Podres/Ovos Podres”, ao passo que no segundo os indivíduos emitiram uma opinião mais distributiva entre as categorias “Couves Podres/Ovos Podres”, “Excrementos de animais” e “Outros”. Esta última, (“Outros”) deixada em aberto no inquérito exploratório, revelou os odores a humidade, lixo e batata frita (fábrica). Salienta-se que as opiniões dos elementos do grupo foram prévias ao período de monitorização de odores para o qual lhes foi solicitada a sua participação.

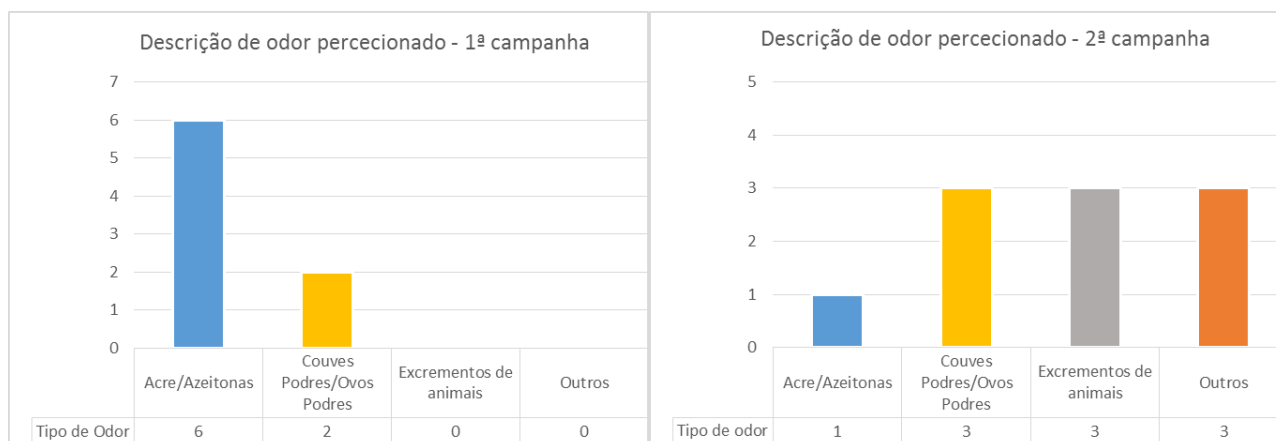


Figura 13- Descrição do odor na atmosfera na zona de residência e/ou trabalho dos inquiridos

Analisando a intensidade dos odores percecionados pelos indivíduos no inquérito exploratório, verificou-se que o odor a “Acre/Azeitonas” foi o considerado como tendo maior intensidade (“forte” numa escala de 6 níveis que variou de “0-nada perceptível” até “6-extremamente forte”). No que respeita aos restantes tipos de odor as opiniões entre os dois grupos são muito semelhantes sendo as categorias “fraco” e “distinguível” as escolhidas para as suas caracterizações. (Figura 14). No que diz respeito à frequência, este odor ocorre semanalmente, durante os dias úteis, distribuído nos períodos da manhã e da tarde e com duração ou de algumas horas ou de parte do dia. No que respeita à dimensão da agradabilidade, os inquiridos consideraram que o odor se enquadrava nas categorias de “nada agradável” e “pouco agradável” (numa escala de quatro níveis que variou de “nada agradável até “muito agradável”). Finalmente, no que concerne à incomodidade, os inquiridos referiram que o odor é “incómodo” ou “muito incómodo” (numa escala de quatro níveis que variou de “nada incómodo” até “muito incómodo”).

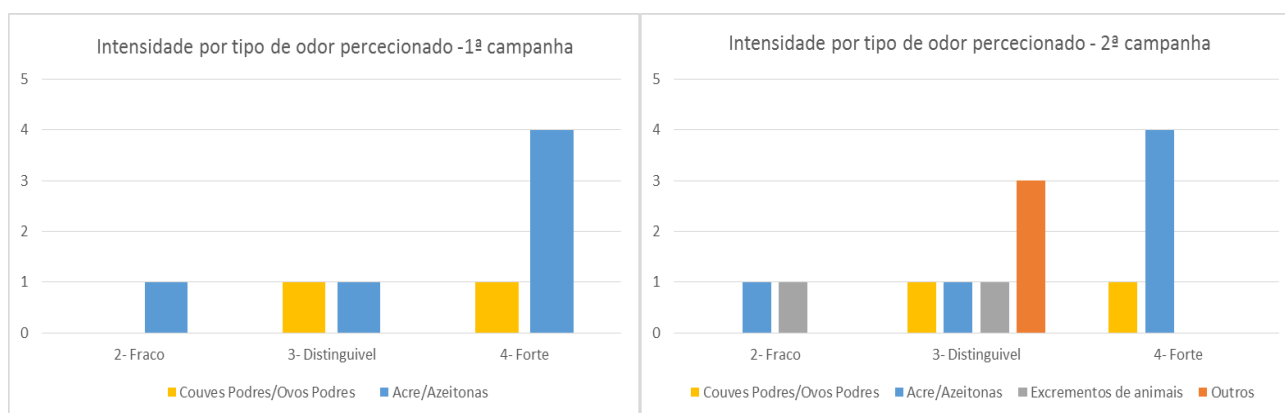


Figura 14 – Intensidade por tipo de odor descrito no inquérito exploratório

Durante a aplicação do inquérito exploratório foi possível perceber a dificuldade dos indivíduos em classificar o tipo de odor que percecionavam nas respetivas categorias, sendo que, por vezes, referiram mais do que uma. Constatou-se, ainda, que a grande maioria dos elementos inquiridos não se sentiam incomodados com qualquer tipo de odor na atmosfera, nem tinham percecionado nenhum dos que constavam do inquérito exploratório, nomeadamente os que se encontram relacionadas com as atividades desenvolvidas no Ecoparque da Abrunheira.

Posteriormente ao inquérito exploratório foram distribuídas grelhas uniformes de registo de odores para que cada indivíduo caracterizasse as suas observações. Durante o período de observação, o grupo foi permanentemente acompanhado pelos técnicos da FCT/UNL, com o intuito de obter resultados mensalmente, bem como esclarecer alguma questão que surgisse.

As grelhas de registo deste painel foram sujeitas a uma cuidada análise estatística e os dias com maior número de ocorrências de odor a “Couves Podres/ Ovos Podres” (o tipo de odor identificado para a fonte emissora da ETARI da Tratolixo) foram estudados recorrendo ao modelo de dispersão da qualidade do ar *Hysplit (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model)*. Este modelo desenvolvido pelo Air resources Laboratory/ National Oceanic And Atmospheric Administration (ARL/NOAA) constitui-se como uma ferramenta indicativa utilizada para fazer uma representação gráfica da dispersão da massa de ar, a partir de um determinado ponto geográfico, atendendo a condições específicas como o caudal mássico da fonte emissora identificada ou a altura da sua fonte fixa.

A utilização deste modelo na presente investigação serve essencialmente para traçar visualmente a extensão da pluma de odor, tentando compreender a sua trajetória e dispersão atmosférica e perceber o seu alcance face a possíveis recetores sensíveis.

5.4.2 Medição do impacto de odor-inspeção de campo aplicando a VDI 3940- parte 2

A legislação sobre odores, como já foi referido anteriormente, ainda não tem aplicabilidade em Portugal mas encontra-se fortemente implementada em vários países e permite regular de forma efetiva e sancionatória esta temática. No entanto, a aplicação, no nosso país, de normas técnicas direcionadas para o tema em análise é uma prática recorrente como ferramenta de análise e como referência em diversos estudos, nomeadamente ao nível do impacte e da incomodidade nas comunidades locais.

Neste sentido, de forma a complementar a análise do programa de monitorização de odores e tendo em conta os resultados apurados na 1ª campanha, optou-se pela introdução desta nova abordagem que permite analisar os efeitos de substâncias emitidas por determinadas fontes através da medição da pluma de odor. A pluma define-se como uma área onde os odores são reconhecidos pelo nariz humano dependendo das condições de operação e dispersão da fonte emissora. Este método revela-se de grande utilidade, na medida em que permite estabelecer novas análises comparativas no âmbito de investigações futuras.

A VDI 3940 – parte 2 permite realizar uma medição do impacte na área afetada pela pluma de odor de determinado operador industrial. A carga de odor é determinada por indivíduos qualificados que, em simultâneo e em posições definidas geograficamente, avaliam o ar ambiente a cada 10 segundos num ciclo de medição de 10 minutos, registando as suas perceções numa grelha elaborada para o efeito (ver em anexo). Estas posições deverão formar linhas de intersecção de acordo com a direção de vento predominante no dia selecionado para as medições de campo. Considerando a orografia do terreno da área envolvente do Ecoparque da Abrunheira e a grelha de amostragem adotada para a monitorização de sulfureto de hidrogénio foram definidas três linhas de intersecção para a aplicação deste método sensorial. A Figura 15 apresenta um esquema de medição de pluma de odor com três linhas de intersecção.

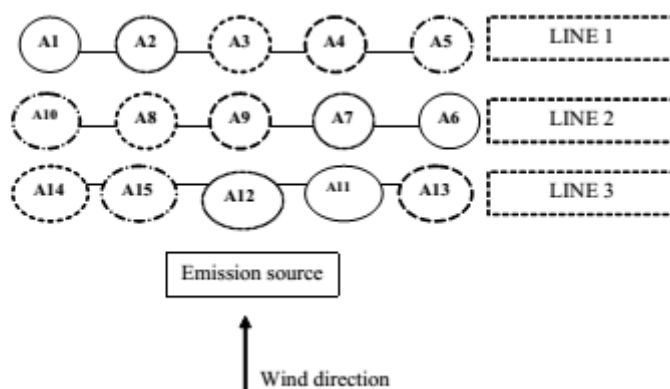


Figura 15 – Exemplo de medição de pluma de odor com três linhas de intersecção (Sówka, 2010)

Os resultados produzidos na inspeção de campo traduzem-se em percentagem de tempo de odor em cada ponto de medição, a qual é determinada através da Equação 1. Esta possibilita, de uma forma simples, quantificar as perceções positivas de odor, tendo em conta o número total de medições realizadas num ciclo de amostragem.

$$P_{od} = \frac{L +}{R} \times 100$$

Equação 1 – Cálculo percentagem de tempo de odor

P_{od} – percentagem de tempo de odor por ponto de medição (*percentage odour time at a measurement point*)

$L +$ - número de respostas positivas por ciclo e ponto de medição (*number of positive responses per measurement cycle and measurement point*)

R – número de medições de odor (*number of odour samples*)

6 Análise de Resultados

Apresentam-se de seguida os resultados obtidos no decurso do Programa de Monitorização de Odores através das diversas ferramentas metodológicas utilizadas e calendarizadas sumariamente na Tabela 8.

Tabela 8 – Calendarização das tarefas metodológicas realizadas

Tarefa Metodológica	Data início	Data fim
1ª Campanha		
Painel de Observadores	01/05/2016	30/06/2016
Monitorização H ₂ S	06/06/2016	23/06/2016
2ª Campanha		
Painel de Observadores	01/12/2016	31/12/2016
Monitorização H ₂ S	24/10/2016	08/11/2016
Inspeção de Campo	07/12/2016	

Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S)

6.1

A monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S) no concelho de Mafra abrangeu duas campanhas de amostragem, realizadas nas épocas de verão e inverno.

Este tipo de amostragem passiva e, para este caso em particular, onde se pretende analisar os níveis de concentração de H₂S em ar ambiente, obedece a um período mínimo de 1 hora até 15 dias de exposição. Neste programa de monitorização recorreu-se ao tempo máximo de exposição definido pelo fabricante dos amostradores passivos, ou seja, 15 dias em ambas as campanhas. Desta forma, pretendeu-se garantir o máximo de desempenho dos tubos de difusão. As concentrações obtidas assentam num valor médio para o período considerado.

A Tabela 9 apresenta as concentrações médias do poluente nas duas campanhas de monitorização. Verificou-se que na 1ª campanha, o ponto com as concentrações mais elevadas foi o “PA Combustível A21” com uma concentração média de 0,6 µg/m³. Excetuando o local referido, nos restantes 8 pontos, a concentração obtida foi igual ou inferior a 0,3 µg/m³. No que concerne à 2ª campanha, constatou-se que as concentrações obtidas foram superiores em todos os pontos de amostragem. O ponto de amostragem com níveis de concentração de H₂S mais elevados foi o “Tratolixo – ETARI” constituindo um valor que se destaca dos restantes. No entanto, há que ter em consideração que a localização estratégica deste ponto, propositadamente próximo da ETARI, teve por objetivo avaliar a concentração de H₂S junto da fonte emissora previamente identificada. O outro ponto colocado junto ao edifício de escritórios do Ecoparque da Abrunheira registou a segunda concentração mais elevada, com uma diferença substancial (mais de 100 µg/m³) face ao ponto colocado junto à ETARI.

Relativamente aos restantes pontos de amostragem, salienta-se que o “PA Combustível A21” na 2ª campanha foi um dos locais com menor concentração de H_2S , face a locais como por exemplo “Estrada do Matadouro” e “Centro de Dia de Alcaíça”. Além disto, constatou-se que, na 2ª campanha, o ponto “PA Combustível A21” foi o que apresentou um aumento menos significativo da concentração de H_2S , face aos outros locais. Desta forma, verificou-se que o aumento generalizado das concentrações originou uma média de $13,6 \mu g/m^3$ na 2ª campanha. Contudo, considerando o ponto “Tratolixo – ETARI” como *outlier* e calculando uma nova média excluindo-o, obtém-se o valor de $1,0 \mu g/m^3$, que, apesar de tudo, continua a ser superior à media obtida na 1ª campanha ($0,3 \mu g/m^3$). Aliás, como se pode verificar na Figura 16, devido à elevada concentração registada nesse ponto, a sua representação foi excluída da figura para que fosse possível a visualização dos restantes pontos de amostragem.

Tabela 9 – Resultados dos amostradores passivos de H_2S

Ponto de amostragem	Concentração média H_2S							
	[$\mu g/m^3$]		[mg/m^3]		[ppb]		[ppm]	
	1ª Campanha	2ª Campanha	1ª Campanha	2ª Campanha	1ª Campanha	2ª Campanha	1ª Campanha	2ª Campanha
Tapada de Mafra	0,2		0,0002		0,1		0,0001	
PA Combustível A21	0,6	0,9	0,0006	0,0009	0,1	0,6	0,0001	0,0006
Carapinheira	0,2	0,6	0,0002	0,0006	0,1	0,5	0,0001	0,0005
Malveira	0,2		0,0002		0,2		0,0002	
Estrada do Matadouro	0,2	1,4	0,0002	0,0014	0,2	1,0	0,0002	0,0010
Centro de Dia de Alcaíça	0,3	1,0	0,0003	0,0010	0,2	0,7	0,0002	0,0007
Igreja de Alcaíça	0,3	0,7	0,0003	0,0007	0,1	0,5	0,0001	0,0005
Mafra	0,2	0,5	0,0002	0,0005	0,1	0,3	0,0001	0,0003
Igreja Nova	0,2		0,0002		0,4		0,0004	
Estrada Municipal da Abrunheira		1,3		0,0013		1,1		0,0011
Tratolixo - Edifício escritórios		1,6		0,0016		1,1		0,0011
Tratolixo - ETARI		114,4		0,1144		80,8		0,0808
Média	0,3	13,6	0,0003	0,0136	0,2	9,6	0,0002	0,0096

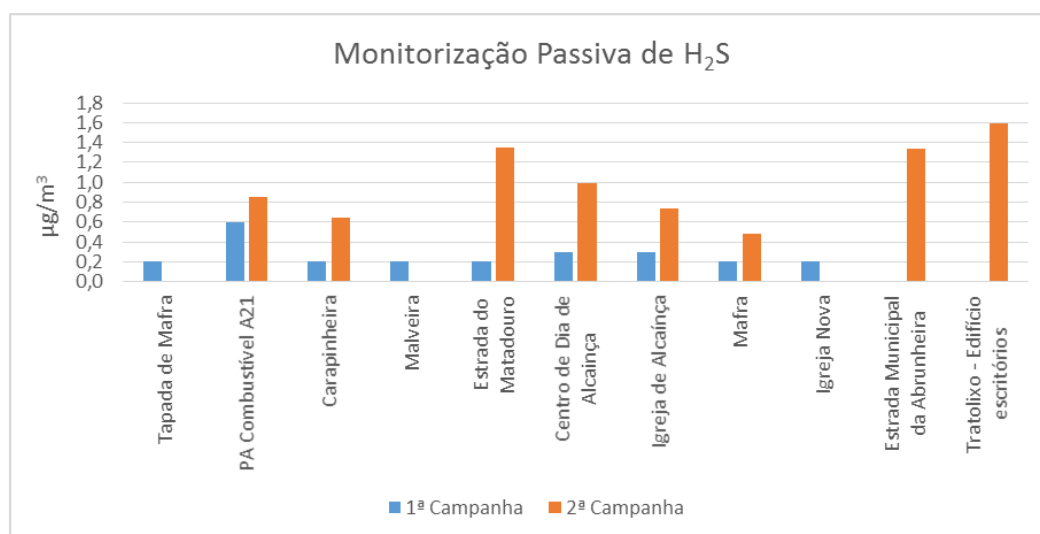


Figura 16 – Representação gráfica das concentrações de H₂S monitorizadas nas duas campanhas

Atendendo aos valores obtidos e referenciados na Tabela 9, verificou-se que estes foram bastante inferiores em ambas as campanhas de monitorização no que diz respeito:

- ao Valor Limite de Emissão (VLE) definido pela Portaria nº675/2009 (5 mg/Nm³);
- à norma NP 1796:2007, que se refere a concentrações de poluentes em espaços confinados, mas serve como linha de orientação à exposição em ar ambiente (exterior), definindo o valor de 10 ppm como concentração média ponderada para salvaguarda da saúde humana.

