

Identificação das origens, medidas de tratamento e controlo de odores nocivos ou incómodos gerados

Identificação das origens de odores

No Ecoparque da Abrunheira são passíveis de ocorrer odores em resultado das actividades aí desenvolvidas:

- **CDA** - promove a valorização dos resíduos orgânicos contidos nos resíduos urbanos através de um processo de digestão anaeróbia complementado por tratamento aeróbio do material digerido
- **ETAL** - efectua o tratamento das águas residuais industriais geradas em resultado das actividades desenvolvidas no ecoparque
- **ATERRO** - onde ocorre a decomposição natural dos resíduos aí depositados

Os odores associados às actividades de tratamento biológico de resíduos relacionam-se com a presença de compostos odoríficos na fase líquida, o lixiviado, e com a transferência destes compostos para a fase gasosa, causando o designado mau odor, que 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).

O Q31B “Identificação das origens dos odores/Etapa de processo/Equipamento associado/unidades contribuintes” destina-se à identificação das origens dos odores gerados a partir das fontes identificadas nos quadros precedentes relativos a emissões, pelo que a informação apresentada respeita às medições dos poluentes potenciadores de odores nas fontes identificadas, sendo que os relatórios subjacentes à determinação dos referidos valores integram os anexos respectivos.

Medidas de tratamento e controlo de odores nocivos ou incómodos gerados

Relativamente aos odores a TRATOLIXO tem vindo, ao longo do tempo, a adoptar diversas medidas com vista à minimização dos impactes gerados.

- **Medidas de minimização**

CDA

Para a minimização da ocorrência de odores associados às actividades desenvolvidas na CDA adoptaram-se as seguintes medidas:

- A recepção dos camiões de resíduos é efectuada num edifício fechado mantido em depressão;
- Minimização da movimentação e da execução de operações de manuseamento de resíduos, fora das unidades de produção;

- Minimização dos tempos de residência dos resíduos em cada etapa do processo, através de mecanismos de supervisão;
- Otimização do tratamento através do controlo e gestão da eficiência do processo, nomeadamente, nas etapas de metanização e compostagem seguidas permanentemente por sistemas de controlo automático, que produzem avisos e alarmes sempre que são detectados desvios relativos aos parâmetros definidos, sendo este sistema supervisionado por operadores no local durante 24 horas, todos os dias do ano;
- Optimização da logística relativa ao encaminhamento dos rejeitados e refugos do processo por forma a minimizar os tempos de residência dos mesmos;
- Assegura-se que o transporte dos resíduos é efectuado em camiões fechados;
- Encaminhamento, por um sistema de ventilação, do ar captado nas várias etapas do processo para o sistema de tratamento de ar;
- Acções de sensibilização, a todos os colaboradores, sobre a importância e responsabilidade ambiental/social da empresa e de todos os que nela operam na gestão e controlo de emissões, em especial de odores.

ETAL

A diminuição da ocorrência de odores associados às actividades desenvolvidas na ETAL foi alcançada por intermédio da do encaminhamento, por um sistema de ventilação, do ar captado nas várias etapas do processo para o sistema de tratamento de ar.

ATERRO

Para a minimização da ocorrência de odores associados às actividades desenvolvidas no aterro adoptaram-se as seguintes medidas:

- Adopção de boas práticas operacionais na frente de trabalho como seja a cobertura da massa de resíduos depositados em conformidade com o previsto no ponto 33 da DIA;
- Recurso a um agente fumigante que tem por objectivo reduzir a formação de compostos odoríferos.

- **Medidas de tratamento**

CDA

O tratamento dos odores gerados na CDA é assegurado através do confinamento e recolha das emissões por intermédio de um sistema de tratamento do ar que é dotado de um conjunto de ventiladores repartidos por duas redes de ar, uma destinada à captação sobre os equipamentos e outra destinada à aspiração, em permanência, do ar dos edifícios técnicos da CDA mantendo-os em depressão, permitindo assegurar a regulação da taxa de renovação.

O referido sistema de ventilação permite canalizar parte do ar extraído dos diversos edifícios para os túneis, seguindo este ar para uma etapa adicional de tratamento químico que consiste em submetê-lo a um processo prévio de depuração em meio ácido (torre de lavagem ácida), enquanto que o ar remanescente, captado nas etapas do pré-tratamento, afinação e maturação, é encaminhado para um processo de depuração por via húmida (humidificadores) seguido de uma etapa de biofiltração.

A biofiltração, é um tipo de tratamento que permite, normalmente, a redução de compostos odoríferos e compostos orgânicos voláteis. Na CDA esta etapa ocorre em dois biofiltros abertos, que ocupam uma área total de cerca de 1 000 m² e que recebem um total de 197 000 m³/h de ar, sendo o ar admitido ventilado através do meio filtrante, constituído por estilha de pinho, nos quais os microorganismos vão absorver/adsorver os compostos odoríferos e retê-los para que sejam oxidados biologicamente.

ETAL

O tratamento dos odores gerados na ETAL, é assegurado através do confinamento, recolha do ar proveniente das áreas críticas do processo, em termos de odores, por aspiração e posterior encaminhamento para tratamento nos sistemas de redução.

Em 2016 foi implementada uma melhoria no sistema de desodorização da ETAL (concluído em Março de 2017) que consistiu na instalação de um processo de dupla lavagem por via química, ácida e básica, para as correntes geradas na obra de entrada, reatores anóxicos e bacias de equalização A e B/C, complementar ao sistema inicial de biotrickling na torre de carvão activado, que se destina a efectuar a adsorção em carbono activo, e que passou a estar destinado às correntes da sala de desidratação de lamas e estação elevatória de lamas.

ATERRO

O tratamento dos odores gerados no aterro, é assegurado através do encaminhamento do biogás gerado no aterro para o queimador do aterro uma vez que o processo de combustão permite, através da oxidação térmica, eliminar significativamente os odores que geralmente se fazem sentir ao fim de um ano de exploração (gerados fundamentalmente pelos com ponentes vestigiais - compostos orgânicos voláteis).

- **Medidas de controlo**

CDA

Para controlar a efectividade das medidas implementadas para a minimização de odores na CDA é assegurada a monitorização de odores através do controlo, no ponto ED1, dos compostos odoríferos, COV e NH₃, em conformidade com o descrito no anexo AN16.

Não obstante, a monitorização de odores tem vindo a ser efectuada desde a fase de concepção da CDA, tendo como objectivo a caracterização de potenciais ocorrências odoríficas, com vista à avaliação da fonte emissora e definição de eventuais medidas de redução.

Com o intuito de antecipar eventuais problemas decorrentes de odores desenvolveu-se, a título preditivo, um estudo de estimativa de impacte de odores gerados “Estudo de estimativa de impacte dos odores gerados na futura central de valorização orgânica da Abrunheira, Mafra, Portugal”, **anexo**, que concluiu pela premissa que não seria expectável, com base nos planos de operação da central, que os odores gerados causassem impactes nas populações mais próximas.

ETAL

Para controlar a efectividade das medidas implementadas para a minimização de odores na ETAL é assegurada a monitorização de odores através do controlo, nas fontes pontuais associadas à desodorização (FF10 e FF12), dos mercaptanos (tiois) e sulfureto de hidrogénio (H₂S), em conformidade com o descrito no anexo AN15.

Não obstante, o surgimento de reclamações relativas a odores a partir de Maio de 2014, que coincidiu com o início de funcionamento da ETAL da Abrunheira, fez com que fosse possível assumir que os mesmos pudessem estar associados a esta nova unidade (que efectua o tratamento das águas residuais industriais (fase líquida) e dos efluentes gasosos produzidos no decorrer do seu tratamento (fase gasosa)), tendo-se de imediato iniciado o acompanhamento e resolução desta situação.

Com o referido objectivo iniciou-se, desde Julho de 2014, uma rotina para aferição das zonas de detecção/intensidade de odor nas zonas limítrofes do Ecoparque que permitiu retirar algumas relações, nomeadamente, que a detecção dos odores está fortemente relacionada com as condições meteorológicas registadas:

- Em dias de humidade elevada e registo de pluviosidade, os odores são sentidos com maior intensidade na zona de acesso e dentro do Ecoparque da Abrunheira;
- Em dias secos, regista-se uma predominância dos ventos de Norte, pelo que os odores são sentidos com maior intensidade na zona da A21.

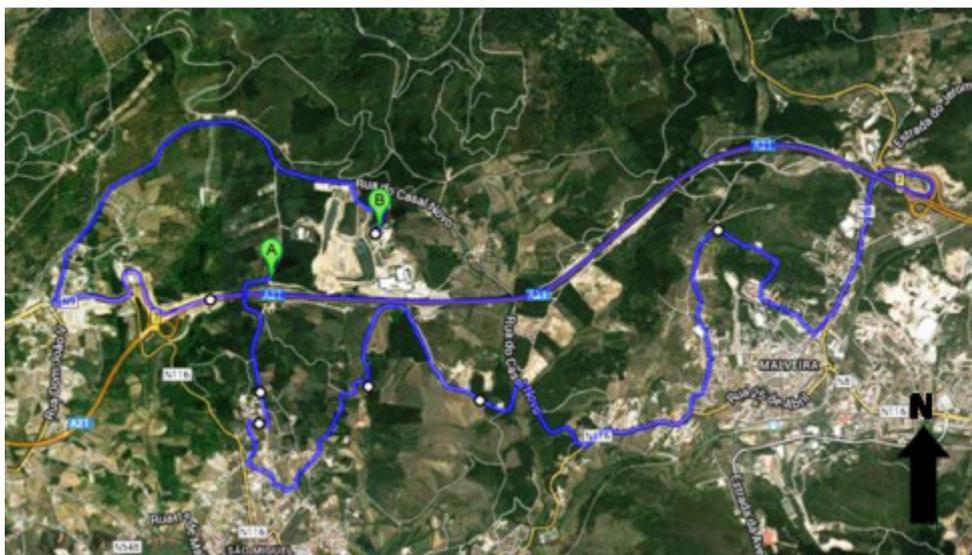


Figura 1 – Percurso da rotina diária de controlo de odores

A referida rotina foi complementada, em Dezembro desse mesmo ano, com a realização de um estudo de monitorização e de dispersão de odores “Estudo completo de odores – Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)” remetido em **anexo**, realizado com o objectivo de permitir maximizar a eficácia das medidas adoptadas/a adoptar.

ATERRO

Atendendo a que o aterro foi a última unidade operacional a arrancar, a aferição de eventuais contribuições para a emissão de odores foi assegurada no âmbito do acompanhamento promovido pelo programa de monitorização de odores do ecoparque.

- **Estabelecimento de um plano de gestão de odores:**

A entrada em funcionamento sequencial das diversas unidades operacionais permitiu identificar as origens de odores, caracterizar os seus contributos e actuar na fonte garantindo a efectividade das medidas adoptadas, assegurando o acompanhamento da evolução face à situação de referência.

Em 2016 foi desenvolvida a 1.^a fase de um programa de monitorização de odores no ecoparque (concluído em Junho de 2017 e que se **anexa**), que apontou a ETAL como fonte emissora dentro do Ecoparque, o que permitiu apoiar a decisão de implementar as melhorias no sistema de desodorização da ETAL.

Em meados de 2017, após o arranque do aterro, efectuou-se um acompanhamento de curta duração do programa precedente de monitorização de odores (concluído em Novembro de 2017 e que se **anexa**), que apontou para uma diminuição significativa comparativamente à campanha anterior indiciando a efectividade das melhorias

implementadas no sistema de desodorização da ETAL por intermédio da introdução do sistema de lavagem química.

Em 2019 iniciou-se a 2.ª fase do "Programa de Monitorização de Odores no Ecoparque da Abrunheira" com o objectivo de assegurar a continuidade da monitorização de odores e comparação com a situação de referência e de avaliar a necessidade de se avançar ou não para o estabelecimento de um protocolo de medidas de prevenção e/ou redução e respectivos prazos, no âmbito de um plano de gestão de odores. A entrega do relatório intermédio, **anexo**, ocorreu em Novembro de 2020 apontando para uma diminuição das emissões na maioria dos pontos de amostragem.

No âmbito do "Programa de Monitorização de Odores no Ecoparque da Abrunheira" são utilizadas técnicas de avaliação e controlo da exposição das populações, que incluem a amostragem passiva de Sulfureto de Hidrogénio e o recurso medições sensoriais com recurso a um painel de observadores, tendo na 4.ª campanha sido introduzido, um novo método de avaliação, designado, olfatométrica de campo o que permitiu validar a informação recolhida pelo painel de observadores mas que não corresponde ao método de referência identificado para a monitorização de odores na Decisão de Execução (EU) 2018/1147, de 10 de Agosto.