Considerando o limite de deteção de 0,76 µg/m³ (Gray, 2004) e as concentrações obtidas na campanha de monitorização de H₂S, poder-se-ia afirmar que os níveis medidos em ar ambiente na 1ª campanha não seriam detetados pelo nariz humano. No entanto, dado que os amostradores de difusão passiva funcionam por adsorção química ao longo do período de exposição, não se torna possível detetar variações de concentração, como por exemplo, valores superiores ao referido limite de deteção. Analisando os resultados obtidos na 2ª campanha, constatou-se que 6 dos 9 pontos de amostragem registaram um valor de concentração superior ao valor a partir do qual o odor proveniente do composto H₂S (“Couves Podres/Ovos Podres”) é detetado pelo nariz humano. No entanto, os valores amostrados no decurso das duas campanhas de monitorização foram de tal forma diminutos que não apresentam um carácter ofensivo para a saúde pública.

A Figura 17 e a Figura 18 apresentam os resultados do mapeamento geoestatístico das concentrações de H₂S amostradas na 1ª e 2ª campanhas respectivamente. Os mapas foram obtidos com recurso a uma ferramenta de interpolação (IDW – Inverse Distance Weight) que atribui mais peso a concentrações mais elevadas, não pretendendo ser um mapa de dispersão de poluente resultante de um modelo. Apesar da gradação de cores ser a mesma, os resultados obtidos na 2ª campanha foram de ordem de grandeza diferente.

Como se pode verificar, na 1ª campanha o ponto H₂S_2 influenciou as concentrações na sua área, comparativamente com os restantes pontos de amostragem. Relativamente à 2ª campanha esta influência passou a ser exercida pelo ponto H₂S_12, que apresentou concentrações muito superiores às restantes.

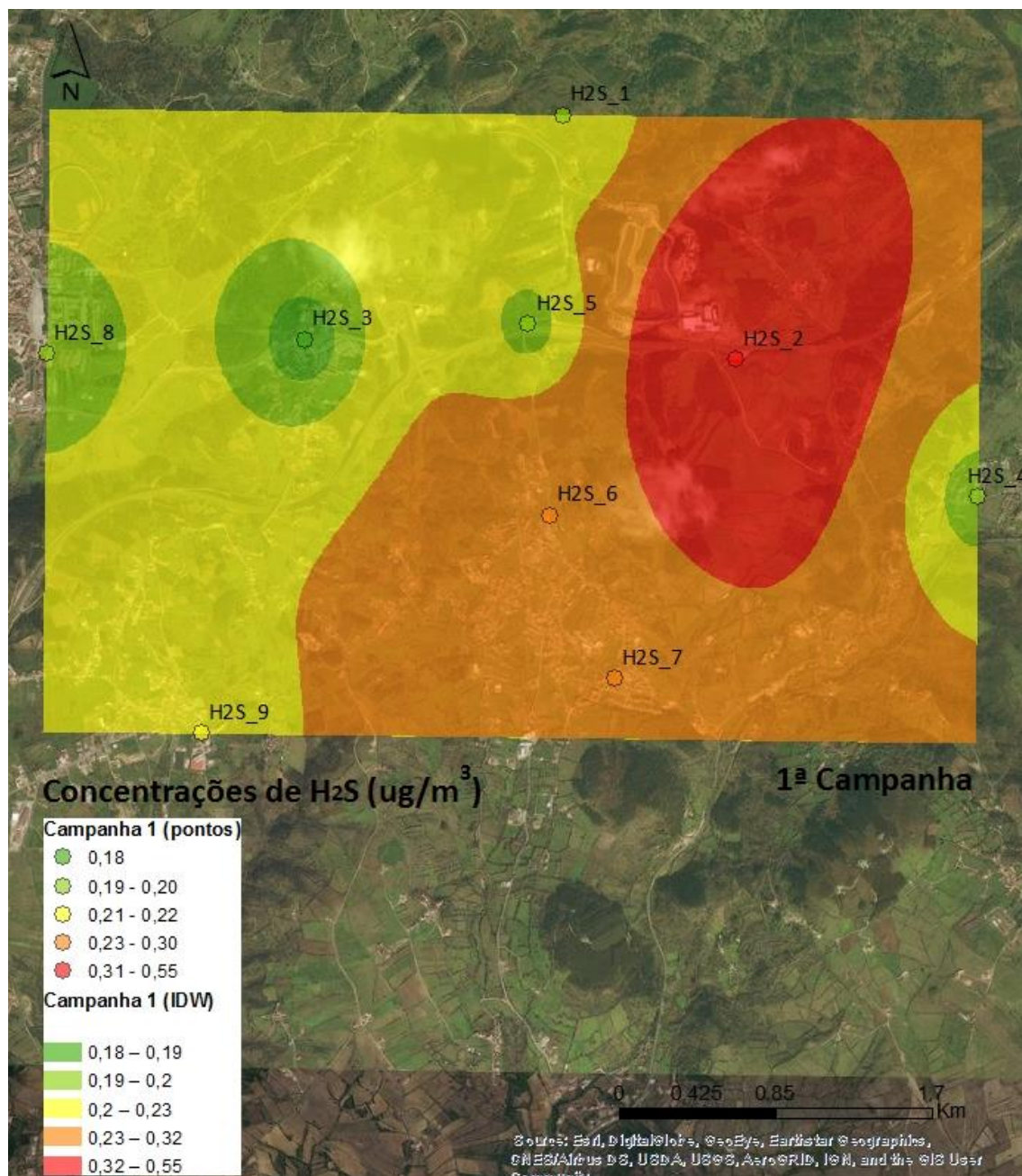


Figura 17 – Mapeamento de resultados da 1ª campanha de monitorização de H₂S através de interpolação geoestatística (IDW)

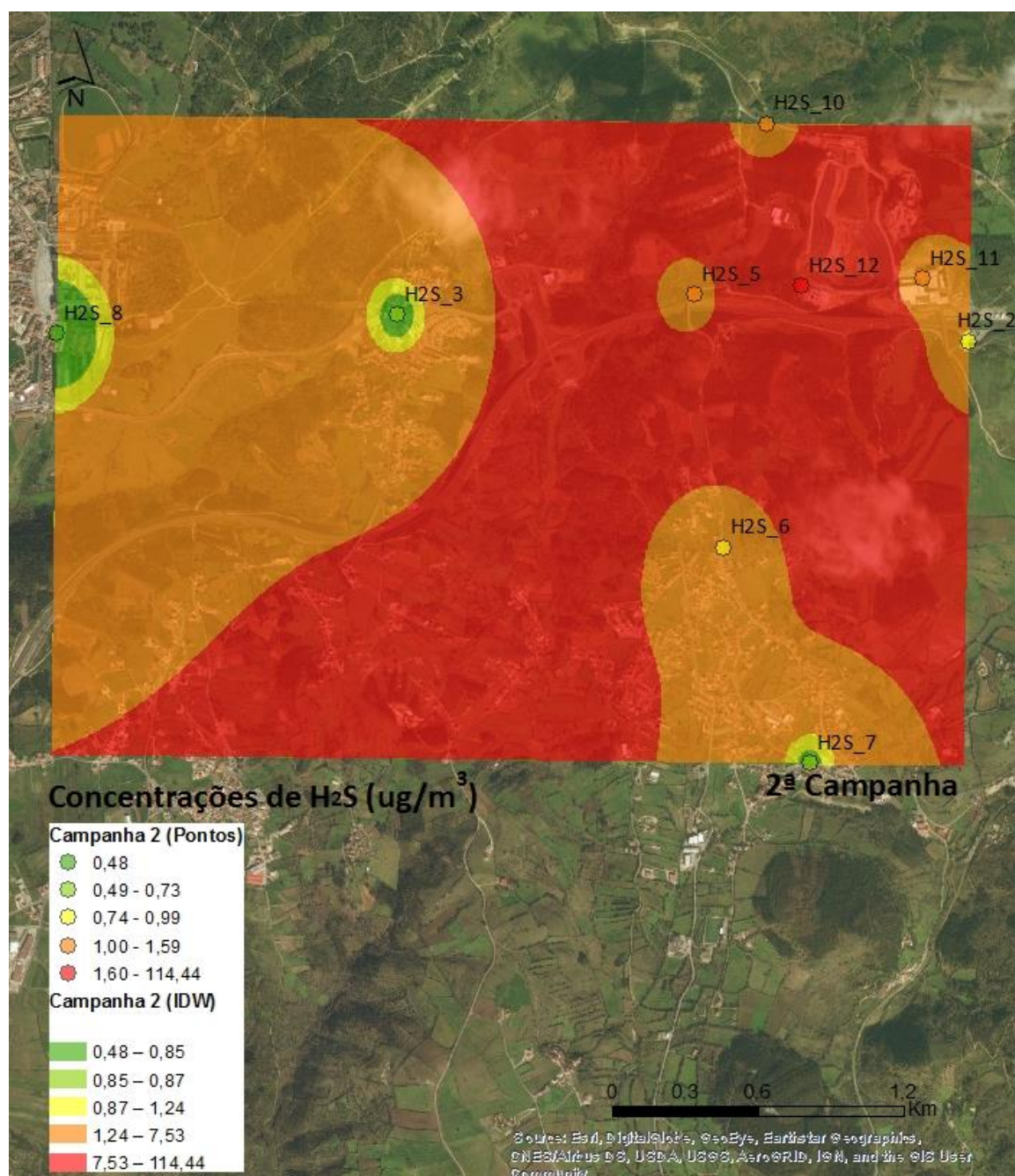


Figura 18 - Mapeamento de resultados da 2ª campanha de monitorização de H₂S através de interpolação geoestatística (IDW)

6.1.1 Análise meteorológica da campanha de monitorização passiva (tubos de difusão)

Os parâmetros velocidade e direção de vento, humidade relativa, precipitação e temperatura foram monitorizados com recurso a uma estação meteorológica, instalada no Ecoparque da Abrunheira. Os registos obtidos permitem caracterizar meteorologicamente a área da Tratolixo e a sua envolvente.

A 1ª campanha de monitorização de H₂S através do método de difusão passiva (com recurso a tubos de difusão), decorreu simultaneamente com a medição sensorial (através de painel de observadores) no período compreendido entre 6 de Junho a 11 de Julho de 2016. No entanto, o mesmo não se verificou na 2ª campanha de tubos de difusão em que período de amostragem não foi coincidente com a medição sensorial e decorreu entre 26 de outubro a 8 de novembro de 2016.

A análise dos dados recolhidos nos referidos períodos encontram-se representados, sumariamente na Tabela 10 e sob a forma de perfis de base diária na Figura 19.

Tabela 10 – Parâmetros meteorológicos registados na Tratolixo nas campanhas de tubos de difusão

	Mínima		Média		Máxima	
	1ª Campanha	2ª Campanha	1ª Campanha	2ª Campanha	1ª Campanha	2ª Campanha
Temperatura (°C)	12,7	7,9	18,2	17,1	29,4	27,8
Humidade Relativa (%)	32,9	33,6	80,7	77,2	100,0	100,0
Velocidade Vento (m/s)	0,0	0,0	3,2	0,7	7,5	4,4

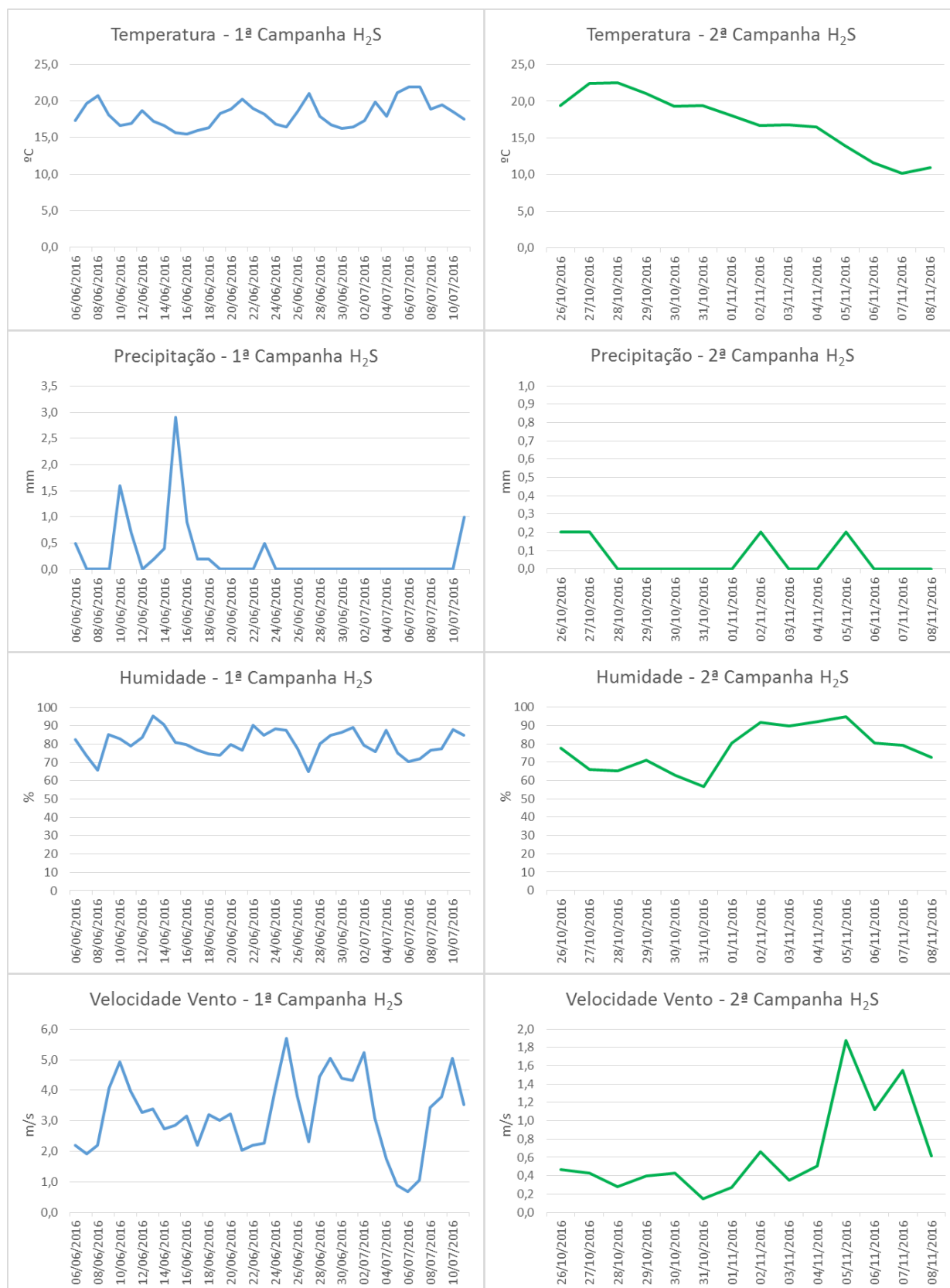


Figura 19 – Análise dos parâmetros meteorológicos registados na monitorização de H₂S

Analisando os perfis diários referidos, verificou-se que não ocorreram fenómenos extremos de temperatura, aspeto que pode justificar a média de 18,2°C e 17,1°C na 1ª e 2ª campanhas respetivamente. No que respeita à humidade relativa, os níveis registados foram de acordo com o expectável para as épocas do ano, no concelho de Mafra.