De acordo com as medições efectuadas com o equipamento utilizado para a olfatométrica de campo, a distribuição estatística dos tipos de odor em presença é a seguinte:

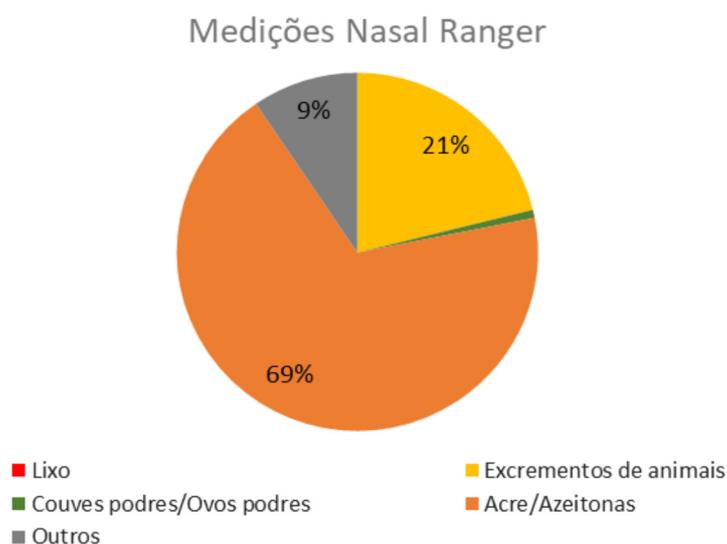


Figura 2 - Distribuição das avaliações positivas de todos os tipos de odor

O odor "Acre/Azeitonas" encontra-se associado às operações técnicas da CDA e o odor "Couves Podres/Ovos Podres" às operações técnicas da ETAL, contudo, a maioria das medições ocorreram na ausência de qualquer tipo de odor, tendo a maioria das percepções positivas do tipo de odor a "Acre/Azeitonas" sido medidas com intensidade ligeira (2 diluições por limiar). De acordo com o referido estudo pode existir incomodidade de odores quando o mesmo é detectável em ar ambiente a partir de 7 diluições (≥ 7 D/T) junto a áreas residenciais, comerciais e recreativas sendo considerados odores excessivos quando detectáveis em ar ambiente a partir de 15

diluições (≥ 15 D/T) junto a operadores industriais, situação que ocorreu em 2 situações (nos pontos mais próximos da fonte emissora: traseiras do Ecoparque da Abrunheira (ponto 2) e a A-21 (ponto 17)), conforme apresentado abaixo:

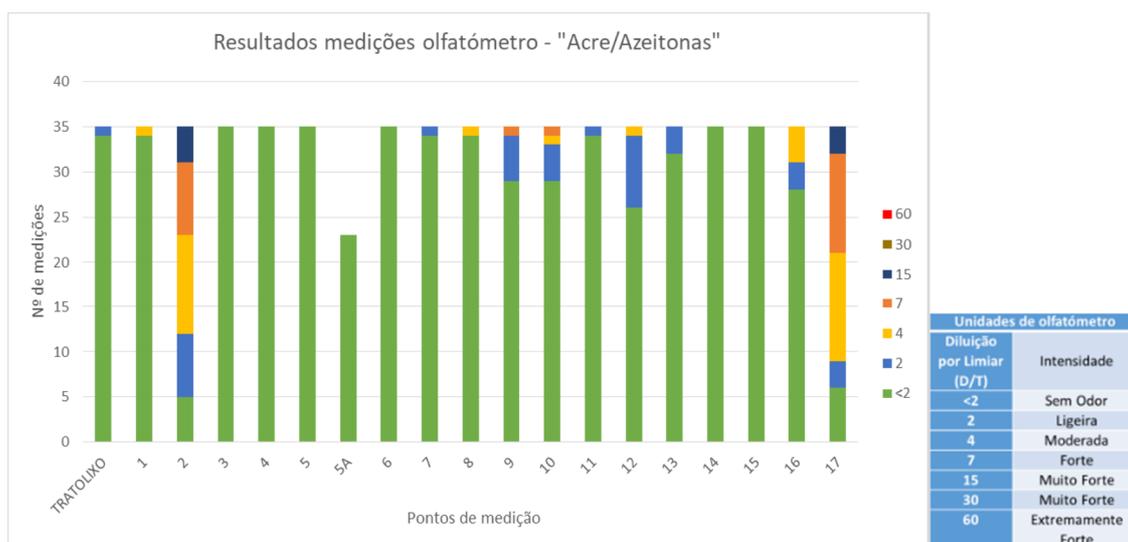
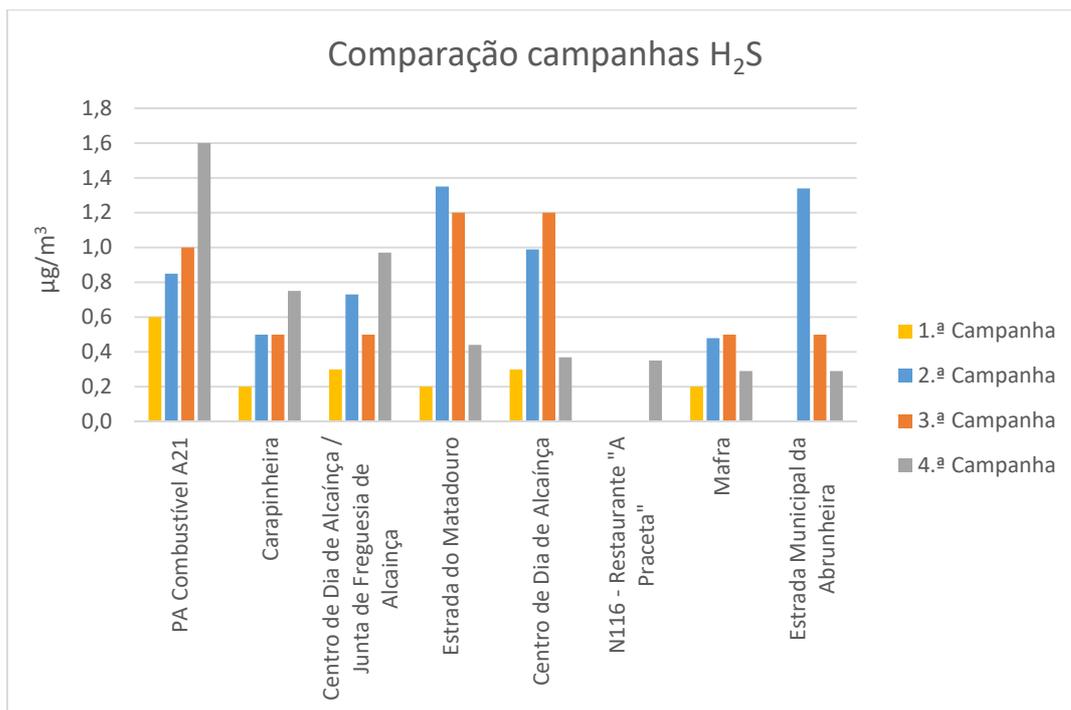


Figura 3 - Resultados da monitorização de olfatometria de campo (Dezembro de 2019 a Outubro de 2020)

As campanhas de amostragem passiva de Sulfureto de Hidrogénio efectuadas têm, de igual modo, o objectivo de validar a informação recolhida pelo painel de observadores, apresentando-se na tabela abaixo os resultados obtidos, para os pontos situados fora do ecoparque:

Tabela 1 - Resultados dos amostradores passivos de H₂S

Ponto de amostragem	Sulfureto de Hidrogénio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				Tendência
	1.ª Campanha (06-06-2016 a 23-06-2016)	2.ª Campanha (24-10-2016 a 08-11-2016)	3.ª Campanha (14-08-2017 a 28-08-2017)	4.ª Campanha (24-07-2020 a 07-08-2020)	
PA Combustível A21	0,6	0,85	1,00	1,60	↑
Carapinheira	0,2	0,50	0,50	0,75	↑
Igreja de Alcaíça / Junta de Freguesia de Alcaíça	0,3	0,73	0,50	0,97	↑
Estrada do Matadouro	0,2	1,35	1,20	0,44	↓
Centro de Dia de Alcaíça	0,3	0,99	1,20	0,37	↓
N116 - Restaurante "A Praceta"	-	-	-	0,35	NOVO
Mafra	0,2	0,48	0,50	0,29	↓
Estrada Municipal da Abrunheira	-	1,34	0,50	0,29	↓
N.º de pontos acima do limite de detecção (0,76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	4	3	2	



Os resultados apresentados evidenciam a efectividade das acções adoptadas com vista à minimização de odores, uma vez que demonstram uma redução do n.º de pontos localizados fora do ecoparque que se encontram acima limite de detecção (“*Odor Threshold*” - 0,76 µg/m³), no entanto, as concentrações obtidas não constituíram qualquer perigo de exposição para a saúde pública.

Adicionalmente às medidas de controlo e acompanhamento referidas, o SIG da TRATOLIXO contempla ainda procedimentos de recepção, análise, resposta e acompanhamento reclamações. Acresce que as queixas de natureza ambiental, que se relacionem com a exploração da actividade, são comunicadas à APA no mês seguinte à existência da queixa em conformidade com o previsto na Licença Ambiental n.º 387/2010, sendo que o histórico de reclamações registado relativo à temática dos odores, evidencia uma média de 3 reclamações/ano o que, atendendo à natureza da actividade, evidencia o retorno associado ao esforço impresso na minimização dos odores gerados.

Em função do exposto, será em função da análise que resultar da avaliação dos resultados obtidos no âmbito do programa de monitorização de odores, que será avaliada a necessidade de se avançar ou não para o estabelecimento de um protocolo de medidas de prevenção e/ou redução e respectivos prazos, no âmbito de um plano de gestão de odores.

**Estudo de estimativa de impacto dos
odores gerados na futura Central de
Valorização Orgânica da Abrunheira,
Mafra, Portugal**

SISA09A05_informe
Odournet sl, Dezembro 2009

título: **Estudo de estimativa de impacto dos odores gerados na futura Central de Valorização Orgânica da Abrunheira, Mafra, Portugal**

código do relatório: **SISA09A05_informe**

código do projecto: **SISA09A**

Palavras-chave: **resíduos sólidos, odores, modelo de dispersão**

Preparado a pedido de: **SISAQUA - Sistemas de Saneamento Básico, Lda**
Rua da Quinta Grande 15
2780 - 156 Oeiras
Portugal
Tel.: +351 21 446 51 00
Fax: +351 21 441 37 32

contacto: **Eng. Carlos Raposo e Enga. Marta Dias**

preparado por: **Odournet sl**
Ctra. de l'Esglèsia 60 bis
Barcelona 08017
Espanha
+34 93 4069061 telefone
+34 93 4069286 fax
es@odournet.com

autores: **Rita Domingues, Estel-la Pagans, Walter Murgía, Antón van Harreveld**

assinado: **por Odournet sl**

ENTIDAD Digitally signed by ENTIDAD
ODOURNET . SL ODOURNET . SL - CIF
- CIF B62461157 B62461157 - NOMBRE VAN
- NOMBRE VAN HARREVELD ANTON PHILIP -
HARREVELD NIF X37768455
ANTON PHILIP - DN: c=ES, o=FNMT, ou=FNMT
NIF X37768455 Clase 2 CA, ou=500050485,
cn=ENTIDAD ODOURNET . SL -
Date: 2010.04.08 16:33:27
+02'00'

Antón van Harreveld, director

data: **29 de Dezembro de 2009**

copyright: **© 2009, Odournet sl**

Índice

1	Âmbito do estudo	4
1.1	Antecedentes	4
1.2	Localização e descrição da CVO da Abrunheira	4
1.3	Objectivos	7
2	Metodologia	8
2.1	Inventário de focos	8
2.2	Estimativa das emissões	8
2.3	Modelação e avaliação dos resultados	9
2.3.1	Modelo de dispersão atmosférica	9
2.3.2	Modelo meteorológico	10
2.3.3	Cenários modelados	11
2.3.4	Interpretação dos resultados do modelo de dispersão	11
2.3.5	Critérios de impacto	12
3	Resultados: Avaliação do Impacto	13
3.1	Factores que influenciam o impacto de odores	13
3.2	Inventário de focos	13
3.3	Estimativa das emissões	13
3.3.1	Emissões associadas à saída dos gases dos biofiltros	13
3.3.2	Emissões fugitivas das fossa de descarga de resíduos	14
3.3.3	Emissões fugitivas das naves do processo	15
3.3.4	Emissões provenientes da CVO após a implementação de medidas mitigadoras	16
3.4	Sumário das emissões	18
3.5	Resultados da modelação	19
4	Discussão dos resultados	22
4.1	Discussão do mapa de odores	22
5	Conclusões	25

1 Âmbito do estudo

1.1 Antecedentes

A empresa SISAQUA Lda. adjudicou à Odournet, S.L. a realização de um estudo de predição do impacto das emissões odoríferas da futura central de valorização orgânica (CVO) de resíduos sólidos urbanos da Abrunheira, em Portugal.

A entrada em funcionamento da nova CVO está prevista para o ano 2010 e será gerida pela empresa TratoLixo S.A. A central tratará os resíduos sólidos urbanos provenientes dos quatro concelhos que compõem a área de intervenção da referida empresa: Cascais, Mafra, Oeiras e Sintra, servindo a aproximadamente 700.000 pessoas. A capacidade de processamento prevista é de aproximadamente 160.000 ton·ano⁻¹ de resíduos sólidos urbanos (RSU) de recolha indiferenciada e 40.000 ton·ano⁻¹ de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) provenientes da recolha selectiva. A instalação funcionará durante todo o ano, num total de 302 dias por ano e 14 horas por dia. A CVO vai produzir anualmente cerca de 20.000 toneladas de composto e 19,3 GWh de energia eléctrica a partir do biogás produzido na metanização da matéria orgânica, o suficiente para abastecer cerca de 2.600 famílias.

Durante o armazenamento, manipulação e processamento da matéria orgânica, libertam-se importantes quantidades de compostos voláteis cujos odores podem gerar incómodo na zona envolvente da CVO. O projecto da central incorpora sistemas de controlo e tratamento das emissões gasosas.