Relativamente à precipitação, verificou-se que choveu com mais intensidade na 1ª campanha do que na 2ª. Por fim, analisando a velocidade do vento, verificou-se uma maior variação no perfil diário deste parâmetro na 1ª campanha (cujo valor médio foi de 3,2m/s, o que equivale a vento fraco) onde sua intensidade foi superior à registada na 2ª campanha.

As rosas de ventos presentes na Figura 20 ilustram a frequência de direções de vento monitorizadas pela estação meteorológica instalada na Tratolixo. Na 1ª campanha, verificou-se uma clara predominância de ventos oriundos dos quadrantes Oeste/Noroeste e Noroeste e a percentagem de “calmas” (vento de velocidade média inferior a 0,5 m/s) foi de 6,6%. No entanto, na 2ª campanha constatou-se uma maior dispersão de ventos pelas diversas direções, com alguma predominância do quadrante Norte/Nordeste. Neste período, a percentagem de calmas registada foi de 61,3%, bastante superior à verificada na campanha anterior. Este aspeto poderá ter contribuído para uma menor dispersão de odores na atmosfera e, consequentemente, o aumento da concentração de H₂S amostrada pelos tubos de difusão.

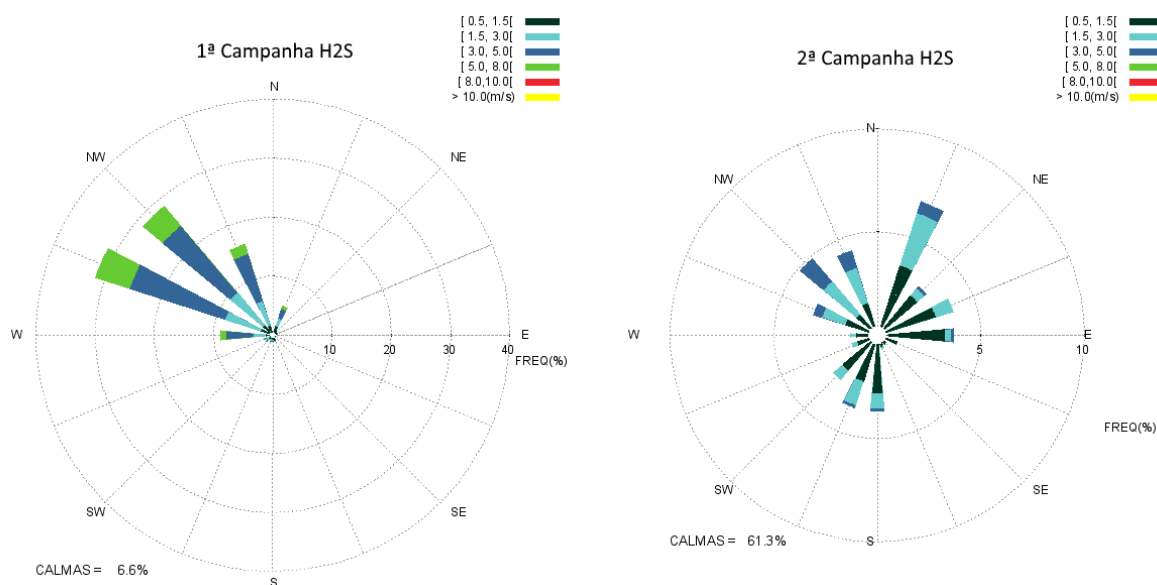


Figura 20- Rosas de ventos determinadas a partir dos dados da estação meteorológica instalada na Tratolixo

Medições sensoriais

6.2.1 Painel de Observadores

Durante o programa de monitorização de odores na atmosfera recorreu-se a dois grupos de voluntários que colaboraram através das suas perceções olfativas e que permitiram obter registos de ocorrências de odores na atmosfera na área geográfica em análise. No conjunto das duas campanhas de monitorização de odores por parte do painel de observadores, contabilizaram-se 92 dias de análise que originaram 117 registos de odor.

No decorrer da 1ª campanha de monitorização, o grupo de assessores foi constituído por 6 elementos tendo colaborado nos registos odoríficos durante 61 dias (desde o dia 01 de Maio até ao dia 30 de Junho de 2016) (ver Tabela 11) no período de Primavera/Verão, em diferentes localizações do concelho de Mafra, correspondentes à sua residência/local de trabalho. Como se pode observar, foram assinalados 55 registos de odor, dos quais 27 descritos como sendo “Acre/Azeitonas” Este foi o segundo tipo de odor mais percecionado, apenas suplantado pelo odor a “Couves Podres/Ovos Podres” com 28 registos. As categorias “Excrementos de animais” e “Outros” não obtiveram qualquer registo.

Tabela 11- Registos de ocorrências de odor na 1ª campanha

Observador	Local Observação	Acre/Azeitonas	Couves Podres/ Ovos Podres	Excrementos de Animais	Outros	Total
PO1	PA Combustível A21 ¹	22	17	0	0	39
PO2	Venda do Pinheiro	0	0	0	0	0
PO3	Venda do Pinheiro	0	0	0	0	0
PO4	Mafra	0	0	0	0	0
PO5	Mafra (A21)	2	11	0	0	13
PO6	Igreja Nova (quartel B. V. M. ²)	3	0	0	0	3
	Total	27	28	0	0	55

Relativamente à 2ª campanha de monitorização, o painel de observadores contou com a participação voluntária de 7 elementos e o período de análise compreendeu 31 dias (1 a 31 de Dezembro de 2016) respeitante à categorização de outono/inverno. Este período de análise foi mais reduzido em comparação com o adotado na 1ª campanha de amostragem, na medida em que estaríamos condicionados a fatores externos

¹ PA Combustível A21 – Posto de Abastecimento de Combustível A21

² B.V.M. – Bombeiros Voluntários de Mafra

que poderiam adulterar as percepções do painel de observadores, nomeadamente a possibilidade da entrada em funcionamento das Células de Confinamento Técnico no Ecoparque da Abrunheira. No entanto, apesar da redução do período de amostragem o número de registos de odor teve um ligeiro acréscimo, isto é, foram assinaladas 62 ocorrências odoríficas, 40 das quais a “Couves Podres/Ovos Podres”, 5 a “Acre/ Azeitonas”, 10 a “Excrementos de Animais” e 7 a “Outros” (odor a queimado e a lixo). Analisando comparativamente as duas campanhas de monitorização verificou-se uma descentralização dos odores assinalados pelo painel de observadores em termos da localização das ocorrências, em que a situada na A21 obteve um decréscimo de registos e as situadas em Mafra (centro) um aumento.

Tabela 12 - Registos de ocorrências de odor na 2ª campanha

Observador	Local Observação	Acre/Azeitonas	Couves Podres/Ovos Podres	Excrementos de Animais	Outros	Total
PO7	PA Combustível A21	4	14	5	3	26
PO8	Alcaíça	0	2	0	0	2
PO9	Igreja Nova	0	0	0	0	0
PO10	Malveira	0	0	0	3	3
PO11	Mafra (A21)	0	19	0	0	19
PO12	Mafra	0	5	4	0	9
PO13	Malveira	1	0	1	1	3
	Total	5	40	10	7	62

Ao longo do programa de monitorização verificou-se uma maior repartição dos registos de odores do painel de observadores pelas categorias selecionadas. No entanto, apesar do facto enunciado, constatou-se que cerca de 2/3 (65%) dos registos efetuados foram a “Couves Podres/Ovos Podres”. Atendendo ao tipo de odor “Acre/Azeitonas” verificou-se uma diminuição no número de registos da 1ª para a 2ª campanha, tendo sido nesta última, a categoria de odor menos contabilizada (ver Figura 21).

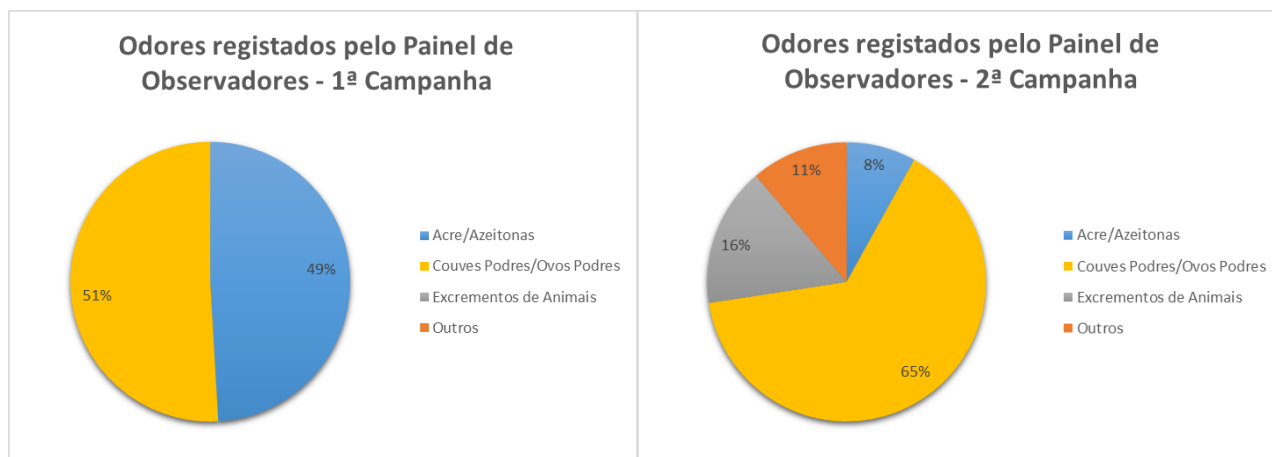


Figura 21- Análise percentual dos registos de odor durante o período de monitorização

Analisando detalhadamente os registos odoríficos efetuados durante todo o programa de monitorização, verificou-se que ocorreram alguns dias em que observadores de localizações diferentes percecionaram o mesmo tipo de odor a “Couves Podres/Ovos Podres” em simultâneo. Nesse sentido, na 1ª campanha, durante os dois meses de observação do painel, nos dias 9 e 15 de Junho foram assinalados 4 registos odoríficos, distribuídos por dois observadores diferentes. Na 2ª campanha o odor referido anteriormente foi assinalado simultaneamente nos dias 19 e 22 de Dezembro por três e quatro observadores respetivamente. Além do odor a “Couves Podres/Ovos Podres”, também o tipo “Excrementos de Animais” apresentou registos coincidentes no dia 21 de Dezembro por dois observadores. No que respeita às outras duas categorias (“Acre/Azeitonas” e “Outros”) não foram efetuados registos simultâneos.

No decurso do programa de monitorização de odores verificou-se que alguns observadores poderiam ter tido alguma dificuldade em efetuar a distinção entre os odores “Acre/Azeitonas” e “Couves podres/Ovos podres”, facto que pode ter originado uma semelhança de registos entre estas duas categorias na 1ª campanha. Pelo contrário, na 2ª campanha, este facto não se verificou de uma forma assinalável, dado a predominância de perceções a “Couves Podres/Ovos Podres”.

Nas duas campanhas de monitorização, verificou-se que dos 13 assessores selecionados para os dois painéis de observadores, 4 (3 na 1ª campanha e 1 na 2ª) não percecionaram qualquer tipo de odor, logo não efetuaram nenhum registo.

Tendo em conta a localização dos indivíduos nos dois painéis de observação, verificou-se que os elementos localizados na proximidade do Ecoparque da Abrunheira, principalmente na Autoestrada A21, percecionaram com maior frequência odores atmosféricos, como demonstrado na Figura 22. Como se pode verificar, quanto maior o tamanho das circunferências respeitantes aos quatro tipos de odor, maior o número de registos efetuados nesses locais de observação. Tenha-se em conta que as mesmas circunferências dizem respeito ao número total de registos das duas campanhas de monitorização dos painéis de observadores, encontrando-se os valores discriminados na legenda incorporada na figura.

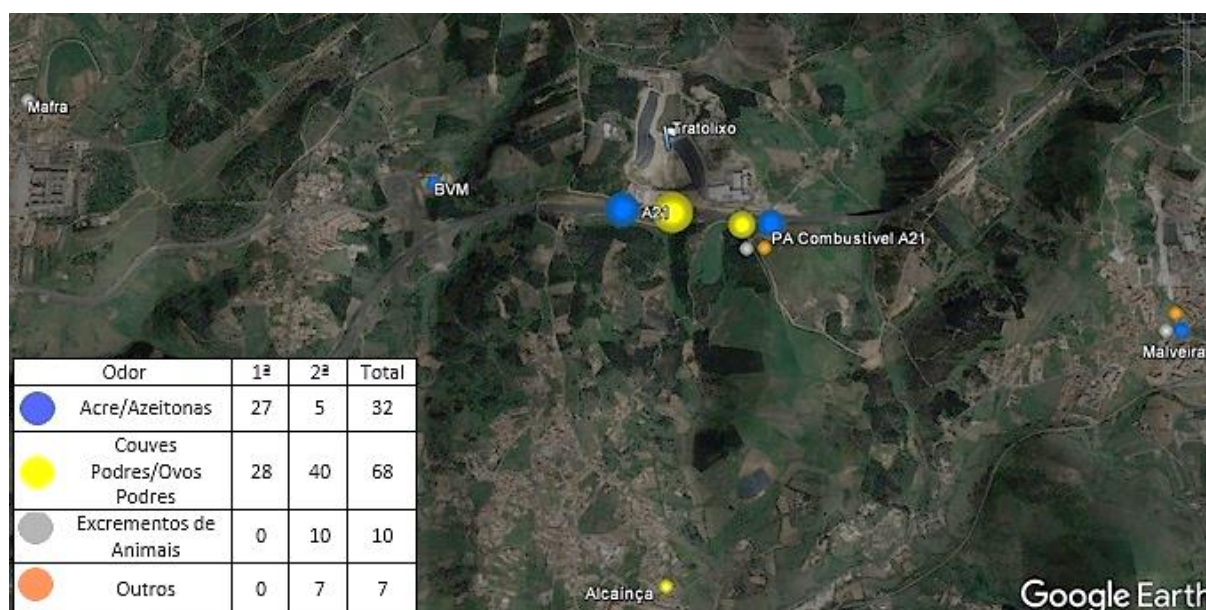


Figura 22 – Mapa de odores com base nos registos do painel de observadores (1ª e 2ª campanha)

A Figura 23 e a Figura 24 apresentam o número total de registos de odor percecionados (todas as categorias de odor), diariamente, pelos elementos dos painéis da 1ª e 2ª campanha de monitorização, respetivamente. Na 1ª campanha, que compreendeu 61 dias, em 28 desses dias não foi registado qualquer tipo de odor, ou seja, em 45% do período não foram percecionados odores na atmosfera. Em relação ao segundo período de monitorização, em apenas 4 dos 31 dias de análise não foram elaborados registos de qualquer tipo de odor. Isto significa que apesar do período de monitorização do painel de observadores ter sido mais reduzido na 2ª campanha, os registos odoríficos foram em maior número.