Neste estudo pretende-se determinar a afectação em termos de imissão de odores a que estará exposta a população na envolvente da futura central quando esta estiver em exploração, assim como para os utentes da auto-estrada e das estações de serviço que se encontram nas imediações da CVO. Do mesmo modo e com base nos resultados obtidos, inclui-se uma série de recomendações de melhorias do plano de construção e de projecto da instalação para mitigar o impacto dos odores. Por último, realiza-se uma análise comparativa dos resultados de modelação da dispersão dos odores obtidos no presente estudo com os resultados de um estudo semelhante realizado anteriormente por outra empresa de consultoria.

1.2 Localização e descrição da CVO da Abrunheira

A CVO situar-se-á a aproximadamente a 3,5 km da cidade de Mafra, a norte da auto-estrada A21 da Malveira-Ericeira (ver

Figura 1). As povoações mais próximas da instalação serão as da Carapinheira (2,0 km a oeste), São Miguel de Alcainça (1,4 km a sul) e a Malveira (2,1 km a este). A cerca de 0,5 km a nordeste da central encontram-se algumas residências dispersas.

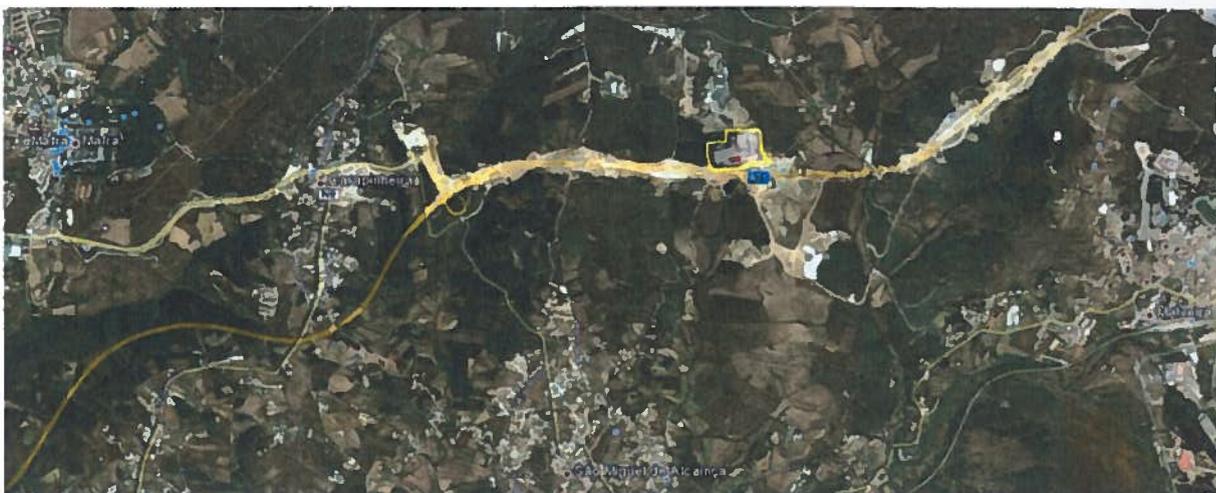


Figura 1: Localização e delimitação do perímetro da Central de Valorização Orgânica da Abrunheira (marcado a amarelo).

As instalações da CVO constarão de edifícios de recepção, pré-tratamento, triagem de material reciclável, mistura, maturação, afinação, 10 túneis de compostagem, 3 digestores anaeróbios, uma unidade de tratamento de odores (um lavador ácido e dois biofiltros), um gasómetro, uma unidade de valorização do biogás, uma central de cogeração de energia e uma estação de tratamento de águas residuais (ETAR) independente da instalação (ver Figura 2).

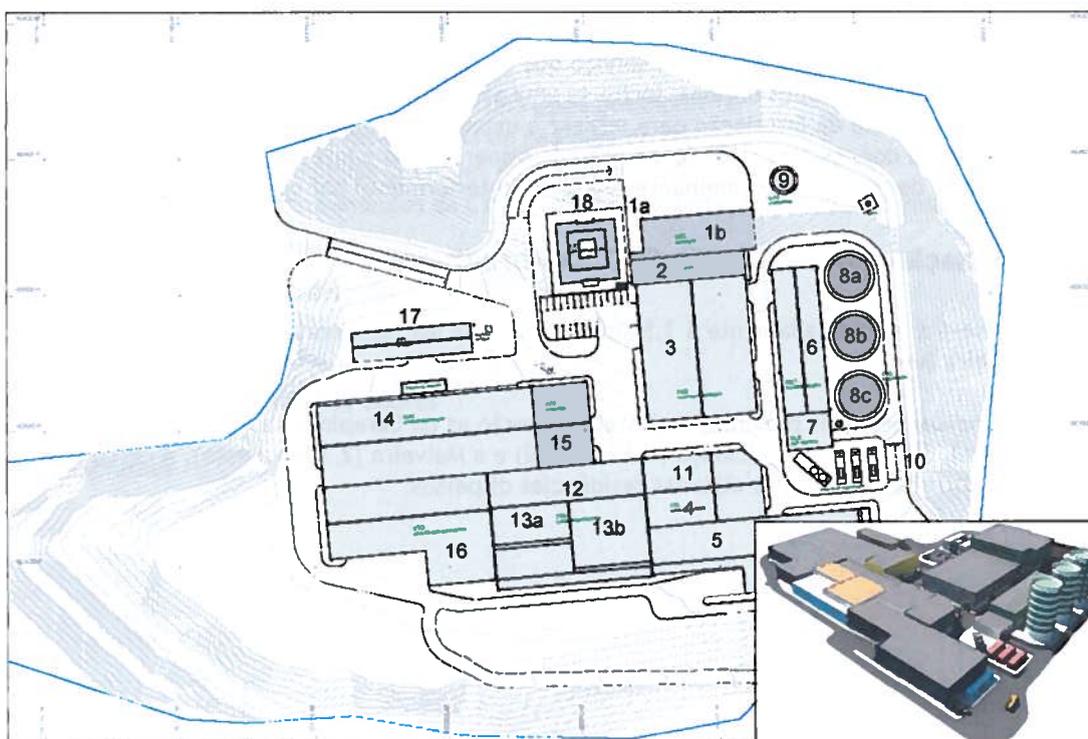


Figura 2: Estrutura tridimensional e planta da CVO da Abrunheira, indicando o ponto de recepção para camiões de 90 m³ (1a), a nave de recepção de camiões de 20 m³ (1b), o poço de descarga de resíduos (2), as naves de pré-tratamento (3), triagem parte 1 (4) e triagem parte 2 (5), a nave de metanização (6), o edifício técnico de produção electricidade (7), os digestores anaeróbios (8^a, 8b, 8c), o gasómetro (9), os motores de cogeração (10), a nave de mistura do material digerido com estruturante (11), os túneis de compostagem (12), os biofiltros de gases (13a e 13b), as naves de maturação (14), afinação (15) e armazenamento (16) do composto, o edifício das oficinas (17) e o edifício de exploração (18). Fontes: Tratolixo S.A./Sisaqua Lda. e http://www.cm-mafra.pt/boletim/2005_2009.pdf

nos dois biofiltros existentes. O primeiro biofiltro (BF01) terá uma capacidade de tratamento de $77.736 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e o segundo biofiltro (BF02) de $116.603 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

1.3 Objectivos

O objectivo do presente estudo é o de estimar as emissões de odor do processo de tratamento da futura CVO considerando as suas fontes de odor mais relevantes e avaliar o impacto de odores em condições habituais de operação.

As fases que se seguiram para atingir o objectivo proposto foram:

- Identificação das principais fontes geradoras de odor da futura CVO a partir de informação facilitada pela empresa SISAQUA, Lda.
- Calcular o caudal de emissões de odor das diferentes etapas do processo consideradas como críticas.
- Avaliar a área de impacto de odores esperada da futura CVO em condições de operação, através do exercício de modelação atmosférica (cenário 1).
- Propor uma série de medidas para reduzir o impacto de odores da CVO e, se estas se levam a termo, avaliar o incómodo na população com base no modelo de dispersão atmosférica utilizado (cenário 2).

O cumprimento destes objectivos permitiu estabelecer as concentrações médias horárias ao longo de um ano para o percentil 98%, expressas em unidades de odor por metro cúbico ($\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$) e o mapa de contornos de imissão de odores na envolvente da instalação. O critério de avaliação de impacto aplicado neste estudo, $C_{98, 1h} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, é proposto pela Direcção Geral de Qualidade Ambiental do Departamento de Meio Ambiente e Habitação do Governo Autônomo da Catalunha, Espanha¹.

¹ Gencat (2005) Esborrany d'Avantprojecte de Llei contra la Contaminació Odorífera (2005). Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Direcció General de Qualitat Ambiental, Barcelona, Catalunya. http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/atmosfera/contaminacio_odorifera/

2 Metodologia

2.1 Inventário de focos

Os focos potenciais e mais relevantes em termos de impacto de odores foram identificados e analisados por consultores da Odournet, a partir das especificações técnicas detalhadas facultadas por SISAQUA, Lda. sobre as unidades de processo da CVO e os caudais volumétricos de ar utilizados em cada unidade. A seguinte documentação foi fornecida pelo cliente:

- Memória técnica sobre os tipos de tratamento de resíduos da central da TratoLixo
- Desenhos Autocad com a configuração dos vários edifícios e processos da central.
- Diagrama dos fluxos de circuito de ar desviados para o sistema de tratamento
- Nota de cálculo geral dos gases a enviar a tratamento no (caudais, número de renovações de ar, etc.)
- Nota de cálculo sobre as dimensões dos edifícios da instalação
- Relatório de um estudo de avaliação de impacto dos odores da central

2.2 Estimativa das emissões

Os caudais de emissão das fontes de odor identificadas, expressos em $ou_E \cdot s^{-1}$, foram estimados a partir duma revisão exaustiva da informação da base de dados que o grupo Odournet dispõe relativamente a Centrais de Valorização Orgânica de configuração e carga semelhante. A referida base de dados contém factores de emissão e concentrações de odor para este tipo de centrais e eficiências tratamento de sistemas de controlo de odores, que Odournet foi obtendo durante os últimos 26 anos através da realização de mais de 600 estudos de medição de odores em países como Inglaterra, Holanda, Bélgica, Irlanda, Espanha e Portugal. No Anexo C apresenta-se uma breve descrição sobre os princípios de medição de odores meio ambientais.

Adicionalmente à informação utilizada a partir de estudos realizados anteriormente por Odournet, também se utilizou bibliografia específica, com as seguintes referências:

- NeR (2000), Netherlands Emission Guidelines, Infomil, La Haya, Netherlands, capítulo 3.3 secção G1, G2, G3 e G4.
- European Commission (2003), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on the General Principles of Monitoring, EIPPC, Sevilha, Espanha.
- European Commission (2005), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries, EIPPC, Sevilha, Espanha.
- van Harreveld, Aph, & Jones, N. (2002), Review of Odour Control Technologies in Mushroom Compost Production, OdourNet UK Ltd., Bradford on Avon.

- anon., VDI3475 Part 1 (2003) Emission control - Biological waste treatment facilities - Composting and anaerobic digestion; Plant capacities more than approx. 6000 Mg/a, VDI, Germany.
- anon., VDI3475 Part 2 (2005) Emission control - Facilities for biological waste - Composting and anaerobic (co-)digestion - Plant capacities up to approx. 6000 Mg/a, VDI, Germany.
- ENVIRONMENT AGENCY (2002) Odour Guidance - Internal Guidance for the Regulation of Odour at Waste Management Facilities VERSION 3.0.

Para mais informação sobre as considerações adoptadas em cada foco de odor considerado, consulte a secção 3.2.

2.3 Modelação e avaliação dos resultados

2.3.1 Modelo de dispersão atmosférica

Para avaliar a extensão do impacto dos odores derivados da central de valorização orgânica (CVO) utilizou-se um modelo de predição da dispersão atmosférica das emissões.

As concentrações de imissão foram simuladas pelo modelo avançado CALPUFF (EUA-EPA), conjuntamente com informação topográfica e de usos de solo da zona e dos dados meteorológicos do modelo de predição em três dimensões (3D) de *Air Pollution Model* (TAPM).

A modelação com CALPUFF necessita um tratamento de dados meteorológicos mais amplo que os modelos gaussianos (tipo ISCST). Consequentemente, CALPUFF é um modelo mais adequado para modelar situações de calma e de velocidade de vento limitada, que são muito frequentes em países do sul de Europa, já que incorpora um modelo de meteorológico mais avançado que os modelos ISCST. Igualmente, o modelo CALPUFF inclui algoritmos que permitem contemplar os efeitos de *downwash* da dispersão das plumas provocados por edifícios/obstáculos que se encontrem nas proximidades da instalação.

Os componentes principais deste sistema de modelação são o CALMET (modelo meteorológico tridimensional), o CALPUFF (modelo de dispersão de qualidade de ar) e o CALPOST (um pacote pós-processamento).

Para poder aplicar o modelo CALPUFF na sua modalidade de três dimensões (3D), é necessário definir um modelo de vento também em três dimensões. Neste caso, estabeleceu-se um modelo meteorológico para a zona de estudo entre o período de 1 de janeiro a 31 de dezembro de 2008, ambos incluídos. Este modelo meteorológico foi aplicado com dados meteorológicos horários de toda a Europa, incluindo radiosondagens, obtidos através do modelo de predição em 3D de TAPM.

Para a modelação em 3D, utilizaram-se também dados de elevação do terreno da Missão Topográfica de Radar voada no Vaivém Espacial, denominada em inglês pelas siglas SRTM, *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM3.