Figura 23 – Registos de odor do painel de observadores na 1ª campanha de monitorização

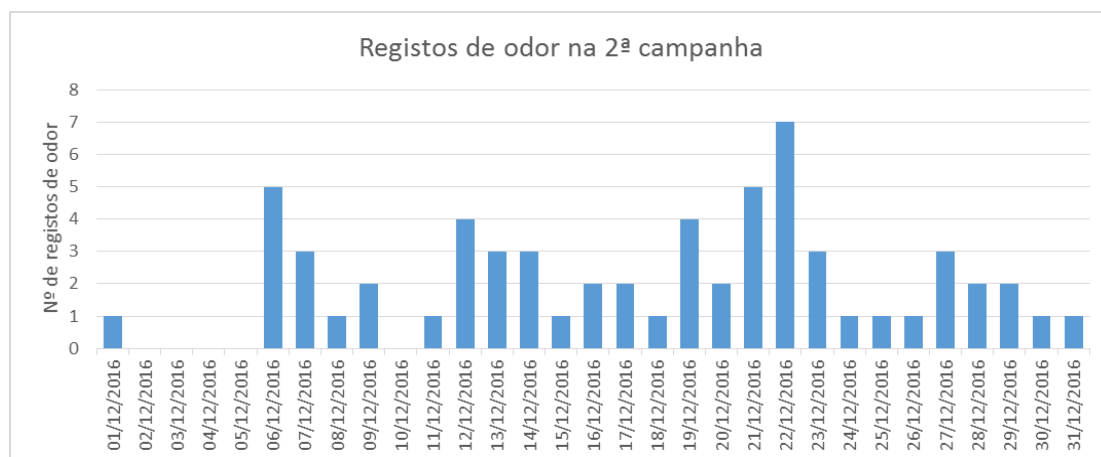


Figura 24 – Registos de odor do painel de observadores na 2ª campanha de monitorização

Note-se que foi tido em conta que nos dias 8 e 9 de Dezembro surgiram reclamações de odor (dissociadas do painel de observadores) a couves podres na zona de Mafra e localidades próximas. Considerando que nesses dias o vento predominante teve origem no quadrante Sul e o tempo se apresentava com nebulosidade, o odor em causa teria proveniência de outra fonte emissora que não o Ecoparque da Abrunheira. Nesses dias, nos registos elaborados pelo painel de observadores, apenas se verificou uma ocorrência, de fraca intensidade, ao odor em análise (dia 9 de Dezembro) numa localização distinta (Posto de Abastecimento A21) da apresentada nas reclamações.

Relativamente aos odores percecionados pelos painéis de observadores em ambas as campanhas de monitorização verificou-se que (Figura 25):

- No tipo de odor a “Couves Podres/Ovos Podres”, os assessores classificaram-no maioritariamente como de intensidade média nos dois períodos de monitorização;
- No tipo de odor a “Acre/Azeitonas”, os elementos classificaram-no maioritariamente como forte na 1ª campanha, no entanto, na 2ª consideram-no de intensidade média. Este aspeto pode ser justificado pela forte diminuição no número de registos deste tipo de odor entre campanhas;
- No tipo de odor a “Excrementos de Animais”, o painel não o percecionou na 1ª campanha e como tal, não existiu nenhum registo. Contudo, na 2ª campanha este foi o segundo tipo de odor mais registado onde os assessores o classificaram, na sua maioria, como de intensidade média;
- A categoria de “Outros” não foi contabilizada pelos elementos do 1º painel de observadores e no 2º apresentou uma fraca expressão numérica distribuída pelos três graus de intensidade.

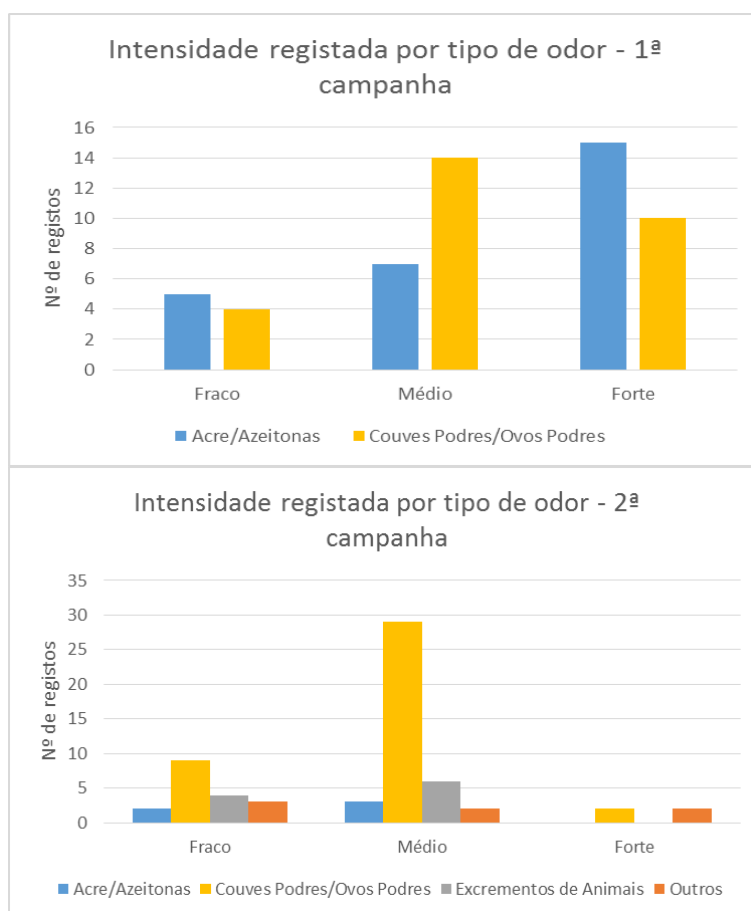


Figura 25 – Intensidade de odor registada pelo painel de observadores no decurso do período de monitorização

Os diários de odor produzidos pelos indivíduos permitiram caracterizar as condições meteorológicas dos dias em que ocorreram registos odor. Esta informação do painel de observadores possibilitou ter uma noção do estado do tempo no momento dos registos odoríficos, independentemente da sua natureza. Assim, recorrendo ao gráfico da Figura 26 os observadores referem que as ocorrências de odor foram registadas maioritariamente com vento moderado, na 1ª campanha, e com sensação de brisa ligeira na 2ª campanha. Relativamente ao estado do tempo registado pelos dois grupos (Figura 27), apresentou-se com céu limpo ou com nebulosidade no primeiro período de observação e maioritariamente com céu limpo no segundo.

A altura do dia na qual os grupos de observação efetuaram as suas perceções odoríficas distribuíram-se pelos três períodos designados (manhã, tarde e noite). No entanto, constatou-se uma ligeira tendência para o período da manhã, no 1º grupo, e para o período da noite no 2º (Figura 28).

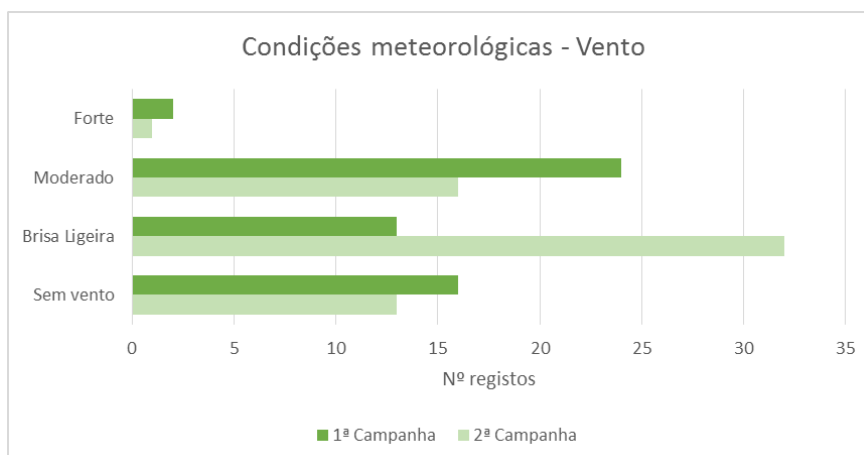


Figura 26- Número de registos relativos à intensidade do vento percecionada pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização

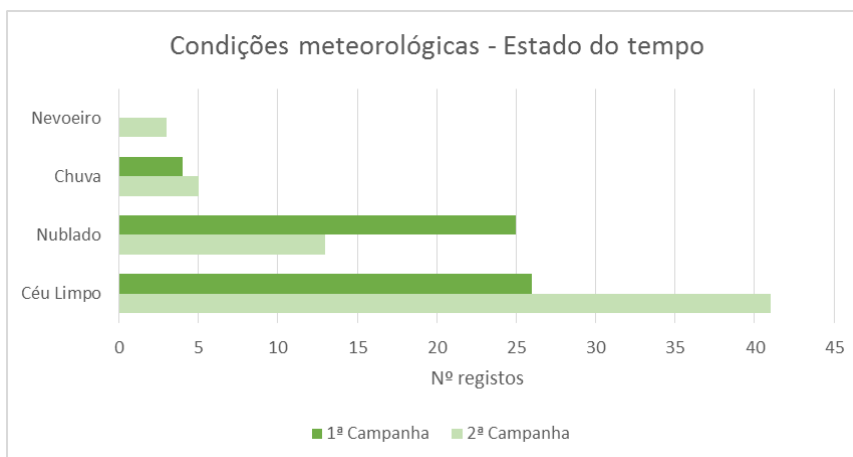


Figura 27- Número de registos relativos ao estado do tempo descrito pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização

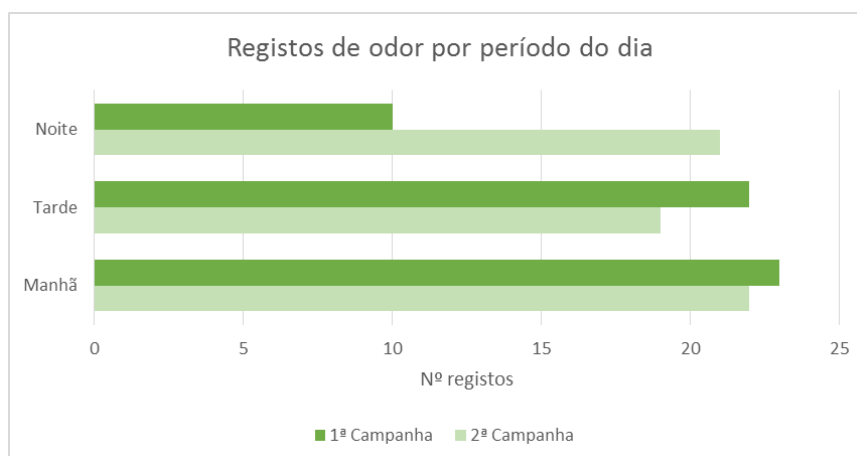


Figura 28- Número de registos relativos ao período do dia percecionada pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização

6.2.1.1 Análise meteorológica da monitorização com recurso ao painel de observadores

Neste capítulo encontra-se a análise meteorológica efetuada para as campanhas de monitorização de odores realizadas pelos dois painéis de observadores. Tendo em conta que a 1ª monitorização do painel de observadores decorreu em simultâneo com a campanha de amostragem passiva de H₂S (tubos de difusão) (ver capítulo 6.1.1), apresentam-se de seguida os parâmetros meteorológicos para a 2ª campanha do painel de observadores (Figura 29).

Analisando os perfis diários referidos, verificou-se que não ocorreram fenómenos extremos de temperatura. No que respeita à humidade relativa, os níveis registados foram de acordo com o expectável para a época do ano, no concelho de Mafra.

Relativamente à precipitação, verificou-se que choveu com mais intensidade na segunda campanha, particularmente nos dias 3 e 11 de Dezembro de 2016.

A rosa de ventos presente na Figura 30 ilustra a frequência de direções de vento monitorizada no período compreendido entre 1 e 31 de Dezembro de 2016. Verificou-se uma predominância de ventos oriundos do quadrante Norte/Nordeste e a uma elevada percentagem de “calmas” (vento de velocidade média inferior a 0,5 m/s), comparativamente com a 1ª campanha. A direção de ventos predominantes conjugada com vento fraco poderá justificar o aumento do número de registos de odores do 2º painel de observadores, face aos verificados pelo primeiro.

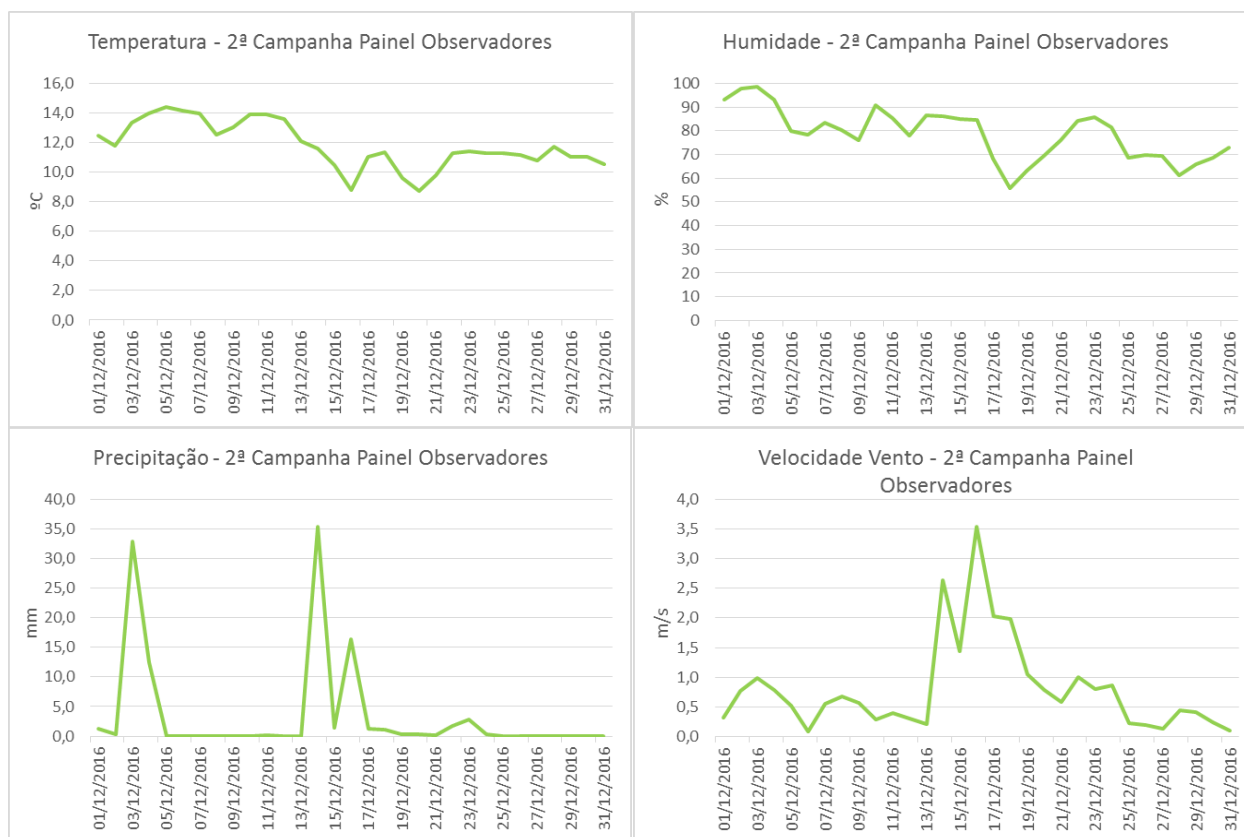


Figura 29 - Análise dos parâmetros meteorológicos registados na 2ª campanha de painel de observadores

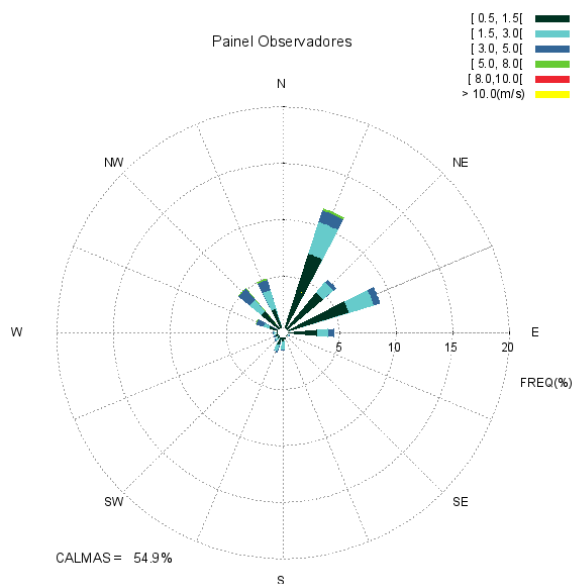


Figura 30 - Rosa de ventos determinada a partir dos dados da estação meteorológica instalada na Tratolixo para a 2ª campanha de monitorização do painel de observadores

6.2.1.2 Análise com recurso ao Modelo de Dispersão Hysplit

Com base nos resultados produzidos pelo painel de observadores foram selecionados os dias com maior número de registos de odor com particular enfoque para as categorias de “Couves Podres/Ovos Podres” e “Acre/Azeitonas”, menosprezando as restantes opções dado que não se encontram diretamente associadas às atividades desenvolvidas no Ecoparque da Abrunheira.