O SRTM adquiriu a mais completa e quase mundial base de dados de alta resolução da topografia da Terra no 2000, através do lançamento do *Space Shuttle Endeavour*. O SRTM, da *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA) e da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), recolheu, mediante tecnologia avançada de radar, dados topográficos entre os 60° de latitude norte e os 56° de latitude sul cobrindo aproximadamente um 80% da massa total da Terra.

No modelo introduziu-se também informação sobre os usos do solo para a zona de estudo, com base em dados de *CORINE Land Cover* para o ano 2000 da Agência Ambiental Europeia (com sigla EEA em inglês).

O exercício de modelação permitiu obter um mapa de contornos de emissão de odores na envolvente das instalações em estudo, indicando a extensão do impacto gerado.

2.3.2 Modelo meteorológico

O CALMET é um pré-processador meteorológico que produz campos de componentes vento, permitindo uma análise objectiva e um tratamento parametrizado dos fluxos de pendente, efeitos do terreno e de obstáculos no terreno. Os dados meteorológicos de entrada necessários para produzir estes campos meteorológicos tridimensionais que se utilizam em CALPUFF para simular a dispersão atmosférica são: temperatura do ar, humidade relativa, velocidade e direcção do vento, altura da camada de mistura, cobertura de nuvens e outras variáveis micrometeorológicas.

Para este estudo, utilizaram-se dados meteorológicos da estação virtual de superfície e de radiosondagens situada nas coordenadas (475.232 m E, 4.309.756, m N) do modelo meteorológico de predição TAPM, para o período de 1 de janeiro a 31 de dezembro de 2008, ambos incluídos.

A meteorologia da zona mostra uma frequência reduzida de situações de calma e de ventos débeis. As situações de calma, com velocidades de vento $<0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, ocorrem numa média de 0,2% em relação às observações horárias totais. Os ventos predominantes provêm de direcção norte-noroeste a sul-sudeste, com velocidades moderadas entre $3,3 - 8,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (ver rosa de ventos apresentada na Figura 3).

A modelação meteorológica consiste em processar o modelo CALMET num modo de cálculo aninhado, ou seja, criando uma sub-rede de maior precisão (domínio interior) dentro de uma rede mais ampla (domínio exterior), permitindo assim criar um campo meteorológico tridimensional mais detalhado para a zona de estudo. Além da informação meteorológica, o modelo CALMET utiliza também informação de usos do solo e da geofísica do terreno, como dados de entrada para modelar o campo meteorológico da rede que abarca a região do domínio exterior.

Neste caso, o domínio exterior cobre uma área de $100 \text{ km} \times 100 \text{ km}$, com coordenadas de origem (ângulo SO, 437.700 m, 4.224.200 m), da zona WGS84 UTM 29N, resultando numa rede de 100×100 pontos com uma resolução de 1 km ao longo dos dois eixos x-y.

Os dados meteorológicos da rede gerados no domínio exterior utilizaram-se depois para criar dados de resolução mais precisos no domínio interior aninhado, na envolvente da futura Central de Valorização Orgânica (CVO) da Abrunheira. Este domínio interior cobre uma área de $16 \text{ km} \times 16 \text{ km}$, com coordenadas de origem (ângulo SO, 467.231 m, 4.301.753 m), da zona WGS84 UTM 29N, resultando numa rede de 160×160 pontos com uma resolução de 0,1 km ao longo dos dois eixos x-y.

TAPM - Site met data

SURF.DAT: (Station ID = 54321), Height = 10.0 m, [2008 1 1 1 2008 12 31 23]

Annual(J-D): Total Hours = 8783, Valid Hours = 8783 [Valid = 100%], Calm Hours = 18

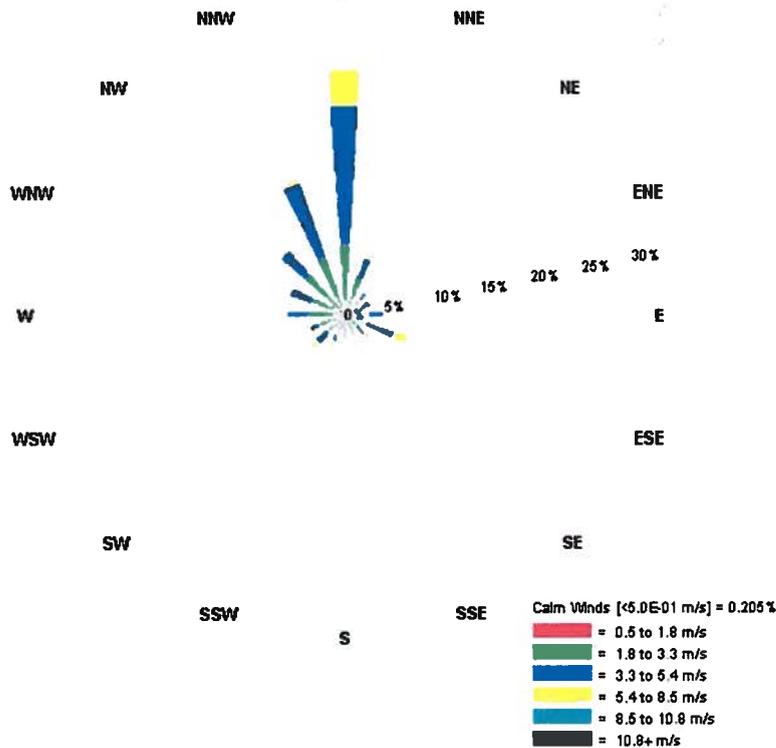


Figura 3 Rosa de ventos elaborada com os dados horários meteorológicos do modelo TAPM, correspondentes ao período entre 1 de janeiro e 31 de dezembro de 2008, ambos incluídos.

2.3.3 Cenários modelados

O modelo foi aplicado de forma a visualizar a extensão do impacto dos odores da futura CVO da Abrunheira na sua configuração segundo as condições de operação previstas (**cenário 1**) e para um cenário mais favorável (**cenário 2**) caso sejam implementadas as medidas de mitigação de odores propostas no presente estudo. Para mais informação consultar a secção 0.

2.3.4 Interpretação dos resultados do modelo de dispersão

Os resultados da modelação apresentam-se em forma de contornos de odor (isolinhas, linhas unindo pontos de igual frequência de ocorrência) para médias de concentração em 1 hora de X ou $\text{E}\cdot\text{m}^{-3}$ no percentil 98. Em anotação curta: $C_{98, 1\text{-hora}} = X$ ou $\text{E}\cdot\text{m}^{-3}$.

Os aspectos chave dos contornos são:

- Os contornos representam a área onde, em 98% das horas totais de um ano, os valores médios por hora da concentração máxima a nível de terreno serão de x ou $\text{E}\cdot\text{m}^{-3}$. Por exemplo, se o modelo prevê que o contorno de 3 ou $\text{E}\cdot\text{m}^{-3}$ alcança uma distância de 100 m desde o limite das

instalações, significa que fora desta área a concentração possa ser superior a $3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ durante um máximo de 175 horas por ano.

- Fora de uma isolinha de $1 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ do percentil 98%, a concentração que representa em teoria o limite de detecção em laboratório, não significa que não possam ocorrer odores perceptíveis. Numa frequência de 2% de horas, 175 horas num ano, apresentar-se-ão concentrações médias horárias mais elevadas. Igualmente, dentro de uma hora com uma concentração média de $1 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, um observador poderá perceber o odor, devido às variações momentâneas da concentração no campo. A relação entre os picos máximos e os valores médios varia entre um factor 5 e 20 e depende das condições meteorológicas e das características de emissão. Um foco pontual com emissões muito concentradas a pouca distância produz mais variação de concentração que um foco fugitivo de grandes dimensões a longa distância.
- O cálculo da concentração a nível do terreno baseia-se num ano de dados meteorológicos. Por este motivo, os contornos de odor não representam a situação presente num ponto específico sobre o tempo, reflectem sim as localizações onde uma certa concentração de odor é excedida com uma certa probabilidade, durante o período de modelação. Considera-se, no entanto, que este período é adequado para representar as condições gerais de uma localidade.
- A forma dos contornos é determinada com base em dados de caudais de emissão, altura e localização dos focos de odor, topografia da zona e as condições meteorológicas predominantes.

2.3.5 Critérios de impacto

O critério de impacto de um odor determina-se a partir relações de dose-efeito, em que a dose corresponde à exposição a um odor e o efeito a probabilidade de este odor provocar incómodo na população em geral.

O presente estudo aplicou critérios de imissão legislado em países europeus e também proposto no documento rascunho do anteprojecto de lei contra a contaminação odorífera do Departamento de Meio Ambiente e Habitação da Catalunha, Espanha² para odores que provêm de actividades de Gestão de Resíduos. O critério indicativo de impacto considerado é o seguinte:

- $C_{98, 1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ critério de imissão. Quando está debaixo deste nível de odor, é pouco provável que se apresente incómodo na população em geral exposta.

Os resultados da modelação também se apresentam para a isolinha de percentil 98% para o nível de imissão de odor de $5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ para comparar com os resultados obtidos num estudo similar realizado anteriormente por outra empresa de consultoria³. Para informação mais detalhada sobre o critério de impacto utilizado consultar o Anexo D.

² Gencat (2005) Esborrany d'Avantprojecte de Llei contra la Contaminació Odorífera (2005). Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Direcció General de Qualitat Ambiental, Barcelona, Catalunya. http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/atmosfera/contaminacio_odorifera/

³ Alpha M.O.S., Urbaser Environnement (2009). *Estudo de dispersão atmosférica dos odores emitidos por uma unidade de tratamento de lixo em Portugal*

3 Resultados: Avaliação do Impacto

3.1 Factores que influenciam o impacto de odores

A extensão do impacto de odores está directamente ligada a dois factores: em primeiro lugar à magnitude das emissões de odor da instalação em causa e, em segundo lugar, à dispersão dos odores desde o ponto de emissão até afectar os receptores sensíveis.

Em termos gerais, a magnitude das emissões depende da concentração de odor e do seu caudal de emissão na atmosfera. Por sua vez, o grau de dispersão depende das condições meteorológicas que prevalecem no momento da emissão dos odores (por exemplo, a velocidade do vento, a turbulência atmosférica, etc.) e da topografia local da zona. Estes factores determinam directamente o grau de diluição de um odor no momento que atinge os receptores e consequentemente no momento em que o odor está suficientemente diluído para não ser detectado.

Tendo em conta estas considerações, o presente estudo está enfocado em quantificar de forma indicativa a magnitude das emissões de odor dos focos que se estima que representem um maior risco de causar um impacto nos residentes da envolvente das instalações.

3.2 Inventário de focos

Com base na informação fornecida pelo cliente das condições previstas de operação da futura CVO, identificaram-se os seguintes focos de odor mais relevantes:

- emissões de superfície das fontes principais: saída dos gases tratados do sistema de desodorização da CVO (dois biofiltros)
- emissões fugitivas de fontes de área durante as aberturas da porta que dá acesso à fossa de descarga dos resíduos provenientes dos camiões de 90 m³.
- emissões fugitivas de fontes de área ou volume: dos edifícios das fases de pré-tratamento, triagem, mistura e maturação.

Nas Tabela 2-5, da secção 3.4 apresenta-se um resumo dos factores de emissão, áreas, concentrações de odor e caudais considerados para estabelecer os dois cenários modelados, correspondentes à situação de operação prevista e à situação melhorada após a implementação de medidas mitigadoras.

Nos capítulos seguintes apresenta-se uma descrição mais detalhada das considerações adoptadas para cada foco de odor identificado.

3.3 Estimativa das emissões

3.3.1 Emissões associadas à saída dos gases dos biofiltros

As emissões provenientes dos biofiltros estimaram-se com base em informação facilitada pelo cliente sobre os caudais e diagrama de fluxos dos gases a serem enviados para o sistema de desodorização, constituído por um lavador ácido e por dois biofiltros (tal como descrito na secção 1.2).

Relativamente à concentração das emissões de odor à saída dos dois biofiltros estimou-se que será da ordem de 2.500 ou_E·m⁻³, sendo esta a concentração máxima tolerada para um funcionamento adequado

de um biofiltro. O caudal de volume de ar de desenho da CVO é de $194.339 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, o que equivale a uma taxa de emissão de odor global dos dois sistemas de $129.746 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$. Mais detalhadamente, o biofiltro 2 (BF02) de maiores dimensões (com uma superfície de 533 m^2) trata um caudal de gases 20% superior ao biofiltro 1 (BF01) de menor superfície (439 m^2), com valores respectivos de $116.603 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e $77.736 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Assumiu-se uma altura de emissão de 10 m desde o nível do solo, tendo em conta que a localização dos biofiltros será em cima do edifício dos túneis de compostagem (altura de 8 m) e a altura média do meio filtrante de 2 m. Considerou-se uma temperatura média de saída dos gases de $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

O valor de concentração de odor considerado à saída dos biofiltros ($2.500 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$) é consequente das taxas de emissão e concentração de odor que se estimaram para cada fase dos processos a serem enviados a tratamento na unidade de desodorização (lavador químico, bateria de dois biofiltros) e com a eficiência de tratamento esperada desta. As eficácias de remoção de odores considerada foi de 75% no caso do lavador com ácido e 95% no caso dos biofiltros. Segundo a experiência de Odournet, estes valores de eficácias são normais para este tipo de sistemas. Nas Tabelas 2-5 apresentam-se os valores das taxas de emissão, concentrações, caudais e eficácias de remoção de odores consideradas em cada fase dos processos a enviar aos sistemas de tratamento de gases.