Importa clarificar alguns indicadores utilizados na referida análise. O índice de qualidade do ar consiste na caracterização de uma determinada área consoante a média aritmética calculada para cada um dos poluentes monitorizados em todas as estações da rede de qualidade do ar existentes nessa área. A informação sobre o Índice de Qualidade do Ar (IQAR) foi consultada no sítio PrevQualar (disponível em www.prevqualar.org), página de previsão da qualidade do ar, resultado de uma colaboração entre a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e a Agência Portuguesa do Ambiente. A utilização deste indicador como elemento de caracterização da qualidade do ar da zona Oeste, Vale do Tejo e Península de Setúbal, onde estão inseridas as instalações da Tratolixo - Ecoparque da Abrunheira, torna-se importante, na medida em que as condições meteorológicas que influenciam, indiretamente, este índice acabam por produzir o mesmo efeito nas condições de dispersão de odores.

O fenómeno de evento natural caracteriza-se pelo transporte de longa distância de partículas com origem natural, de zonas áridas do Norte de África, como é o caso dos desertos do Sahara e Sahel, e pode causar elevados níveis de partículas em suspensão. As condições meteorológicas que influenciam a dispersão deste fenómeno podem também ter influência na perceção de odor.

Os dados relativos à altura da camada de mistura foram obtidos através do sítio <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> da Universidade do Wyoming.

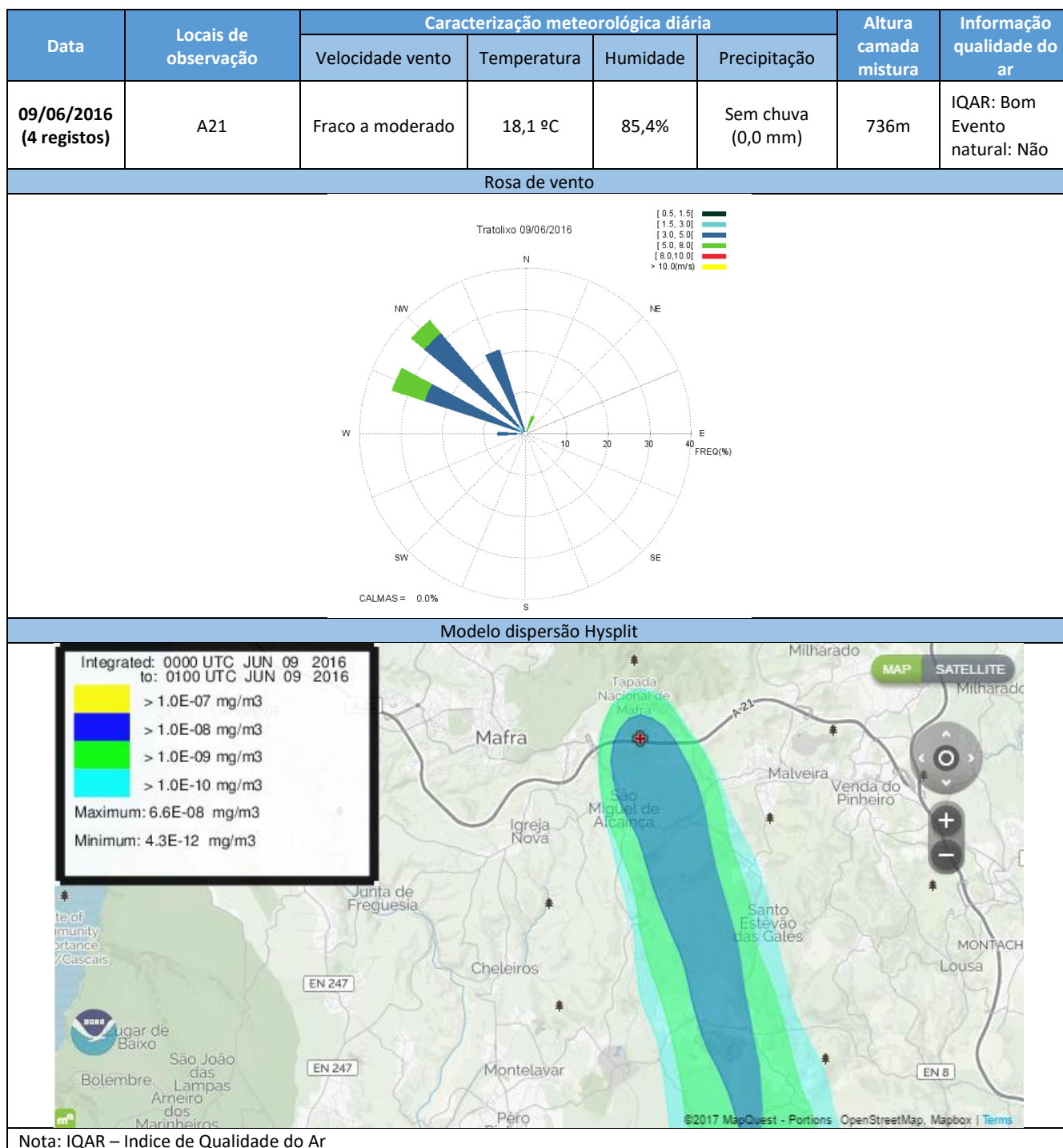
As análises resultantes do modelo *Hysplit* para os dias com mais registos de odor, serviram para traçar visualmente a pluma da torre de desodorização da ETARI, perceber qual a sua trajetória e dispersão. Salvaguarda-se que a complexidade do relevo onde se encontram as instalações fabris introduz, também, alguma incerteza nos resultados produzidos pelo modelo.

Na 1ª campanha de monitorização do painel de observadores destacaram-se dois dias com maior número de ocorrências de odor registadas, nomeadamente a 9 e 15 de Junho de 2016. Relativamente à 2ª campanha, foram analisados os dias 6, 12, 19 e 22 de Dezembro de 2016.

Para cada dia analisado foi criada uma ficha de síntese onde se conjugaram os parâmetros da estação meteorológica, localizada na Tratolixo, os resultados do modelo de dispersão e os indicadores de qualidade do ar disponibilizados pela APA.

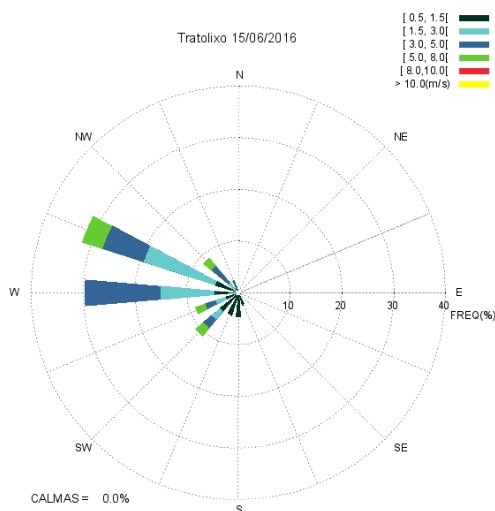
Constatou-se que:

- Em todos os dias analisados a pluma resultante do modelo Hysplit dispersou-se para os locais onde os recetores sensíveis percecionaram e registaram as categorias de odor associadas ao Ecoparque da Abrunheira;
- O vento predominante na maioria dos casos em análise foi de quadrante norte, tendo-se apresentado geralmente calmo ou fraco;
- Analisando comparativamente as orientações da pluma de odor e as rosas de vento obtidas para o respetivo dia analisado, as direções de vento predominante foram coincidentes, por exemplo, vento oriundo de Norte/Nordeste resultou numa pluma de odor que se dispersou para a direção Sul/Sudoeste;
- O Índice de Qualidade do Ar (IQAR) e a não existência de evento natural criaram condições para que não existissem fatores de enviesamento das perceções por parte dos observadores;
- Os valores de inversão térmica foram muito baixos, o que não contribuiu para a dispersão de poluentes e/ou odores.

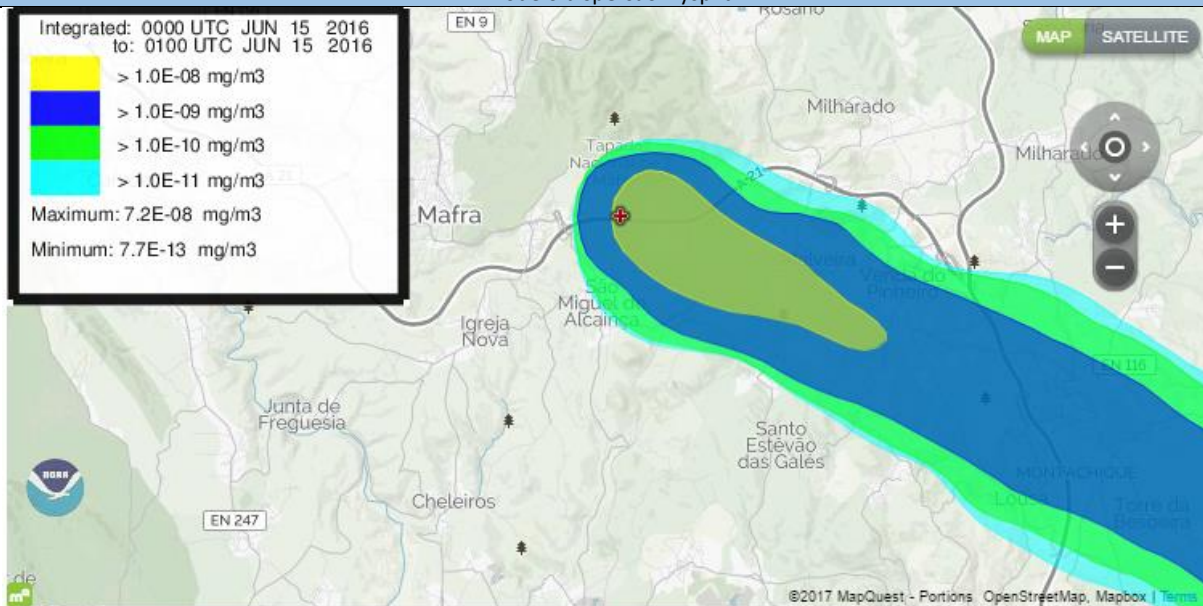


Data	Locais de observação	Caracterização meteorológica diária				Altura camada mistura	Informação qualidade do ar
		Velocidade vento	Temperatura	Humidade	Precipitação		
15/06/2016 (3 registos)	A21	Fraco	15,6 °C	81,0%	2,8 mm	2508m	IQAR: Bom Evento natural: Não

Rosa de vento



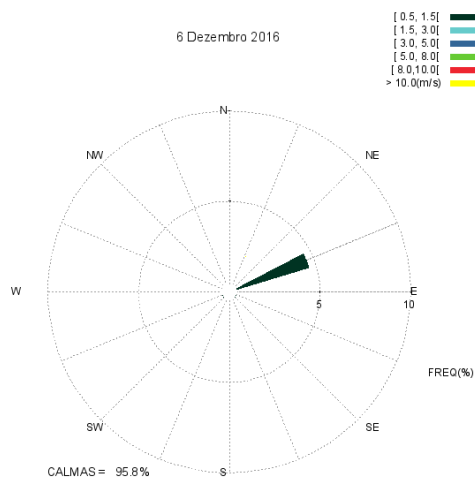
Modelo dispersão Hysplit



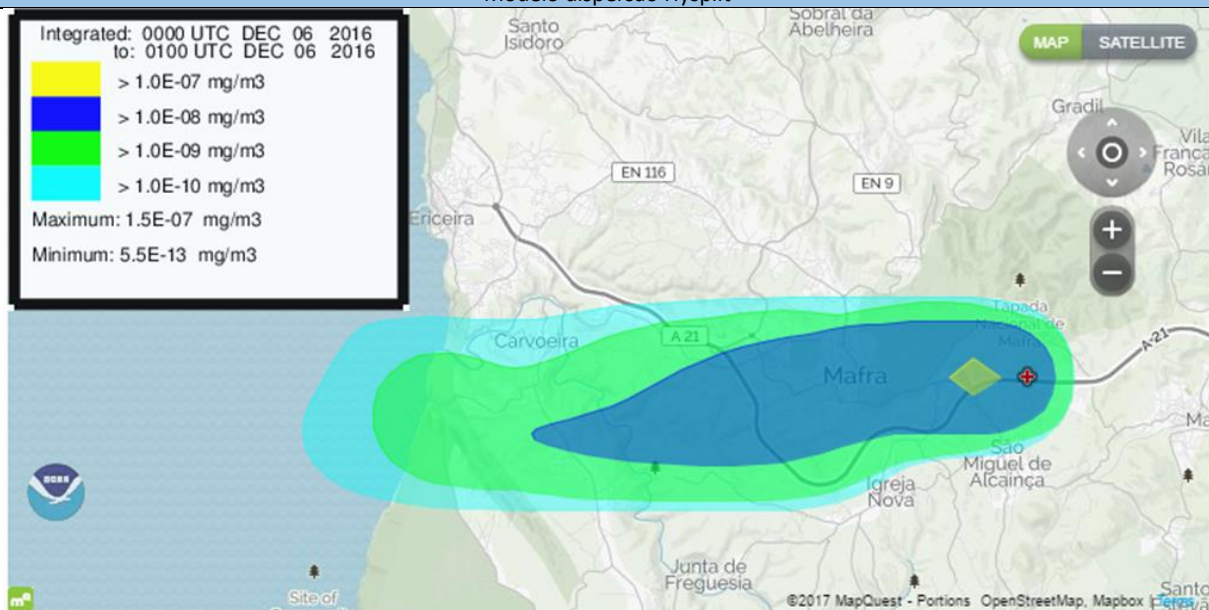
Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar

Data	Locais de observação	Caracterização meteorológica diária				Altura camada mistura	Informação qualidade do ar
		Velocidade vento	Temperatura	Humidade	Precipitação		
06/12/2016 (4 registos)	A21 PA Combustível A21	Calmo	14,1 °C	78,4%	Sem chuva	244	IQAR: Bom Evento natural: Não