Está previsto que a CVO funcione durante 302 dia por ano, sem entrada/saída de resíduos aos domingos. O período de funcionamento diário será de 16 horas, das quais durante 14 horas a central estará em funcionamento/operação normal (entrada/saída de camiões) e durante as restantes 2 horas serão para limpeza e manutenção. Espera-se que durante este período diário (16 horas) possam ocorrer as emissões fugitivas da central. Por outra parte, consideraram-se que as emissões dos biofiltros são em contínuo ao longo dos 365 dias do ano, durante 24 horas por dia, por estarem estes vinculados ao processo de compostagem, que deve funcionar de forma contínua.

Tendo em conta as dimensões dos biofiltros é de referir que, segundo os caudais considerados, a carga volumétrica a que estes estarão sujeitos serão superiores aos valores óptimos de $100\text{-}150 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ para um correcto funcionamento dos biofiltros. Mais concretamente, o biofiltro 1 (BF01) terá uma carga associada de $177 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$. Este valor é superior ao intervalo óptimo, mas encontra-se ainda dentro dos valores considerados aceitáveis entre $150\text{-}200 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$. Quanto ao biofiltro 2 (BF02), este estará submetido a uma carga volumétrica excessiva de $219 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$. Seria aconselhável, se possível, aumentar ligeiramente as dimensões dos biofiltros e distribuir o fluxo de gases de forma a que o caudal a tratar no BF02 seja apenas superior ao caudal do BF01 em 10%, em vez de 20% como previsto. A modo de exemplo, caso se aumentassem as áreas específicas dos BF01 e BF02 em aproximadamente 20 m^2 e 30 m^2 , respectivamente e o BF02 tratasse mais 10% do caudal de gases que o BF01 ($Q_{\text{BF01}} = 87.453 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e $Q_{\text{BF02}} = 106.886 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), estes biofiltros passariam a ter uma carga volumétrica associada de $190 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ cada um, valor este aceitável para um funcionamento adequado de um biofiltro.

3.3.2 Emissões fugitivas das fossa de descarga de resíduos

A taxa de emissão de odores da parte da fossa de descarga de resíduos, que se encontra fora do edifício de recepção, foi estimada com base no seguinte pressuposto:

- Considerou-se que durante o momento de abertura da porta que dá acesso à fossa de descarga dos resíduos provenientes dos camiões de 90 m^3 , os odores gerados na parte da fossa onde estes são descarregados que se encontrará fora do edifício de recepção, serão emitidos na sua totalidade na atmosfera. Para esta situação, durante o momento de abertura da porta que separa a fossa do exterior, assumiu-se que todos os odores gerados nesta zona são emitidos na atmosfera com um factor de emissão de odor por unidade de superfície de $50 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, equivalendo uma taxa de emissão de odor de toda a superfície da fossa exposta ao exterior ($56,25 \text{ m}^2$) de $2.813 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$.
- Esta zona de fossa de descarga terá uma extracção localizada com uma taxa de renovação de ar por hora de 3 o que significa que, em função do volume fechado da fossa, o caudal de gases que

será enviado para o sistema de tratamento de gases é de $2.471 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Este caudal e a taxa de emissão de odor estimada na fossa ($2.813 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$) têm uma concentração de odor associada de $4.098 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$.

3.3.3 Emissões fugitivas das naves do processo

As taxas de emissões fugitivas dos diferentes edifícios de processos de tratamento da CVO, calcularam-se tal como se descreve nos sub-capítulos seguintes.

3.3.3.1 Nave de recepção

Considerou-se que a nave de recepção será estanque e sem emissões fugitivas de odor, já que esta nave terá um sistema de abertura rápida de portas que permitem o acesso dos camiões dentro do edifício minimizando as emissões fugitivas. Adicionalmente, considera-se também que a taxa de renovação de ar aplicada no sistema de extracção geral de gases da nave será adequado (3 renovações de ar por hora), permitindo assim que os odores gerados não sejam acumulados em excesso no interior da nave e eventualmente emitidos para a atmosfera por vias fugitivas.

Assumiu-se o valor de taxa de emissão de odor por unidade de superfície desta parte do processo de $70 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, a partir de valores de uma série de estudos realizados anteriormente por Odournet para instalações de configuração semelhante. Para uma superfície de fossas de $243,75 \text{ m}^2$, equivale a uma taxa de emissão de odor de toda a superfície de $17.063 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$. Os odores gerados nesta nave serão enviados para tratamento com uma concentração de odor de $2.183 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ e um caudal de gases de $28.142 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Estes valores são estimados a partir da taxa de emissão de odor total, da taxa de renovação do ar e do volume da nave.

3.3.3.2 Nave de pré-tratamento

Com base em factores de emissão da guia Holandesa NeR estimou-se um caudal de odor gerados dentro da nave de pré-tratamento de $9.513 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$. Por outro lado, está previsto uma taxa de renovação de ar de 1,5 por hora, que corresponde a um caudal de gases de $34.249 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ com uma concentração de $1.000 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$. Nesta fase do processo, considerou-se que a taxa de renovação de 1,5 é insuficiente e que um caudal equivalente a esta taxa ($34.249 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) será também emitido na atmosfera directamente sem tratar, resultando numas emissões por vias fugitivas também de $9.513 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$. A taxa de renovação de ar de 1,5 é adequada para espaços mais pequenos ou para extracções localizadas. Para naves de grandes dimensões, considera-se um valor de 3 renovações de ar por hora um valor mais adequado para permitir uma correcta renovação do ar ambiente da nave sem que hajam emissões fugitivas significativas.

3.3.3.3 Naves de triagem

Nesta fase do processo assumiram-se umas concentrações de odor das naves de triagem de $1.000 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ com base a experiência anterior de Odournet. Tendo em conta que a taxa de renovação de ar inicialmente estabelecida nestes edifícios é de 1,5 renovações por hora, estimaram-se uns caudais de odor a enviar a tratamento nos biofiltros de $6.413 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ e $22.914 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ provenientes respectivamente das partes 1 e 2 das naves de triagem. Relativamente às emissões fugitivas de odor, tal como no apartado anterior, consideraram-se que para uma taxa de renovação de gases de 1,5 vezes por hora através de um sistema de captação forçado de gases prévio ao seu tratamento, resulta numa taxa de emissão fugitiva de odor equivalente às que são captadas pelo sistema forçado de renovação de ar ($1.781 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$ e $6.365 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$).

3.3.3.4 Naves de metanização

Durante os processos a decorrer dentro do edifício de metanização não se consideraram a existência de emissões fugitivas, visto a taxa prevista de renovação de ar por hora de 3 se considerar suficiente para

que os odores gerados não se escapem fora da nave. Nesta fase do processo estimou-se uma taxa de captação de odor de $1.920 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$ ($303 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, para um caudal de gases de $22.847 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) a enviar aos túneis de compostagem para o seu arejamento forçado.

3.3.3.5 Naves de mistura

Na processo de mistura do material digerido com o estruturante, considerou-se que o caudal de odor gerado durante este processo e enviado para os túneis de compostagem é de $7.485 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$, que para um caudal de gases $8.906 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, equivale a uma concentração de odor de $3.026 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$. Visto que a taxa de renovação de ar prevista se considera insuficiente (1,5 renovação ar por hora), tal como já explicado anteriormente, assumiu-se uma taxa de emissão fugitiva de odor idêntica de $7.485 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$.

3.3.3.6 Nave de túneis de compostagem

Durante este processo considerou-se que a nave é estanque não existindo emissões fugitivas. O caudal de odor estimado, a ser enviado ao sistema de tratamento de gases (torre ácida e posteriormente biofiltros), é de $10.199.778 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$. O caudal de gases extraído é de $100.150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, com uma concentração de odor $366.642 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$.

3.3.3.7 Naves de maturação

Neste edifício encontrar-se-ão armazenadas pilhas triangulares de composto, com 3 metros de altura e sujeitas a revolvimento periódico, para permitir a maturação deste. Com base nos factores de emissão de estudos realizados previamente por Odournet para instalações semelhantes, assumiu-se uma taxa de emissão por unidade de superfície de pilha de $10 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. A partir das dimensões do edifício e do espaçamento esperado entre cada pilha, estimou-se uma superfície total das pilhas de compostagem de 2.012 m^2 , o que resulta num caudal de odor da superfície total de $20.125 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$. Este caudal de odor, com uma concentração de odor de $2.525 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ e um caudal de gases de $28.688 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ será enviado para os túneis e posteriormente para tratamento pelo sistema de desodorização.

Visto a taxa de renovação de ar do edifício de 1,5 por hora ser considerada insuficiente, assumiu-se uma taxa de emissões fugitivas de $20.125 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$.

3.3.3.8 Naves de afinação

Durante o processo de afinação assumiu-se um valor de concentração de odor dos gases gerados dentro deste edifício de $1.000 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, o que para um caudal de gases de $14.720 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ resulta num caudal de odor de $4.099 \text{ ou}_E \cdot \text{s}^{-1}$ a ser enviado para os túneis de compostagem.

Visto esta nave vir a ter uma taxa de 2 renovações de ar por hora, considera-se este valor como suficiente para evitar emissões fugitivas do edifício.

3.3.4 Emissões provenientes da CVO após a implementação de medidas mitigadoras

Além das taxas de emissão de odor estimadas para cada fase do processo de tratamento da CVO da Abrunheira, segundo as condições previstas de desenho, consideraram-se uma série de medidas mitigadoras com vista a reduzir as emissões de odor da central na sua envolvente. As medidas consideradas prendem-se essencialmente com o aumento do número de renovações de ar por hora da algumas naves. Desta forma, os gases gerados são extraídos adequadamente e enviados para o sistema de desodorização existente, em vez de se escaparem pelos orifícios dos edifícios e serem directamente emitidos na atmosfera. Na Tabela 1 apresentam-se as renovações de hora consideradas, assim como o caudal de gases para cada nave do processo. O facto de aumentar a renovação de ar dos edifícios, implica que o caudal de ar a ser tratado também aumente. Este incremento levaria a um aumento das dimensões dos biofiltros para que a carga de odor volumétrica associada não seja excessiva. Caso esse

aumento da superfície dos biofiltros não seja viável, propõe-se como alternativa a instalação de um terceiro biofiltro.

Uma outra medida considerada, foi a de desviar os gases gerados nas naves de triagem para serem directamente emitidos na atmosfera através de uma chaminé, situada por exemplo em cima de um dos edifícios de triagem e com uma altura de 30 m desde o nível do solo e uma velocidade de fluxo de 8 m.s^{-1} . No caso que se aplique esta medida, as concentrações de odor no ponto de emissão não deverão ser superiores a $1.000 \text{ ou}_E.\text{m}^{-3}$ e deve-se primeiro medir *in situ* com a instalação em regime de funcionamento normal para comprovar estes valores.

Em resumo, caso as medidas propostas fossem implementadas, os focos de emissão de odor seriam os biofiltros com uma taxa de emissão de $130.300 \text{ ou}_E.\text{s}^{-1}$, para um caudal de $237.679 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ e uma concentração de odor de $2.000 \text{ ou}_E.\text{m}^{-3}$. Um terceiro foco seria o ponto de emissão de gases da chaminé da nave de triagem, com uma taxa de emissão de $16.293 \text{ ou}_E.\text{s}^{-1}$, para um caudal de $58.654 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ e uma concentração de odor de $1.000 \text{ ou}_E.\text{m}^{-3}$.

Tabela 1: Taxas de renovação e caudais dos focos de odor da CVO de Mafra para o cenário 1 e cenário 2.

Etapa do processo	Módulos	Volume	Renovação de ar por hora prevista (cenário 1)	Caudal volumétrico previsto	Renovação de ar por hora proposta (cenário 2)	Caudal volumétrico proposto
		[m ³]		[m ³ /h]		[m ³ /h]
REC20	Nave de recepção (camiões 20 m ³)	9.381	3	28.142	3	28.142
REC90	Fossa de recepção (camiões 90 m ³)	824	3	2.471	4	3.295
PRE	Nave de pré-tratamento	22.833	1,5	34.249	3	68.498
TRI1	Nave de triagem (parte 1)	4.275	1,5	6.413	3	12.826
TRI2	Nave de triagem (parte 2)	15.276	1,5	22.914	3	45.828
MET	Nave de metanização	7.616	3	22.847	3	22.847
MIS	Nave de mistura	5.937	1,5	8.906	3	17.812
TUN	Nave de túneis	6.247	4	(*) 24.989	4	(*) 24.989
MAT	Nave de maturação	19.125	1,5	28.688	3	57.376
AFI	Nave de afinação	7.360	2	14.720	2	14.720
TOTAL				194.339	-	296.333

(*) O caudal de gases dos túneis apresentado inclui apenas o ar ambiente exterior usado para arejar os túneis, excluindo o caudal de gases provenientes das naves de processo de metanização, mistura, maturação e afinação.