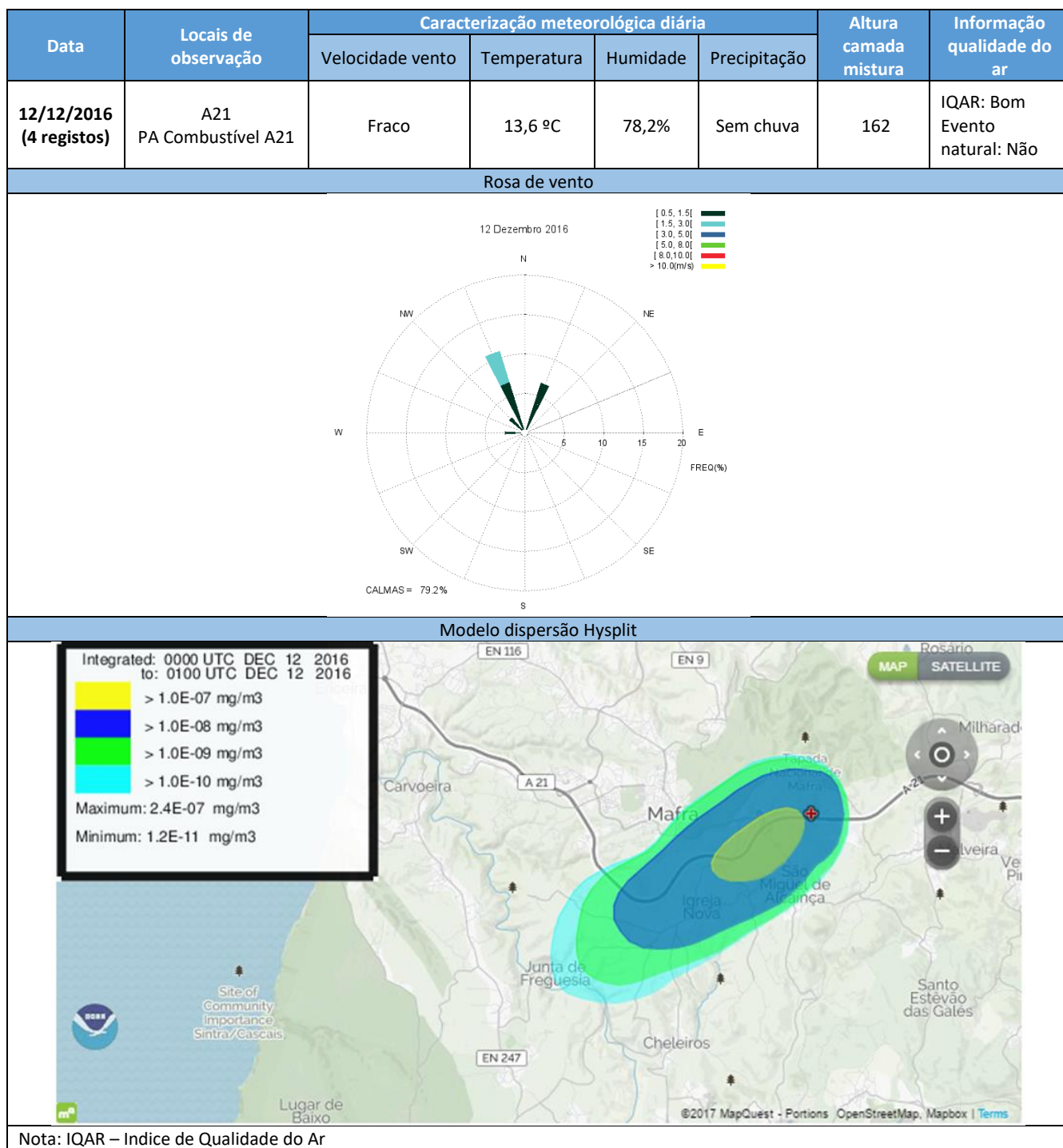
Rosa de vento

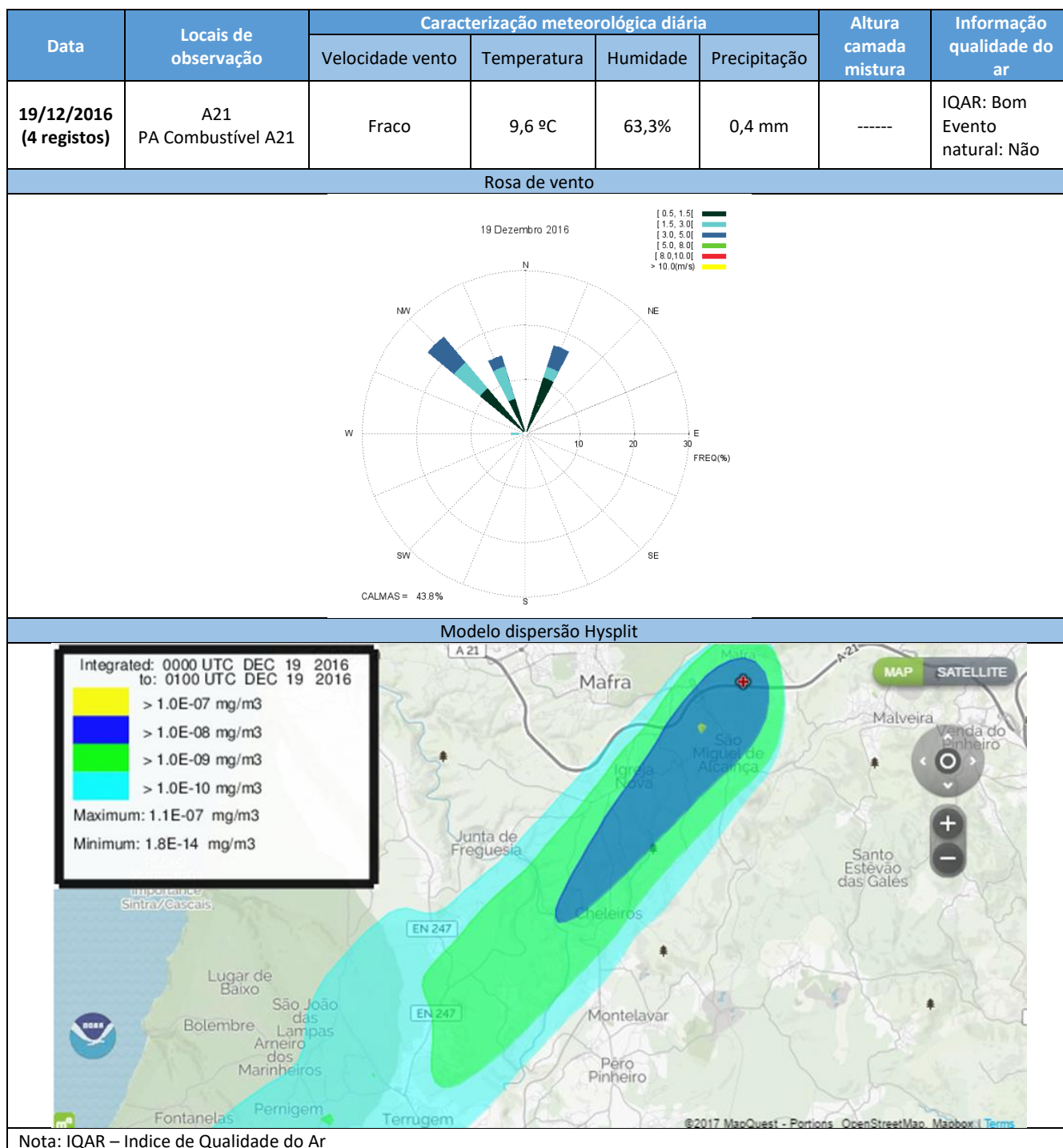


Modelo dispersão Hysplit



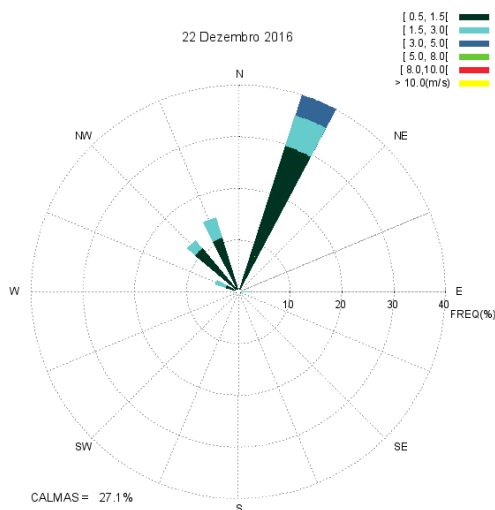
Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar



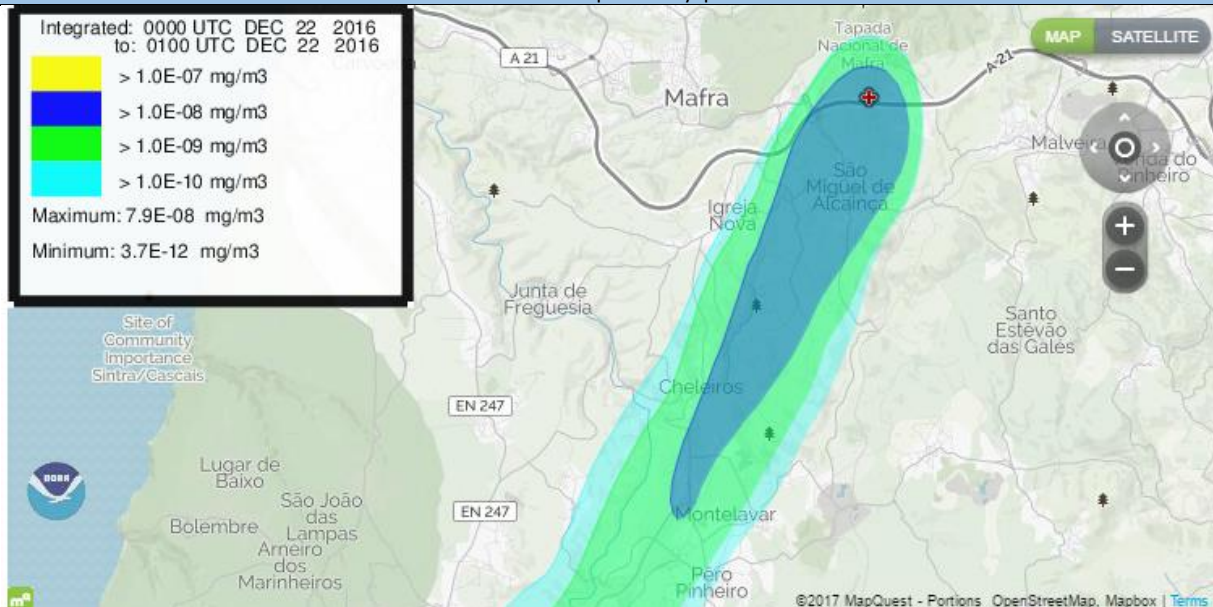


Data	Locais de observação	Caracterização meteorológica diária				Altura camada mistura	Informação qualidade do ar
		Velocidade vento	Temperatura	Humidade	Precipitação		
22/12/2016 (6 registos)	A21 PA Combustível A21 Alcaíça	Fraco	11,3 °C	84,2%	1,8 mm	227	IQAR: Bom Evento natural: Não

Rosa de vento



Modelo dispersão Hysplit



Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar

6.2.2 Inspeção de campo - aplicação de VDI 3940 – Parte 2

No sentido da realização da inspeção de campo com vista à aplicação da VDI 3940 – Parte 2 foi necessário reunir o seguinte conjunto de critérios normativos representados na Figura 31:

- Identificação concisa da fonte emissora e do tipo (s) de odor a analisar;
- Equipa técnica qualificada composta idealmente por 4 a 5 elementos;
- Locais previamente seleccionados geograficamente;
- Três linhas de intersecção;
- Condições meteorológicas favoráveis, tais como vento fraco preferencialmente de quadrante norte e estabilidade atmosférica;



Figura 31 – Mapa da inspeção de campo da medição da pluma de odor

Foi realizada uma primeira abordagem de diagnóstico ao terreno onde foram identificados os possíveis locais para compor cada linha de intersecção, tendo em conta a localização da fonte emissora, os recetores sensíveis, a grelha utilizada na monitorização de amostragem passiva de (H₂S) e a orografia do terreno. Esta última variável constituiu um fator determinante no posicionamento dos elementos no terreno, devido à existência de uma via rodoviária de alta velocidade (Autoestrada A21) e de terrenos privados e/ou de difícil acesso.

No dia 1 de março de 2017 a equipa técnica deslocou-se ao terreno para a realização da inspeção de campo, no entanto, as condições atmosféricas (fraca nebulosidade, inexistência de vento e a sua proveniência de oeste) não constituíram, ao contrário do esperado, condições favoráveis para as medições de odor sem enviesamento dos dados recolhidos.

Numa segunda tentativa, programada para o dia 7 de março, em que as previsões meteorológicas apontavam para vento fraco do quadrante norte, foi possível, então, a aplicação do método de medição da pluma de odor de acordo com a VDI 3940 – Parte 2. Como se verifica na Figura 32, o vento registado no dia selecionado para a inspeção de campo era oriundo do quadrante Norte, mais precisamente das direções Norte/Noroeste e Norte/Nordeste, apresentando-se com baixa percentagem de calmas e de intensidade fraca.

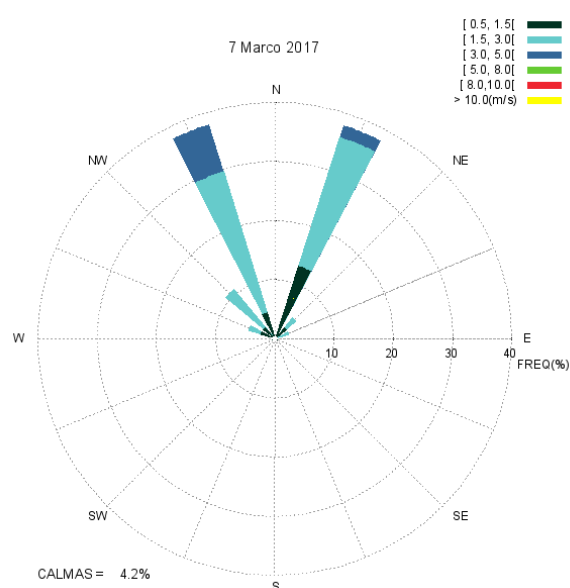


Figura 32 – Rosa-dos-ventos do dia 7 de março de 2017

Dado que na proximidade da fonte emissora era claramente distinguível, ao nariz humano, a presença de dois tipos de odor distintos, optou-se pela realização de duas inspeções de campo no mesmo dia, uma para o odor a “Acre/Azeitonas” e outra para o odor “Couves Podres/Ovos Podres”.

A Equação 1 (ver capítulo 5.42.) permitiu determinar a frequência de percepções de odor em cada ponto e ciclo de medição.

A Figura 33 apresenta o mapa relativo aos resultados obtidos na inspeção de campo para o odor “Acre/Azeitonas”. Constatou-se que apenas nos pontos 3 das linhas A e B foi detetado o odor em análise, sendo, desta forma, o único ponto onde foi possível determinar a frequência de odor por hora (salienta-se que a frequência de valores varia entre 0 e 1). Este facto pode ser justificado pela proximidade dos referidos pontos do local da CDA onde se efetuam operações que originam a libertação de compostos que marcam este tipo de odor.



Figura 33 – Mapa inspeção de campo do odor “Acre/Azeitonas”

Relativamente à inspeção de campo realizada para a categoria de odor a “Couves Podres/Ovos Podres”, verificou-se que apenas nos pontos 1 e 2 da linha B foi possível identificar este odor na atmosfera. Este facto vai de encontro ao espectável, tendo em consideração a direção de vento predominante registado no dia da inspeção de campo e a localização da fonte emissora identificada no local para este tipo de odor (ETARI).



Figura 34 - Mapa medições de campo do odor “Couves Podres/Ovos Podres”

Verificou-se que não foi detetado qualquer tipo de odor nos pontos de medição da linha de intersecção C, aquela que se encontra mais afastada da fonte emissora de odor, no dia em análise. No entanto, foi possível distinguir claramente nas linhas de intersecção A e B, as diferentes zonas onde os dois tipos de odor são percecionados.

No que respeita à intensidade dos odores analisados na inspeção de campo, verificou-se pela Tabela 13 que o odor “Acre/Azeitonas” foi percecionado no ponto 3 em diferentes categorias de uma escala de odor de seis níveis de intensidade (de 0-“sem odor” a 6-“extremamente forte”). Se atendermos à linha A, o ciclo de monitorização decorreu maioritariamente com odor muito fraco ou distinto ou na ausência deste. Na linha B, foram sentidos diferentes níveis de intensidade, novamente, no ponto 3 e também no ponto 4. No entanto,

em ambas as localizações, os ciclos de medição decorreram maioritariamente na ausência de odor ou na sua fraca presença. Na linha C, a mais distante da fonte emissora, não foi percecionado o odor em análise durante o ciclo de medição.

Tabela 13 – Frequência de intensidade da pluma de odor a “Acre/Azeitonas” na inspeção de campo

Inspeção campo – Odor “Acre/Azeitonas”					
Linha A					
Código Intensidade	Intensidade de odor	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
0	Sem odor	100%	100%	23%	100%
1	Muito fraco	0%	0%	25%	0%
2	Fraco	0%	0%	12%	0%
3	Distinto	0%	0%	20%	0%
4	Forte	0%	0%	15%	0%
5	Muito Forte	0%	0%	5%	0%
6	Extremamente Forte	0%	0%	0%	0%
Linha B					
Código Intensidade	Intensidade de odor	1	2	3	4
0	Sem odor	100%	100%	68%	97%
1	Muito fraco	0%	0%	15%	3%
2	Fraco	0%	0%	10%	0%
3	Distinto	0%	0%	7%	0%
4	Forte	0%	0%	0%	0%
5	Muito Forte	0%	0%	0%	0%
6	Extremamente Forte	0%	0%	0%	0%
Linha C					
Código Intensidade	Intensidade de odor	1	2	3	4
0	Sem odor	100%	100%	100%	100%
1	Muito fraco	0%	0%	0%	0%
2	Fraco	0%	0%	0%	0%
3	Distinto	0%	0%	0%	0%
4	Forte	0%	0%	0%	0%
5	Muito Forte	0%	0%	0%	0%
6	Extremamente Forte	0%	0%	0%	0%

No que concerne ao odor a “Couves Podres/ Ovos Podres” cuja análise de intensidade se encontra representada na Tabela 14, verificou-se que apenas na linha B foi possível identificar o odor em causa e somente nos pontos de observação 1 e 2, mas com fraca intensidade.

Tabela 14 - Frequência de intensidade da pluma de odor a “Couves Podres/Ovos Podres” na inspeção de campo

Inspeção campo – Odor “Couves Podres/Ovos Podres”					
Linha A					
Código Intensidade	Intensidade de odor	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
0	Sem odor	100%	100%	100%	100%
1	Muito fraco	0%	0%	0%	0%
2	Fraco	0%	0%	0%	0%
3	Distinto	0%	0%	0%	0%
4	Forte	0%	0%	0%	0%
5	Muito Forte	0%	0%	0%	0%
6	Extremamente Forte	0%	0%	0%	0%
Linha B					
Código Intensidade	Intensidade de odor	1	2	3	4
0	Sem odor	73%	52%	100%	100%
1	Muito fraco	27%	28%	0%	0%
2	Fraco	0%	15%	0%	0%
3	Distinto	0%	5%	0%	0%
4	Forte	0%	0%	0%	0%
5	Muito Forte	0%	0%	0%	0%
6	Extremamente Forte	0%	0%	0%	0%
Linha C					
Código Intensidade	Intensidade de odor	1	2	3	4
0	Sem odor	100%	100%	100%	100%
1	Muito fraco	0%	0%	0%	0%
2	Fraco	0%	0%	0%	0%
3	Distinto	0%	0%	0%	0%
4	Forte	0%	0%	0%	0%
5	Muito Forte	0%	0%	0%	0%
6	Extremamente Forte	0%	0%	0%	0%

Fazendo uma análise comparativa entre os dois odores analisados, constatou-se que o odor a “Acre/Azeitonas” foi identificado e categorizado mais vezes do que o odor a “Couves Podres/Ovos Podres” nos ciclos de medição efetuados na medição de campo. Recorde-se que esta situação diz respeito a apenas um dia de medição, não permitindo generalizar os resultados.

7 Considerações finais

Conclusões

O presente documento insere-se no âmbito do programa de monitorização de odores na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira, unidade da empresa TratoLixo, sito em S. Miguel de Alcaíça no concelho de Maфра, por parte do Centro de Investigação para o Ambiente e Sustentabilidade (CENSE) (Associação para a Inovação e Desenvolvimento da Faculdade de Ciências e Tecnologia (NOVA.ID.FCT)).

O programa de monitorização de odores foi constituído por cinco módulos, dos quais os mais relevantes foram a monitorização de H_2S através de amostradores passivos e a constituição de um painel de observadores com vista ao registo de potenciais odores presentes no concelho de Maфра.

As duas campanhas de monitorização de sulfureto de hidrogénio (H_2S) através de amostragem passiva (tubos de difusão) compreenderam um período espaço-temporal de 15 dias cada, tendo decorrido a 1ª entre 6 e 23 de Junho de 2016 (à exceção de um que teve de ser repetido e cuja monitorização terminou a 11/07) e a 2ª entre 24 de Outubro e 08 de Novembro de 2016. A média das concentrações obtidas para a 1ª campanha foi de $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e para a 2ª foi de $13,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, verificando-se um aumento significativo entre campanhas. No entanto convém salientar que a média da 2ª campanha encontra-se fortemente influenciada pela concentração obtida no ponto TratoLixo – ETARI ($114 \mu\text{g}/\text{m}^3$). No que respeita aos locais onde foram registados os valores mais elevados de concentração de H_2S constatou-se que, no primeiro período de amostragem, este localizou-se no ponto situado no posto de abastecimento de combustível da A21, enquanto no segundo período (excluindo os pontos situados no interior do Ecoparque da Abrunheira) verificou-se na Estrada do Matadouro.

A alteração da localização de dois pontos, introduzida na grelha de monitorização de H_2S efetuada na 2ª campanha, revelou-se de grande importância, na medida em que foi possível determinar a concentração do poluente em análise, junto da fonte emissora (ETARI) e junto da central de digestão anaeróbia (CDA). Verificou-se que o valor obtido junto da CDA se aproximava dos registados nos locais de amostragem no exterior do Ecoparque da Abrunheira e que o amostrado junto à ETARI apresentou níveis de concentração muito elevados. Foi possível, assim, assegurar e comprovar o correto diagnóstico da determinação da fonte emissora dentro do Ecoparque, bem como estabelecer uma comparação entre a proximidade à fonte emissora e a área envolvente à atividade industrial.

Analisando as concentrações obtidas no programa de monitorização de odores e de acordo com o limite de deteção (“Odor Threshold” - $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mencionado no presente relatório, tornou-se possível concluir que,

na 1ª campanha as concentrações amostradas foram inferiores ao limite de deteção mas, na 2ª, os valores foram, na maioria dos locais, superiores ao referido limite. Isto significa que na 2ª campanha existiu uma maior probabilidade para os recetores sensíveis percecionarem o odor a “Couves Podres/Ovos Podres” que se encontra associado ao composto H_2S . Este aspeto acaba por ser validado pelos registos efetuados pelo painel de observadores que foram em maior número na 2ª campanha.

De acordo com o estado da arte, conclui-se que as concentrações de H_2S amostradas em ar ambiente não constituíram qualquer perigo de exposição para a saúde pública. Na 1ª campanha de monitorização, as concentrações obtidas estiveram de acordo com o que é típico em ar ambiente, no entanto, na 2ª, a maioria das concentrações obtidas foram superiores ao limite de deteção (Correia, 2002 e OSHA, 2005).

Quanto ao painel de observadores, este encontrou-se a registar odores na atmosfera durante dois períodos. O primeiro período decorreu entre os meses de Maio e Junho de 2016 enquanto o segundo realizou-se durante o mês de Dezembro do mesmo ano. Concluiu-se que os observadores com mais registos foram os que percecionaram os odores a “Acre/Azeitonas” e “Couves podres/Ovos podres” na A21, no que à 1ª campanha diz respeito. Relativamente ao segundo período, apesar do período de perceção ter sido inferior ao da 1ª campanha, verificou-se, por um lado, uma diminuição dos registos a “Acre/Azeitonas” e, por outro, uma maior distribuição pelos restantes tipos de odor. Contudo, o odor a “Couves Podres/Ovos Podres” continuou a ser o mais assinalado e a A21 manteve-se como o local com maior número de registos.

Concluiu-se que o principal foco de odor e o que suscita algum tipo de incomodidade foi a A21 junto ao Ecoparque da Abrunheira. Sendo a A21 um local não habitacional, mas de frequente passagem inter e intraconcelhia, existe a possibilidade que alguns reclamantes associem os odores à atividade da Tratólixo indiscriminadamente, não avaliando o tipo de odor percecionado na sua residência/trabalho, mas recorrendo apenas à sua memória olfativa.

Considerando os 61 dias que compreenderam o primeiro período de monitorização do painel de observadores concluiu-se que em 46% do tempo não foi registado qualquer tipo de odor. Relativamente à 2ª campanha, esta contou com 31 dias de análise e em 16% desse período não foi registado nenhum tipo de odor. Concluiu-se então, que na 2ª campanha foram verificadas mais perceções de odor por parte do painel de observadores, independentemente do tipo de odor associado. Isto vai de encontro ao que foi referido anteriormente na monitorização de H_2S , dado que as concentrações obtidas indicavam que os odores poderiam ser mais perceptíveis ao nariz humano.

No que diz respeito à intensidade de odor, concluiu-se que em ambas as campanhas o odor a “Couves Podres/Ovos Podres” foi classificado como “Médio”. Contudo, na 1ª campanha o odor a “Acre/Azeitonas” destacou-se como tendo sido caracterizado de intensidade “Forte”.

Os diários de odor produzidos pelos indivíduos permitiram concluir que as ocorrências de odor foram registadas maioritariamente com vento moderado ou na ausência deste e quando o estado do tempo se apresenta com céu limpo ou com nebulosidade. Isto significa que o vento forte origina uma maior dispersão dos odores e, conseqüentemente, uma diminuição das perceções dos mesmos. Quanto aos períodos do dia em que os odores foram sentidos, na 1ª campanha, os registos ocorreram maioritariamente de manhã e de tarde, enquanto na 2ª verificou-se uma maior distribuição das ocorrências ao longo do dia (manhã, tarde e noite).

Os resultados do modelo *Hysplit* para os dias com mais registos de odor, serviram para traçar visualmente a pluma da torre de desodorização da ETARI, percebendo qual a sua trajetória e dispersão. Constatou-se que em todos os dias analisados a pluma de odor dispersou-se para os locais onde os recetores sensíveis realizavam a sua observação, sendo que o vento predominante foi de quadrante norte, tendo-se apresentado geralmente calmo ou fraco. Comparando as orientações da pluma de odor com as direções de vento predominante, verificou-se uma interação coincidente, justificando, desta forma, os registos do painel de observadores.

No que à inspeção de campo diz respeito, fazendo uma análise comparativa entre os dois odores analisados, concluiu-se que o odor a “Acre/Azeitonas” foi identificado e categorizado mais vezes do que o odor a “Couves Podres/Ovos Podres” nos ciclos de medição efetuados na medição de campo. Nas três linhas de interseção selecionadas, foi possível concluir que à medida que a equipa técnica se afastava da fonte emissora, os odores em análise deixavam de ser perceptíveis, o que se comprovou pela ausência de registos em toda a linha C (mais distante da Tratólixo). Constatou-se ainda que o odor a “Couves Podres/Ovos Podres” foi mais sentido nos pontos de medição mais próximos da ETARI, enquanto o odor a “Acre/Azeitonas” foi mais registado nas proximidades da CDA. Ressalva-se que com os dados recolhidos, em apenas um dia de análise, não se torna possível efetuar generalizações, sendo que seria importante no futuro aumentar a frequência deste tipo de inspeções de forma contínua no tempo e, de preferência, em simultâneo com as restantes metodologias adotadas neste programa de monitorização de odores.

No que concerne à análise meteorológica, salienta-se que se consideraram quatro períodos diferentes de análise:

- a) 1ª campanha de monitorização H₂S + 1º painel de observadores

- b) 2ª campanha de monitorização de H₂S
- c) 2º painel de observadores
- d) Inspeção de campo

Em relação aos parâmetros meteorológicos velocidade e direção do vento, temperatura, precipitação e humidade relativa, monitorizados na Tratolixo, concluiu-se que não ocorreram fenómenos climatológicos extremos e que os níveis registados foram de acordo com o expectável para as épocas do ano.

O vento teve predominância dos quadrantes Oeste/Noroeste e Noroeste, tendo sido de intensidade fraca em toda a 1ª campanha (alínea a)). Relativamente à 2ª campanha, o vento foi predominante de Norte/Nordeste e também de intensidade fraca (alíneas b) e c)). No que diz respeito à inspeção de campo, o vento teve predominância dos quadrantes Norte/Noroeste e Norte/Nordeste e também foi de intensidade fraca. Conclui-se que em todos os períodos de análise o vento foi fraco e proveniente do quadrante Norte.

Analisando comparativamente os valores da altura da camada de mistura em ambas as campanhas, constatou-se que na 2ª campanha a camada de mistura encontrava-se a uma altitude mais reduzida do que na 1ª campanha, o que, associado com vento de menor intensidade, originou fracas condições de dispersão de poluentes e odores na atmosfera e a concentração dos mesmos junto da fonte emissora.

Salienta-se o aspeto de ter existido alguma dificuldade em formar um painel de observadores, dado que a grande maioria das pessoas inquiridas na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira referiram que não percecionavam qualquer tipo de odor incomodativo presente na atmosfera. Para a formação deste painel e de forma a se obter uma base de dados para a aplicação dos inquéritos exploratórios, foram contactadas várias entidades do concelho de Mafra, nomeadamente associações recreativas e desportivas, juntas de freguesia, escolas, bem como comércio local. Não foi obtida resposta por parte das entidades contactadas (apesar da insistência) ou, nalguns casos, essa resposta foi no sentido de nunca terem percecionado algum odor na atmosfera que lhes fosse incomodativo.

Na 2ª campanha, a recolha de dados do painel de observadores não foi concomitante com a amostragem passiva dado que houve a necessidade de antecipar a mesma devido ao início de atividade das células de confinamento técnico do Ecoparque da Abrunheira, previsto inicialmente para 1 de Novembro de 2016.

A inspeção de campo aplicando a VDI 3940 – Parte 2 surgiu da necessidade de complementar a abordagem metodológica sensorial na medida em se tornou importante compreender a origem das reclamações de odor (nomeadamente provenientes na A21) dado que as concentrações amostradas de H₂S foram relativamente reduzidas, tal como o número de ocorrências registadas pelos elementos do painel de observadores numa localização mais distante da fonte emissora de odor. A aplicação desta metodologia, para além de constituir

um normativo legal adotado noutros países europeus em matéria de odores, servirá para um cenário de referência importante tendo em consideração o início de atividade das células de confinamento técnico, que poderá alterar todo o paradigma odorífero em análise na área em estudo.

Analizando globalmente todo o programa de monitorização de odores, pode-se concluir que a metodologia adotada foi adequada, tendo dado origem a resultados de qualidade e comparáveis entre as diversas abordagens metodológicas.