3.4 Sumário das emissões

Tabela 2: Coeficientes de emissão e caudais dos focos de odor da CVO de Maфра para o Cenário 1

Etapa do processo	Foco de odor	Concentração de odor	Caudal volumétrico	Emissões de odor	Contribuição sobre o total	Comentários
		[ouE/m³]	[m³/s]	[ouE /s]	[%]	
BF01	Biofiltro 1	2.500	21,59	51.898	29,2%	Emissão do biofiltro aberto, com superfície de 439m², situado a uma altura de 8m desde o nível do solo
BF02	Biofiltro 2	2.500	32,39	77.848	43,8%	Emissão do biofiltro aberto, com superfície de 533m², situado a uma altura de 8m desde o nível do solo
REC90	Fossa de recepção (camiões 90 m³)	4.098	0,69	2.813	1,6%	Emissões fugitivas de uma superfície de 56,25 m², durante a abertura da porta de acesso à fossa de descarga de RSU.
PRE	Nave de pré-tratamento	1.000	9,51	9.513	5,3%	Emissões fugitivas da nave com um volume de 51m C x 41m L x 11m Alt
TRI1	Nave de triagem (parte 1)	1.000	1,78	1.781	1,0%	Emissões fugitivas da nave com um volume de 25m C x 18m L x 9.5m Alt
TRI2	Nave de triagem (parte 2)	1.000	6,37	6.365	3,6%	Emissões fugitivas da nave com um volume de 60m C x 27m L x 9.5m Alt
MIS	Nave de mistura	3.026	2,47	7.485	4,2%	Emissões fugitivas da nave com um volume de 25m C x 25m L x 9.5m Alt
MAT	Nave de maturação	2.525	7,97	20.125	11,3%	Emissões fugitivas da nave com um volume de 75m C x 30m L x 8.5m Alt
TOTAL				177.828	100%	

Tabela 3: Concentrações de odor antes e depois dos sistemas de desodorização e eficácias de tratamento de odores para o Cenário 1

Sistema de controlo de odores	Concentração de odor antes do tratamento	Caudal de emissão	Concentração de odor depois de tratamento	Emissões de odor depois de tratamento	Eficácia de eliminação de odores (%)
	[ouE./m³]	[m³/s]	[ouE./m³]	[ouE / s]	
Torre de lavagem ácida	367.712	27,8	91.928	-	75%
Biofiltro 1 (BF01)	48.069	21,6	2.500	51.898	95%
Biofiltro 2 (BF02)	48.069	32,4	2.500	77.848	95%

Tabela 4: Coeficientes de emissão e caudais dos focos de odor da CVO de Mafra para o Cenário 2

Etapa do processo	Foco de odor	Concentração de odor	Caudal volumétrico	Emissões de odor	Contribuição sobre Total	Comentários
		[ou _E /m ³]	[m ³ /s]	[ou _E /s]	[%]	
BF01	Biofiltro 1	2.000	26,41	52.120	35,6%	Emissão do biofiltro aberto, com superfície de 439m ² , situado a uma altura de 8m desde o nível do solo
BF02	Biofiltro 2	2.000	39,61	78.180	53,3%	Emissão do biofiltro aberto, com superfície de 533m ² , situado a uma altura de 8m desde o nível do solo
TRI1+TRI2	Chaminé situada em cima de naves de triagem	1.000	16,29	16.293	11,1%	Emissões canalizadas a uma altura de 30 m desde o nível do solo, velocidade saída de gases de 8 m/s
TOTAL				146.593	100%	

Tabela 5: Concentrações de odor antes e depois dos sistemas de tratamento para o Cenário 2

Sistema de controlo de odores	Concentração de odor antes do tratamento	Caudal de emissão	Concentração de odor depois de tratamento	Emissões de odor depois de tratamento	Eficácia de eliminação de odores (%)
	[ou _E /m ³]	[m ³ /s]	[ou _E /m ³]	[ou _E /s]	
Torre de lavagem ácida	268.075	38,3	67.019	-	75 %
Biofiltro 1 (BF01)	39.472	26,4	2.000	52.120	95 %
Biofiltro 2 (BF02)	39.472	39,6	2.000	78.180	95 %

3.5 Resultados da modelação

Os resultados da modelação apresentam-se na forma de contornos de odor ou isolinhas. Estas são linhas que unem pontos de igual frequência de ocorrência de uma determinada concentração de odor média horária (medida em ou_E·m⁻³) no percentil 98, que se expressa em $C_{98, 1\text{hora}} = X \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$.

Nas Figuras 4 e 5 apresentam-se os mapas de odor correspondentes aos cenários 1 e 2, respectivamente modelados e avaliados segundo os critérios de impacto de $C_{98, 1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, como o valor de imissão limite estabelecido em países europeus. Nas figuras referidas apresenta-se também o contorno para o nível de imissão de $C_{98, 1\text{hora}} = 5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$.

Para a interpretação dos contornos de odor, previamente referida nas secções 2.3.4 e 2.3.5 do presente relatório, há que ter em conta as seguintes considerações:

- O contorno azul claro corresponde a $3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ e abarca a área onde é mais provável que cause incómodo aos receptores residenciais afectados. O contorno azul escuro corresponde a $5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$.
- Os contornos indicam a extensão estimada dos odores da CVO, com base num período de exposição a longo termo.
- Os odores da futura CVO poderão ser percebidos fora dos contornos de forma ocasional, dependendo das condições atmosféricas predominantes. No entanto, é pouco provável que a duração, frequência e intensidade destas situações sejam de magnitude suficiente para constituir um incómodo justificável à população exposta.

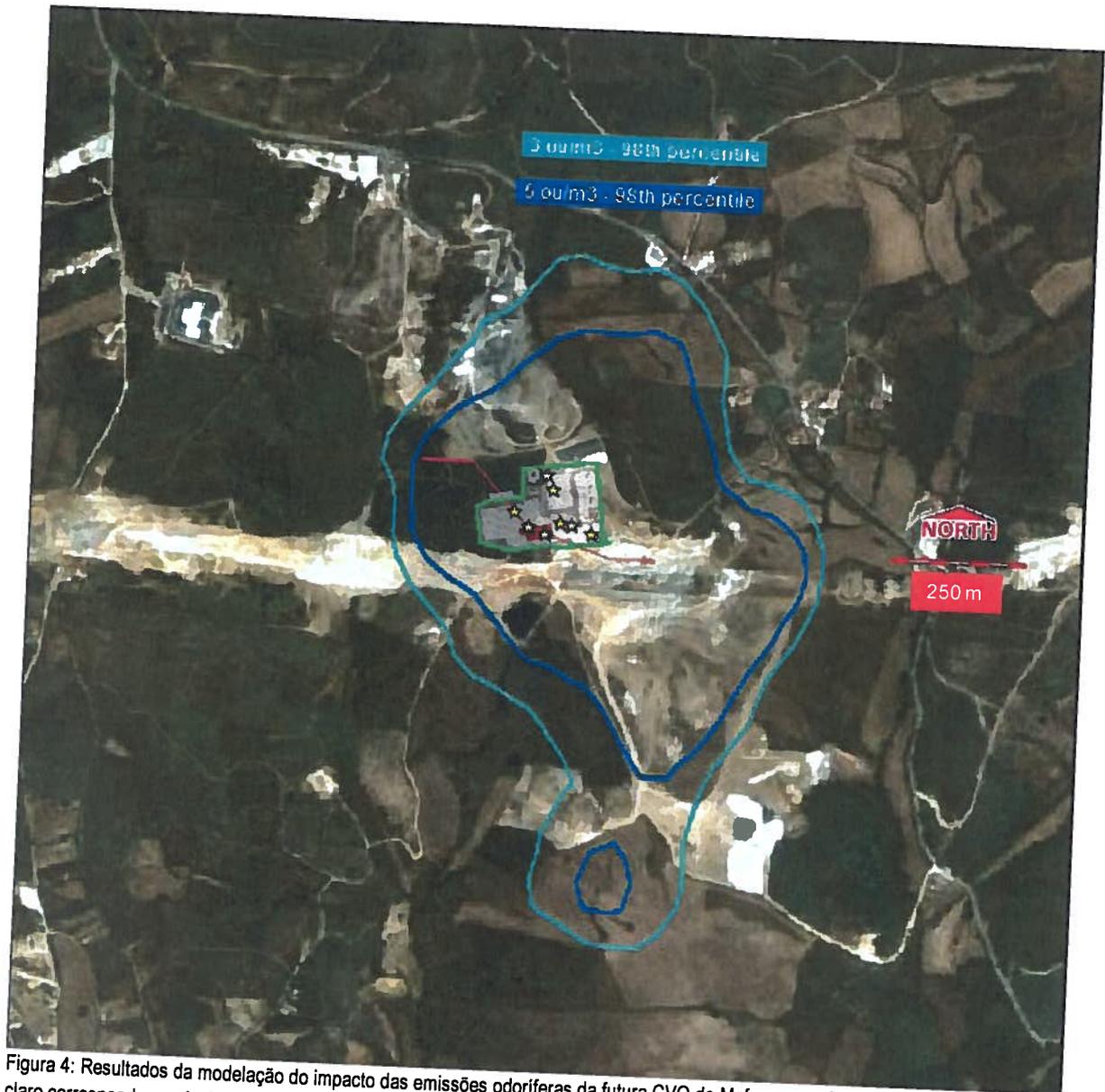


Figura 4: Resultados da modelação do impacto das emissões odoríferas da futura CVO de Mafra para o Cenário 1. O contorno a azul claro corresponde ao nível de emissão de $C_{98,1hora} = 3 \text{ oue/m}^3$ e o contorno azul escuro ao nível de emissão de $C_{98,1hora} = 5 \text{ oue/m}^3$. O perímetro que delimita a localização da futura CVO encontra-se representado a verde.



Figura 5: Resultados da modelação do impacto das emissões odoríferas da futura CVO de Mafra para o Cenário 2. O contorno a azul claro corresponde ao nível de emissão de $C_{08,1hora} = 3 \text{ oue/m}^3$ e o contorno azul escuro ao nível de emissão de $C_{08,1hora} = 5 \text{ oue/m}^3$. O perímetro que delimita a localização da futura CVO encontra-se representado a verde.

É de referir por último que, dentro da área do contorno de $3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, se situam duas estações de serviço da auto-estrada, denominadas de Malveira Esquerda (a este da CVO) e Malveira Direita (a sul da CVO), localizadas na cota 264 metros e com coordenadas UTM 29N da zona WGS84 (475.430 m, 4.309.633 m) e (475.590 m, 4.309.704 m), respectivamente. Neste caso concreto, cujos valores médios anuais de concentração de odor de $5.5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ e $17 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ nas estações a este e a sul da CVO respectivamente (ver Figura 6 do Anexo A), espera-se que possa causar uma certa incômodidade nos seus usuários. Como última consequência, esta situação pode tornar as referidas estações de serviço menos atractivas para os consumidores habituais, podendo resultar numa menor afluência de utentes. Em última instância, poder-se-ia dar a circunstância que os proprietários denunciem os gestores da futura central pelas perdas económicas causadas. Quanto aos trabalhadores das estações de serviço, estes poderão estar expostos aos odores da CVO, mas não se considera que o nível de impacto seja significativo. Como referido anteriormente, o critério de imissão de $3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ aplica-se apenas para zonas residenciais, não existindo uma norma que regule o nível máximo de imissão de odor para zonas industriais/comerciais, com vista a proteger os seus trabalhadores. Apenas na Alemanha se aplica um critério máximo de imissão para estas zonas em termos de frequência de exposição (“% horas de odor”)⁴, que equivalem a valores aproximados de $5-7 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, como valores limite aceitáveis.

Estabelecendo uma comparação entre os resultados obtidos no presente estudo (cenário 1) com os resultados do estudo realizado anteriormente pela empresa Alpha M.O.S. - Urbaser Environnement (ver Figura 6 do Anexo B) verifica-se que os contornos de odor apresentam uma forma relativamente semelhante, estendendo-se ambos em direcção sul desde a CVO de uma maneira mais acentuada. No entanto, verifica-se que no caso do contorno resultante do outro estudo, este estende-se mais na direcção sudoeste que nos resultados do presente estudo. Relativamente às áreas de impacto, os resultados dos dois estudos não coincidem propriamente. Comparando a área do contorno de $C_{98-1\text{hora}} = 5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, critério de impacto considerado no estudo anterior visto ser o limite de imissão estabelecido em França para instalações de tratamento de resíduos, verifica-se que no caso dos resultados de Alpha M.O.S. o impacto esperado da CVO alcança uma distância máxima inferior a 100 m desde o foco de emissão (biofiltros). Em relação aos resultados obtidos neste estudo, o contorno de $5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ abarca uma área maior, estendendo-se até a uma distância máxima aproximada de 700 m em direcção sul desde o perímetro da central.

No que concerne à área de impacto considerada com base no critério de qualidade do ar legislado e/ou adoptado noutros países europeus (Holanda, Governo Autónomo da Catalunha, etc.), $C_{98-1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, verifica-se que no estudo actual esta coincide praticamente com o contorno de $C_{98-1\text{hora}} = 0,5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ do estudo de Alpha M.O.S. Esta diferença nos resultados é devida ao facto de que na estimativa da taxa de emissão global de odor da CVO realizada no estudo anterior apenas se tenha considerado as emissões de gases provenientes dos biofiltros, com uma concentração de odor à saída estimada em $500 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$. Em contrapartida, no presente estudo estimou-se a taxa global de emissão de odor de uma forma mais rigorosa, tendo em conta tanto as emissões de odor dos gases tratados nos biofiltros, com uma concentração de odor de $2.500 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, como as emissões fugitivas no momento de abertura da porta de acesso à fossa de descarga dos resíduos provenientes dos camiões de 90 m^3 e as emissões fugitivas dos edifícios de tratamento de resíduos existentes na instalação.