Linhas de Orientação Futura

Considerando os resultados obtidos no programa de monitorização de odores e as alterações efetuadas no ^{7.2} Ecoparque da Abrunheira, nomeadamente ao nível da ETARI e da entrada em funcionamento das células de confinamento técnico, propõem-se os seguintes vetores de atuação futura:

7.2.1 Vertente técnica

- Continuação da monitorização de H₂S com recurso a amostradores passivos (tubos de difusão), de forma a avaliar a evolução das concentrações deste composto em ar ambiente e/ou possibilidade de aumento do número de pontos de amostragem;
- Monitorização de amónia (NH₃) através da utilização de amostradores passivos (tubos de difusão), à semelhança da monitorização de sulfureto de hidrogénio;
- Realização de inspeções de campo mensais, de acordo com a VDI 3940 – Parte 2;
- Análise dos dados meteorológicos relativos ao Ecoparque da Abrunheira e continuação da comparação dos parâmetros meteorológicos entre a estação meteorológica instalada na Tratolixo e a estação da FCT/UNL;
- Realização de medições de H₂S com recurso a um equipamento de medição automática, adquirido recentemente pela FCT/UNL (Graywolf);
- Possibilidade de monitorização com equipamento destinado à medição de odores (olfatómetro ou nariz eletrónico) a adquirir futuramente. Este equipamento não diferencia o tipo de composto odorífero mas mede os odores na atmosfera através de diluições e os seus resultados traduzem-se em unidades de medida de odores (OU/m³) que permitem a sua comparação com a legislação internacional;

7.2.2 Vertentes entidades/população

- Continuação das medições sensoriais através de um painel de observadores com o intuito de avaliar se as alterações acima referidas produziram ou não efeitos ao nível da incomodidade de odores, auscultando a opinião dos possíveis recetores sensíveis, colocando o enfoque nos cidadãos;
- Possível envolvimento de *stakeholders* do concelho de Mafra (por exemplo juntas de freguesia, câmara municipal, instituições, associações) para a formação do painel de observadores, tornando a população vizinha parte da solução da problemática;
- Articulação e análise das reclamações do projeto Ecosensores, da Tratolixo, com o painel de observadores;
- Realização de ações de sensibilização sobre as atividades desenvolvidas na Tratolixo, direcionadas para determinados públicos-alvo (por exemplo em escolas);
- Participação em fóruns, grupos e/ou reuniões de discussão pública sobre a temática dos odores, com vista à criação de visibilidade na área da prevenção e da resolução do tema;

8 Referências bibliográficas

- Bliss P.J.; Schulz T.J.; Senger T.; _Kaye R.B., (1996), *Odour measurement — factors affecting olfactometry panel performance*, in “Water Science and Technology (part 2)”, Elsevier;
- Both, R., Sucker, K., Winneke, G., Koch, E., 2004. *Odour intensity and hedonic tone—important parameters to describe odour annoyance to residents*, in “Water Science and Technology” (n.50);
- Burgess, J.; Parsons S.; Stuetz R., (2001), *Developments in odour control and waste gas treatment biotechnology: a review*, in “Biotechnology Advances” (v.19), Elsevier;
- CEN (2003). EN 13725 - “Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry”, European Committee for Standardization;
- De Melo Lisboa, H.; Page, T; Guy, C., (2009), *Gestão de odores: fundamentos do Nariz Eletrônico*, in “Eng Sanit Ambient” (v.14 n.1), AIDIS;
- DEFRA, (2010), “Odour Guidance for Local Authorities”, UK;
- Devos, M., Patte, F., Rouault, J., Laffort, P., van Gemert, L.J.,(1990), “Standardized human olfactory thresholds”, IRL Press, Oxford;
- Epstein, E. (2011). *Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management*. United States of America: Taylor and Francis Group, LLC;
- Fast, T. (1992), *The relationship between the exposure to odours of several industrial activities and the odour annoyance*, in “Studies in Environmental Science” (v.51), Elsevier;
- Giuliania S.; Zarra T.; Nicolas J.; Naddeo V.; Belgiorno V.; Romain A., (2012) *An alternative approach of the e-nose training phase in odour impact assessment*, in “Chemical Engineering Transactions” (v.30), AIDIC;
- GOAA, 1999. *Guideline on odour in ambient air—Determination and Assessment of Odour in Ambient Air*;
- Gostelow, P.; Parsons S., (2000), *Sewage treatment works odour measurements*, in “Wat. Sci.Technol.” (n.41);
- Gray, N. F. (2004). *Biology of Wastewater Treatment*, Volume 4. 2nd Edition. Imperial College Press.
- Harreveld V., (2001), *From odorant formation to odour nuisance: new definitions for discussing a complex process*, “Water Science & Technology” (v.44);
- Lindvall, T., Radford, T.P., (1973), “Measurements of annoyance due to exposure to environmental factors”, *Environmental Research* (n.6);

- Mahin, T., Pope, R., McGinley, C., (2000), *When is smell a nuisance? An overview of different approaches taken around the world in setting odor-control regulations*, "Water Environment and Technology" (n.12);
- Miedema, H.; Walpot J.; Vos H.; Steunenbergh C.; (2000), *Exposure-annoyance relationships for odour from industrial sources*, in "Atmospheric Environment" (n.34);
- Odortech, (2015), Guia de caracterização de Odores em Portugal;
- Ph, V.; Harreveld V., "Odor Regulation and the History of Odor Measurement in Europe", Odournet Editions;
- Silva, M. B. (2008), "Influência do tipo de meio de suporte no desempenho de biofiltros aplicados à remoção de H₂S do ar atmosférico em sistemas de esgoto sanitário", Vitória, Brasil, Universidade Federal do Espírito Santo;
- Sówka, I. (2010), "Assessment of air quality in terms of odor according to selected European guidelines: grid and plume measurements" in Environment Protection Engineering, 36;
- Wallace J.; Corr D.; Kanaroglou P., (2010), *Topographic and spatial impacts of temperature inversions on air quality using mobile air pollution surveys*, in "Science of The Total Environment", Elsevier;
- Wypych G., (2013), "Mechanisms of odor formation and its transport", ChemTec publishers;
- VDI 3881, (1986), "Olfaktometrie; Geruchsschwellenbestimmung (Olfactometry – determination of odour thresholds)";
- VDI 3882-1, (1992), "Olfactometry- Determination of Odour Intensity";
- VDI 3882- 21 (1994), "Olfactometry- Determination of Hedonic Odour Tone;
- VDI 3883: 1993 – Avaliação da incomodidade de odores através de inquéritos;
- VDI 3940- 1, (2006), "Medições do impacto de odores através de medições de campo-método de medições em grelha;
- VDI 3940- 2, (2006), "Medição do impacto de odores através de medições de campo- método de medições de pluma;
- VDI 3940- 3, (2010), "Medição do impacto de odores através de medições de campo- determinação da intensidade do odor e do tom hedónico;
- VDI 3940: 2010 – 3 NVN2818: 2005- Determinação da intensidade e qualidade de odores.

Anexo I



Questionário de Identificação do Paineiro de Observadores

Código: _____

1. Nome: _____

2. Idade: _____

3. Profissão: _____

4. Local de Residência/ Local de trabalho: _____

5. Contactos: *Telefone*: _____ *E-mail*: _____

6. Há quanto tempo mora/ trabalha neste local? _____

7. Tem algum familiar próximo que trabalhe numa das indústrias do concelho de Mafra?

Sim	☐
Não	☐

8. Alguma vez sentiu algum tipo de odor (es) na atmosfera aqui na zona?

Sim	☐
Não	☐

9. Como é que o (s) descreveria?

Acre/Azeitonas	☐
Couves Podres/ Ovos Podres	☐
Excrementos de Animais	☐
Outros	☐

9.1 Quais? _____

10. Caracterize o (s) odor (es) quanto às seguintes características:

	Acre/ Azeitonas	Couves Podres/Ovos Podres	Excrementos de Animais	Outros
Frequência	Diariamente			
	Semanalmente			
	Mensalmente			
	Durante a Semana			
	Fim de Semana			
	Manhã			
	Tarde			
	Noite			
Duração	Minutos			
	Horas			
	Parte do Dia (manhã/ tarde/noite)			
	Dia Inteiro			
Agradabilidade	Nada Agradável			
	Pouco Agradável			
	Agradável			
	Muito Agradável			
Intensidade	0- Nada Perceptível			
	1- Muito Fraco			
	2- Fraco			
	3- Distinguível			
	4- Forte			
	5- Muito Forte			
	6 > Extremamente Forte			
Incomodidade	Nada Incómodo			
	Pouco Incómodo			
	Incómodo			
	Muito Incómodo			

Obrigado pela sua colaboração!

Anexo II

 FCT FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA	Painel de Observadores 2016	Nome:	Mês:
		Código:	

Instruções de Preenchimento: por favor assinalar com uma cruz em caso de sentir um odor na atmosfera. Se possível assinalar a hora no respetivo período do dia. Pode assinalar mais do que uma vez por dia. Caso não detete nada deixe os espaços em branco.

Dia	Período do dia			Intensidade de odor			Característica de odor				Condições de vento				Condições de tempo			
	Manhã	Tarde	Noite	Fraca	Médio	Forte	Acra/ Azélonas	Couros podres/ Ovos podres	Ecrementos de animais	Outros *	Sem vento	Brisa Ligeira	Moderado	Forte	Céu Limp	Nublado	Chuva	Névoa
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																		

* Designar qual o odor

Observações:

Anexo III

Folha de registos para método de medições de pluma de odor (VDI-3940: parte 2)

Projeto: _____ Tipo de odor: _____

Data: _____ Nome: _____ Localização: _____

Parâmetros meteorológicos		
	Antes da 1ª medição	Depois da última medição
Horas		
Dispersão (1)		
Direção do vento	Estação meteorológica	Estação meteorológica
Temperatura	Estação meteorológica	Estação meteorológica
Precipitação	Estação meteorológica	Estação meteorológica
Humidade relativa (%)	Estação meteorológica	Estação meteorológica
Velocidade do vento (m/s)		

(1)

Dispersão	Estabilidade atmosférica
I	Extremamente estável
II	Estável
III/1	Neutra/estável
III/2	Neutra/instável
IV	Instável
V	Extremamente instável

Localização geográfica dos assessores no terreno						
	A		B		C	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
1	38°56'13.00"N	9°17'46.09"W	38°56'5.61"N	9°17'44.74"W	38°55'20.37"N	9°18'3.06"W
2	38°56'10.46"N	9°17'30.38"W	38°56'8.48"N	9°17'30.68"W	38°55'20.75"N	9°17'43.51"W
3	38°56'10.20"N	9°17'5.83"W	38°56'6.32"N	9°17'5.42"W	38°55'20.14"N	9°17'28.97"W
4	38°56'11.31"N	9°16'57.78"W	38°56'5.76"N	9°16'58.49"W	38°55'17.00"N	9°16'59.26"W

Instruções: Devem ser recolhidas amostras de odor a cada **dez segundos** durante **10 minutos** em cada localização.

	Linha	A	B	C			Linha	A	B	C
	Hora						Hora			
	Nº localização						Nº localização			
1º Minuto	0'					6º Minuto	0'			
	10'						10'			
	20'						20'			
	30'						30'			
	40'						40'			
	50'						50'			
2º Minuto	0'					7º Minuto	0'			
	10'						10'			
	20'						20'			
	30'						30'			
	40'						40'			
	50'						50'			
3º Minuto	0'					8º Minuto	0'			
	10'						10'			
	20'						20'			
	30'						30'			
	40'						40'			
	50'						50'			
4º Minuto	0'					9º Minuto	0'			
	10'						10'			
	20'						20'			
	30'						30'			
	40'						40'			
	50'						50'			
5º Minuto	0'					10º Minuto	0'			
	10'						10'			
	20'						20'			
	30'						30'			
	40'						40'			
	50'						50'			

Intensidade de odor
6- Extremamente forte
5- Muito forte
4-Forte
3-Distinto
2-Fraco
1-Muito Fraco
0-Sem odor

Anexo IV

Informação relativa aos locais de amostragem passiva de H₂S (1ª e 2ª Campanha)



Número do Ponto	H2S 1
Concelho	Mafra
Freguesia	Sobral da Abelheira
Localização	Tapada de Mafra
Longitude	9°17'41.01"W
Latitude	38°56'49.20"N
Descrição do Local	Junto ao posto de vigia



Número do Ponto	H2S 2
Concelho	Mafra
Freguesia	Malveira
Localização	Posto de Abastecimento de combustível da BP
Longitude	9°17'1.17"W
Latitude	38°56'6.58"N
Descrição do Local	Poste dentro do perímetro do posto de abastecimento



Número do Ponto	H2S 3
Concelho	Mafra
Freguesia	Carapinheira
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°18'38.68"W
Latitude	38°56'9.00"N
Descrição do Local	Colocado junto à rotunda



Número do Ponto	H2S 4
Concelho	Mafra
Freguesia	Malveira
Localização	Malveira
Longitude	9°16'6.09"W
Latitude	38°55'42.76"N
Descrição do Local	Em frente ao cemitério



Número do Ponto	H2S 5
Concelho	Mafra
Freguesia	São Miguel de Alcáinça
Localização	Árvore junto à curva da estrada
Longitude	9°17'48.11"W
Latitude	38°56'12.25"N
Descrição do Local	Estrada do Sonível (depois do Matadouro)



Número do Ponto

H2S 6

Concelho	Maфра
Freguesia	São Miguel de Alcaíña
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°17'42.65"W
Latitude	38°55'38.58"N

Descrição do Local Junto ao Centro de Dia de Alcaíña



Número do Ponto

H2S 7

Concelho	Maфра
Freguesia	São Miguel de Alcaíña
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°17'27.45"W
Latitude	38°55'9.94"N

Descrição do Local Estrada de acesso à Igreja de São Miguel de Alcaíña



Número do Ponto

H2S 8

Concelho	Maфра
Freguesia	Maфра
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°19'36.81"W
Latitude	38°56'5.91"N

Descrição do Local Rua do Canal (centro de Maфра)



Número do Ponto

H2S 9

Concelho	Maфра
Freguesia	Igreja Nova
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°19'0.72"W
Latitude	38°54'59.37"N

Descrição do Local Na estrada de acesso à coletividade local.



Número do Ponto

H2S 10

Concelho	Maфра
Freguesia	S. Miguel de Alcaíña
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°17'35.17"W
Latitude	38°56'34.71"N

Descrição do Local Estrada Municipal da Abrunheira



Número do Ponto

H2S 11

Concelho	Maфра
Freguesia	S. Miguel de Alcaíça
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°17'10.09"W
Latitude	38°56'14.23"N

Descrição do Local

Interior Tratolixo – Edifício Escritórios



Número do Ponto

H2S 12

Concelho	Maфра
Freguesia	S. Miguel de Alcaíça
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°17'25.57"W
Latitude	38°56'13.43"N

Descrição do Local

Interior Tratolixo - ETARI

Anexo V

Altura da camada de mistura

1ª Campanha		2ª Campanha	
Data	Altura Camada de Mistura (m)	Data	Altura Camada de Mistura (m)
01/05/2016	1484	25/10/2016	983
02/05/2016	728	26/10/2016	278
03/05/2016	1225	27/10/2016	333
04/05/2016	683	28/10/2016	326
05/05/2016		29/10/2016	115
06/05/2016	1570	30/10/2016	231
07/05/2016		31/10/2016	190
08/05/2016	1113	01/11/2016	1237
09/05/2016		02/11/2016	453
10/05/2016		03/11/2016	208
11/05/2016	3159	04/11/2016	2827
12/05/2016		05/11/2016	
13/05/2016		06/11/2016	1899
14/05/2016	2030	07/11/2016	1506
15/05/2016	1070	08/11/2016	2040
16/05/2016	776	09/11/2016	3042
17/05/2016	676	10/11/2016	1711
18/05/2016	647	11/11/2016	1048
19/05/2016	400	12/11/2016	1168
20/05/2016	663	13/11/2016	435
21/05/2016	1324	14/11/2016	412
22/05/2016	299	15/11/2016	425
23/05/2016		16/11/2016	282
24/05/2016	917	17/11/2016	194
25/05/2016	2306	18/11/2016	1677
26/05/2016	125	19/11/2016	1617
27/05/2016		20/11/2016	
28/05/2016	2322	21/11/2016	3174
29/05/2016	1715	22/11/2016	231
30/05/2016	794	23/11/2016	689
31/05/2016	1541	24/11/2016	
01/06/2016	1080	25/11/2016	666
02/06/2016	1199	26/11/2016	
03/06/2016	1353	27/11/2016	655
04/06/2016	1469	28/11/2016	256
05/06/2016	1342	29/11/2016	241
06/06/2016	621	30/11/2016	641
07/06/2016	718	01/12/2016	353
08/06/2016	736	02/12/2016	279
09/06/2016	1131	03/12/2016	2935
10/06/2016	876	04/12/2016	2822

11/06/2016	719	05/12/2016	380
12/06/2016	1178	06/12/2016	244
13/06/2016	978	07/12/2016	239
14/06/2016	2508	08/12/2016	325
15/06/2016	2392	09/12/2016	645
16/06/2016	2310	10/12/2016	342
17/06/2016	1191	11/12/2016	221
18/06/2016		12/12/2016	162
19/06/2016	3403	13/12/2016	201
20/06/2016	497	14/12/2016	
21/06/2016	664	15/12/2016	1654
22/06/2016	773	16/12/2016	
23/06/2016	851	17/12/2016	302
24/06/2016	589	18/12/2016	536
25/06/2016	725	19/12/2016	
26/06/2016	3059	20/12/2016	
27/06/2016	388	21/12/2016	205
28/06/2016	581	22/12/2016	227
29/06/2016	557	23/12/2016	154
30/06/2016	1484	24/12/2016	186
		25/12/2016	244
		26/12/2016	237
		27/12/2016	261
		28/12/2016	272
		29/12/2016	242
		30/12/2016	217
		31/12/2016	218