Segundo a experiência de Odournet, a estimativa das emissões com base nos parâmetros considerados resulta em simulações mais exactas da situação real esperada para instalações de configuração semelhante à da CVO. Por um lado, tendo em conta a informação das renovações de ar dos edifícios, muito dificilmente estes seriam estanques sem qualquer tipo de emissões. Quanto à fossa de descarga de resíduos, no momento em que se abrem as portas, todos os gases acumulados nesta zona são emitidos na atmosfera. Por outro lado, relativamente às concentrações de odor dos gases esperadas à saída dos biofiltros, no estudo actual consideraram-se uns valores mais conservadores, mas bastante ajustados às concentrações esperadas para este tipo de sistemas que operem em condições normais. É de referir que

⁴VDI3940 (2006). Determination of Odorants in Ambient Air by Field Inspections. Beuth Verlag, Berlim, Alemanha

os biofiltros contêm um odor residual inerente da ordem de 1.000 a 1.500 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ e que muito dificilmente se obtêm concentrações dos gases à saída destes sistemas para valores inferiores. Concentrações da ordem de 500 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ podem ocorrer durante os primeiros meses de funcionamento destes sistemas, enquanto apenas ocorrem processos de adsorção através do material de enchimento e os microorganismos ainda não exercem a sua função de degradação biológica dos gases.

De acordo com os resultados da Figura 5 (cenário 2), que representa a situação melhorada da CVO em termos de emissões de odor, após a implementação de uma série de medidas mitigadoras, verifica-se que as emissões dos biofiltros contribuem mais para o impacto total que no cenário anterior. Esta situação explica-se pela consideração que as extracções de gases do ambiente geral e localizado dos edifícios da CVO são suficientes e adequadas, não existindo assim emissões fugitivas de odor. O peso das emissões de odor dos biofiltros é neste caso de 89% e as restantes emissões provêm da saída de gases da chaminé instalada numa das naves de triagem. Relativamente à área que abarca o contorno $C_{98-1\text{hora}} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, verifica-se que esta é ligeiramente menor que no cenário anterior, estendendo-se a uma distância máxima aproximada de 710 m na direcção sul. Toda esta zona é não residencial, não se esperando assim que se apresente um incómodo por causa dos odores na população. Nas restantes direcções, verifica-se que o contorno de 3 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ estende-se até a uma distância máxima aproximada de 360 m em direcção norte, 490 na direcção este e 130 na direcção oeste desde o perímetro da CVO. Quanto ao contorno de 5 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$, este abarca uma área menor de 475 m de distância máxima em direcção sul desde a central. Dentro deste contorno também se encontra situada a auto-estrada A21 da Malveira-Ericeira e as respectivas estações de serviço desta zona (ver Figura 7 do Anexo A). Tal como referido anteriormente, é provável que os odores da CVO possam gerar incomodidade aos utentes frequentes das referidas estações de serviço, podendo diminuir a afluência destes. No caso dos usuários da auto-estrada, não se considera que o impacto da CVO seja significativo já que os receptores em questão não são fixos.

5 Conclusões

As principais conclusões do presente estudo indicam que:

- Para os dois cenários modelados, numa situação segundo as condições de operação previstas da nova central de valorização orgânica de resíduos (CVO) da Abrunheira (cenário 1) e numa situação melhorada após a implementação de medidas mitigadoras de redução de emissão de odores, o maior foco de emissão esperado são as emissões dos gases tratados à saída dos dois biofiltros.
- A área de impacto dos odores da CVO acentua-se na direcção dos ventos predominantes de velocidades moderadas da zona de estudo de norte a sul.
- Com base nos planos de operação da CVO, não se espera que os odores gerados venham a impactar nas populações e/ou residências mais próximas, segundo o critério de imissão de $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$. No caso das condições de operação esperadas, a área de impacto alcançará uma distância máxima de 740 m a sul da instalação. As populações mais próximas, Carapinheira (a oeste), São Miguel Alcainça (a sul) e Malveira (a este), não se encontrarão dentro da área de influência deste contorno, não se esperando assim que os odores da central causem um impacto na população. O impacto da CVO a nordeste desta, poderá alcançar uma distância de 380 m, situando-se no limiar das residências dispersas situadas nesta zona.
- A área de impacto a sul da CVO abará as estações de serviço da auto-estrada A21, situadas justamente nas imediações sul/este desta instalação, esperando-se assim que os odores da CVO possam vir a causar uma situação de incómodo aos utentes destas estações, podendo reduzir a sua afluência.
- O contorno de $C_{98, 1hora} = 5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ obtido no presente estudo inclui uma área maior que o contorno para o mesmo nível de imissão do estudo realizado anteriormente por uma outra empresa. A distância máxima esperada no trabalho actual é de 700 m na direcção sul em contraste com <100 m na mesma direcção. A razão deste diferença nos resultados prende-se com o facto de que no estudo realizado anteriormente se ter contemplado umas emissões de odor à saída do biofiltro com concentrações menores e não se terem contemplado as prováveis emissões fugitivas da central. Segundo a ampla experiência de Odournet, consideram-se os pressupostos descritos no trabalho anterior demasiado optimistas.
- Quanto ao cenário melhorado, após a implementação de medidas mitigadoras (aumento do número de renovações de ar por hora dos edifícios dos diferentes processos e consequentemente dos caudais de ar a enviar a tratamento), espera-se que o impacto dos odores seja menor, alcançando uma distância máxima aproximada de 710 m a sul da instalação, não incluindo nenhuma zona residencial. A área de impacto dos odores da CVO continuará porém a abarcar as estações de serviço da auto-estrada A21. Consequentemente, é provável que os odores desta instalação venham a causar uma incomodidade aos seus utentes.
- Em relação às zonas não residenciais situadas dentro da área de impacto dos cenários modelados, como são a Auto-estrada A21, as zonas rurais e os caminhos locais, é pouco provável que eventos de odores da CVO possam constituir um incómodo justificável nos possíveis receptores destas zonas, dada a sua mobilidade e ocorrência ocasional. Os contornos apresentados nas Figuras 4-5 indicam a probabilidade de causar incomodidade apenas aos receptores fixos desta zona.

Anexo A Resultados da concentração de imissão de odor nas estações de serviço da auto-estrada A21 da Malveira-Ericeira



Figura 6: Resultados de concentração de imissão de odor da futura CVO de Mafra sobre as duas estações de serviço da auto-estrada da Malveira A21, para o Cenário 1. O círculo a grená indica a posição da estação de serviço situada a este da CVO, com uma concentração média de odor esperada de $5.5 \text{ ouE}\cdot\text{m}^{-3}$. O círculo a rosa indica a posição da estação de serviço situada a sul da CVO, cuja concentração média de odor estimada é de $17 \text{ ouE}\cdot\text{m}^{-3}$. O contorno a azul claro corresponde ao nível de emissão de $C_{88,1\text{hora}} = 3 \text{ ouE}/\text{m}^3$ e o contorno azul escuro ao nível de emissão de $C_{88,1\text{hora}} = 5 \text{ ouE}/\text{m}^3$. O perímetro que delimita a localização da futura CVO encontra-se representado a verde.



Figura 7: Resultados de concentração de emissão de odor da futura CVO de Mafra sobre as duas estações de serviço da auto-estrada da Malveira A21, para o Cenário 2. O círculo a grená indica a posição da estação de serviço situada a este da CVO, com uma concentração média de odor esperada de 4.1 ouE·m⁻³. O círculo a rosa indica a posição da estação de serviço situada a sul da CVO, cuja concentração média de odor estimada é de 13 ouE·m⁻³. O contorno a azul claro corresponde ao nível de emissão de C_{98,1hora} = 3 ouE/m³ e o contorno azul escuro ao nível de emissão de C_{98,1hora} = 5 ouE/m³. O perímetro que delimita a localização da futura CVO encontra-se representado a verde.

Anexo B Resultados do mapa de imissão de odor do estudo realizado por Alpha M.O.S. - Urbaser Environnement

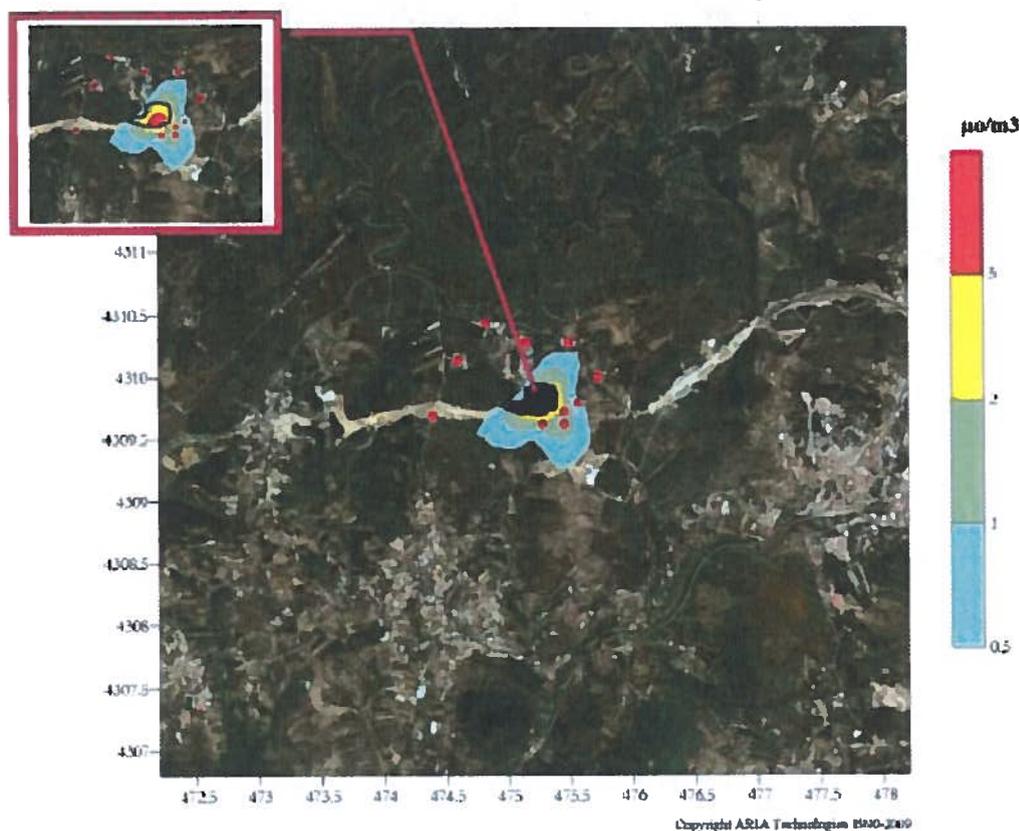


Figura 8: Resultados do mapa de imissão de odor da futura CVO da Abrunheira, do estudo realizado pela empresa Alpha M.O.S. – Urbaser Environnement (Julho 2009).

Anexo C Princípios de medição de odores

O que é um odor?

O termo “odor” refere-se a uma mistura complexa de gases, vapores e pó, em que a composição da mistura influi directamente no odor percebido por um próprio receptor.

Como é que se medem os odores?

Em termos gerais os métodos de caracterização de odores dividem-se em duas técnicas: analíticas e sensoriais.

As técnicas sensoriais realizam-se com assessores humanos para medir um odor, sendo a olfactometria a técnica usada comumente para tais efeitos. Tal prova consiste em avaliar o número de diluições de um odor com ar “limpo” até que este deixe de ser detectado por um humano “médio” (limiar de detecção). O referido limiar representa-se em unidades de odor europeias por metro cúbico ($ou_E \cdot m^{-3}$). Outras técnicas sensoriais incluem a determinação do carácter dum odor (por ex. mapa triangular) e nível de agrado ou desagrado de um odor (por ex. tom hedónico).

As técnicas analíticas realizam-se com métodos analíticos tradicionais para medir a concentração de compostos químicos presentes num odor. Estas análises podem realizar-se por Cromatografia de Gases e Espectrometria de Massas (GC-MS), analisadores específicos (por ex. células químicas para análises de H_2S), técnicas químicas húmidas (mercaptanos), tubos indicadores e narizes electrónicos.

Que técnica se deve usar para medi-los: sensorial o analítica?

A técnica a adoptar depende directamente do objectivo que se pretende alcançar com o exercício de amostragem e análise de odores.

A vantagem das técnicas sensoriais é que fornece informação clara sobre como um odor específico é percebido pelos humanos. Este método é particularmente útil quando se pretende determinar o impacto de um odor, ou para avaliar a eficácia de um sistema de controlo, como por ex. um biofiltro. A desvantagem desta técnica é que não é específica e consequentemente não identifica as espécies químicas causadoras do odor.

A vantagem das técnicas analíticas é que são relativamente fáceis de realizar e identificam quantitativamente as espécies químicas presentes num odor. A desvantagem deste método é que não fornece nenhuma informação sobre o incómodo que pode gerar um odor, em termos de percepção humana. A consideração comumente usada neste tema é que a contribuição das espécies químicas isoladas pode somar-se para obter a concentração global de odor. Esta consideração é dificilmente aplicável na realidade. A presença ou ausência de uma espécie química na mistura de gases pode potenciar, diminuir, ou inclusive mudar a percepção de um odor por completo. Por este motivo, as técnicas analíticas não são usadas com o propósito de avaliar o impacto dos odores, senão para definir os critérios de desenho de instalações de controlo de odores, determinar se as emissões duma espécie química específica (tais como, H_2S , Amoníaco, etc.) estão dentro dos limites estabelecidos em normativas.

Qual é a definição de unidade de odor?

A concentração de odor de uma amostra de gás determina-se com a presença de um painel de indivíduos, previamente examinados com a respectiva amostra, fazendo variar a diluição da amostra com gás neutro, com a finalidade de determinar o factor de diluição até a um 50% do limiar de detecção dos membros do painel (D_{50}). A concentração de odor da amostra examinada será assim expressada como um múltiplo da Unidade Europeia de Odor por metro cúbico [$ou_E \cdot m^{-3}$] em condições standard.



A Unidade de Medição. A unidade de odor é difícil de definir porque está relacionado com o efeito psicológico do estímulo que o causou. O estímulo, neste caso, pode ser causado por uma série de substâncias. A forma em que a resposta do nosso sentido do odor é reduzida a um simples valor de parâmetros para simplificar enormemente o espectro rico em informação sensorial que se obtém realmente a partir do cérebro. Esta simplificação é útil para descrever os efeitos potenciais. A redução de um complexo conjunto psicológico a um simples parâmetro é um método muito semelhante ao de expressar os efeitos que causam substâncias tóxicas num organismo a D_{50} , que indica qual a dose que causa o efeito letal em 50% da população. A resposta do complexo conjunto psicológico está considerada como a reacção geral que pode ser causada por um amplo espectro de substâncias e de dose. Em termos gerais, esta teoria pode ser utilizada para definir o potencial que tem uma certa quantidade de substâncias para provocar um efeito psicológico, expressando a dose como um múltiplo da dose necessária para causar o efeito em 50% da população. A referida definição e unidade estão estritamente associados com a unidade de odor. No caso do odor, o D_{50} poderia ser descrito como o 50% da população que pode detectar um estímulo sensorial. Em estudos realizados anteriormente, não se utilizou uma população de indivíduos examinados e apenas se relacionou a resposta psicológica ao número de diluições por amostra de medição. Esta forma inabilita a possibilidade de comparar as doses da amostra a outras médias que não sejam as da população. Isto pode ser justificado, se os científicos se convencem que as amostras de população são demasiado grandes para compensar a variabilidade biológica dentro da população. No entanto, este assunto não pode ser utilizado para a medição das concentrações de odor. Uma pequena amostra da população (4-8 indivíduos seleccionados ao acaso) é uma amostra muito limitada para ser representativa, conhecendo a variabilidade de sensibilidade dentro da população. Esta prática não corresponde aos requerimentos estatísticos usados em experiências toxicológicas, já que a quantidade de amostra da população requerida para ser representativa (centenas) é muito maior que o número regular de membros do painel usados em aplicações meio-ambientais de olfactometria.

A solução está em estandardizar os indivíduos examinados que servem para avaliar uma resposta sensorial. Resultados aceitáveis podem ser obtidos através da selecção dos membros do painel com uma conhecida sensibilidade a um material de referência (*n*-butanol CAS-nr [71-36-3]). Assume-se que a sensibilidade a um odor referente, prognosticará a sensibilidade para outras substâncias. A dose de outras substâncias e misturas expressar-se-ão como múltiplos da dose necessária para obter a reacção psicológica equivalente a da substância de referência. Em termos práticos: A Unidade Europeia de Odor [ou_E] é a quantidade de odor(es) que, quando se evaporam num metro cúbico de gás neutro em condições estandartes, provocarão uma resposta psicológica nos membros do painel (limiar de percepção) equivalente ao provocado por um EROM (*European Reference Odour Mass*), evaporado num metro cúbico de gás neutro em condiciones estandarte.

Um EROM, evaporado num metro cúbico de gás neutro em condições estandarte, é equivalente à resposta psicológica D_{50} (limiar de percepção), avaliado por um painel em conformidade com este standard e tem, por definição, uma concentração de $1\ ou_E \cdot m^{-3}$. Há uma relação entre o ou_E para o odor referente e qualquer mistura de odores. Esta relação está definida pelo nível de resposta psicológica D_{50} (limiar de percepção), donde:

$$1\ EROM\ (para\ n-butanol,\ CAS\ 71-36-3) \equiv 1\ ou_E\ para\ uma\ mistura\ de\ substâncias\ odoríferas.$$

Este vínculo baseia-se em que a trajectória das unidades de odor para uma mistura de odores é equivalente à da substância de referência. Portanto, as concentrações de odor são expressas em "massa equivalente de *n*-butanol", ou seja, como um múltiplo de ou_E num metro cúbico de gás neutro e pode ser avaliada a uma concentração de $1\ ou_E \cdot m^{-3}$. A concentração de odor, em $ou_E \cdot m^{-3}$, também se pode expressar como concentração de massa ($kg \cdot m^{-3}$).

Nota: Quando se trabalha em concentração de odor, deve-se ter em conta que a reacção entre a intensidade do odor e a concentração de odor não é lineal e haverá diferentes relações para diferentes (misturas de) odores.

Anexo D Critério de impacto de odor

O mecanismo que conduz umas emissões de odor na atmosfera a uma incomodidade pelo odor não é directo, mas sim bastante complexo. Este mecanismo implica:

- As características do odor que se libera (detectabilidade, tom hedónico, potencial de incómodo);
- Diluição variável na atmosfera a partir duma dispersão turbulenta (turbulência ou estabilidade da capa, direcção do vento, velocidade do vento, etc.);
- Exposição dos receptores na população (localização da residência, movimento de população, tempo dedicado a actividades ao ar livre, etc.);
- Contexto de percepção (por exemplo, outros odores, antecedentes em odores, actividade e estado da mente dentro do contexto da percepção);
- Características do receptor (história da exposição, associação com riscos, actividades durante os episódios de exposição e factores psicológicos, tais como comportamento, percepção da saúde e percepção de ameaças para a saúde).

Os mecanismos subjacentes são diversos e mutuamente interactivos. O incómodo é um sintoma que se desenvolve depois de uma exposição intermitente durante um longo período de tempo.

A relação dose-efeito entre o incómodo e a exposição de Odores pode ser descrita de uma maneira simplificada, a qual não tem em conta todos estes diferentes factores. O modelo de dose-efeito que associa a “exposição de Odores” com o “incómodo” é descrita tipicamente como uma relação entre a exposição modelizada e o incómodo através de um questionário standard realizado por telefone ou, alternativamente, através da recompilação de queixas ao longo do tempo.

A exposição quantifica-se dependendo da frequência de concentração de odor numa média horária acima do limite de concentração; por exemplo, 5 unidades de odor por metro cúbico ($ou_E \cdot m^{-3}$) como média horária de concentração de odor por ano, numa média meteorológica de 98-percentil. Isto seria igual a: $C_{98} = 5 ou_E \cdot m^{-3}$.

Um critério de qualidade de ar para odores pode realizar-se com base na descrição da exposição e o conhecimento da relação de respostas. No entanto, esta relação não seria a mesma em cada comunidade. Determina-se através de factores, tais como, a aglomeração de pessoas, expectativas em termos de qualidade meio-ambiental, prioridades económicas, etc. No entanto, o odor pode ter efeitos directos sobre a qualidade de vida e consequentemente sobre a saúde e é, dalguma maneira, um factor estético dentro da qualidade ambiental.

Para determinar critérios de exposição meio-ambiental com o fim de evitar o incómodo de odor, deve-se ter em conta, não apenas questões científicas, senão também políticas. O nível de discricção política é normalmente limitado e, no entanto, ao contrário de outros poluentes de ar, o odor pode ser avaliado por cada cidadão, sendo o resultado desta avaliação normalmente traduzido em queixas.

Actualmente em Espanha, a única referência de critérios claros relacionados com a qualidade de ar em termos de odor foi emitida em Junho de 2005 pela Direcção Geral de Qualidade Ambiental do Departamento de Meio Ambiente e Habitação da Catalunha. O critério de impacto proposto está disponível online em *L'esborrany d'avantprojecte de Llei Contra la Contaminació Odorífera emès per la Direcció General de Qualitat Ambiental*.

Neste documento define-se o sistema de prevenção, controlo, inspecção e a distinção entre fontes de emissão integradas na Lei 3/1998. Do mesmo modo, propõe-se os valores objectivo de imissão de odor para as diferentes actividades causadoras de odor e a metodologia a seguir para a determinação dos mesmos.

O critério utilizado em referido rascunho está enfocado em proteger os receptores residenciais dependendo do grau ofensivo do odor. Para tais efeitos consideraram-se os seguintes valores:

- $C_{98, 1hora} = 7 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor objectivo para olores provenientes de instalações de torragem e processamento de café e cacão, fornos de pão, pastelaria, cervejarias, produção de aromas e fragrâncias, secagem de produtos vegetais, entre outras actividades diversas.
- $C_{98, 1hora} = 5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor objectivo para odores provenientes de actividades de ramaderia, processamento da carne, fumagem de alimentos, aproveitamento de subprodutos de origem vegetal, tratamento de produtos orgânicos e sistemas de tratamento de águas residuais.
- $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor limite para odores provenientes de actividades de gestão de resíduos, aproveitamento de subprodutos de origem animal, destilação de produtos de origem vegetal e animal, matadouros e fabricação de pasta de papel.

Outras referências de requerimentos legais podem encontrar-se noutros países europeus, como Holanda, Irlanda e Reino Unido.

Na Holanda os valores utilizados actualmente oscilam entre 0.5 e 3.5 $\text{ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ a 98-percentil, valores estes adoptados desde 1985 nas normativas ambientais oficiais. O valor estrito de $C_{98} < 0.5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ aplica-se no caso de odores muito molestos, enquanto que para odores industriais mais aceitáveis os valores descem a $C_{98} < 3.5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$. No entanto, deve-se recordar que a Holanda é um país densamente povoado e portanto considera-se apropriado utilizar critérios muito estritos.

No Reino Unido, a agência meio-ambiental publicou em 2002 uma guia para regular odores dentro dos procedimentos de licença IPPC. O impacto de odor é um dos parâmetros que necessita ser avaliado num procedimento de licença IPPC. Neste documento podem encontrar-se as seguintes guias:

- Technical Guidance Note H4, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Horizontal Guidance for Odour, Part 1 Regulation and Permitting, Environment Agency, UK,
- Technical Guidance Note H4, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Horizontal Guidance for Odour, Part 2 Assessment and Control, Environment Agency, UK, 2002.

Estes documentos estão disponíveis gratuitamente na página web da Agência Ambiental www.environment-agency.gov.uk. O documento científico, preparado por OdourNet UK Ltd para a Agência Ambiental, utilizou-se como base para a guia H4 e está disponível no centro de distribuição de documentos de WRc, ver www.wrcplc.co.uk:

- Assessment of community response to odorous emissions., R&D Technical Report P4-095, Environment Agency, 2002.

O critério utilizado neste estudo baseia-se nos critérios propostos no Anexo 6 da guia H4 Parte 1:

- $C_{98, 1hora} = 6 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor limite para Odores com um potencial baixo de incomodidade,
- $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor limite para Odores com um potencial médio de incomodidade,
- $C_{98, 1hora} = 1.5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor limite para Odores com um potencial alto de incomodidade.

Estes mesmos níveis de exposição foram propostos pela *Environment Protection Agency* da Irlanda, para um odor intenso de gado, ver referência disponível na página web www.epa.ie/pubs/default.htm:

- Odour impacts and odour emission control measures for intensive agriculture, R&D reports series no. 14, Environmental Protection Agency, 2001, ISBN 1-84095-075-7.

Na aproximação da EPA Irlandesa propôs-se o $C_{98, 1hora} = 6 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como o valor limite para instalações existentes, o $C_{98, 1hora} = 3 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor limite para instalações novas e o $C_{98, 1hora} = 1.5 \text{ ou}_E \cdot \text{m}^{-3}$ como valor meta de qualidade ambiental.

Tanto os documentos ingleses como os irlandeses baseiam-se num largo estudo de dose-efeito sobre os Odores procedentes de gado (porcino), levado a cabo na Holanda pelo Ministério de Obras Públicas e Meio Ambiente em 2000. Neste estudo realizou-se um questionário, telefonando a 2,500 números privados, proporcionando estabelecer uma relação dose-efeito diferenciando entre uma maior ou menor tolerância ao odor em amostras da população.

ESTUDO COMPLETO DE ODORES

ETAL DO ECOPARQUE DA ABRUNHEIRA (MAFRA, PORTUGAL)
MODELO DE DISPERSÃO E CARACTERIZAÇÃO OLFATOMÉTRICA

REFERÊNCIA: 943-203637 rev. 1

CLIENTE:

SOCAMEX S.A. – SUCURSAL EM PORTUGAL



WHEN YOU NEED TO BE SURE



ÍNDICE

1. OBJETO DE ESTUDO.....	1
2. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO	3
3. CARACTERIZAÇÃO OLFATOMÉTRICA DAS FONTES DE EMISSÃO DE ODOR	4
3.1 METODOLOGIA.....	4
3.1.1 <i>Recolha de amostras</i>	4
3.1.2 <i>Ensaio olfatométrico</i>	5
3.2 SELEÇÃO DOS PONTOS DE RECOLHA DE AMOSTRAS	6
3.3 CAMPANHA DE RECOLHA DE AMOSTRAS E ENSAIO POR OLFATOMETRIA DINÂMICA.....	8
3.3.1 <i>Aspiração 1</i>	8
3.3.2 <i>Aspiração 2</i>	9
3.3.3 <i>Aspiração 2 – Campanha adicional de recolha de amostras</i>	10
4. MODELO DE DISPERSÃO DE ODORES.....	12
4.1 FUNDAMENTO MATEMÁTICO	12
4.2 METEOROLOGIA DO MODELO DE DISPERSÃO	13
4.3 MATRIZ DE COTAS DO TERRENO	15
4.4 DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS.....	18
4.5 MAPA DE ODORES.....	18
5. CONCLUSÕES.....	22
ANEXO I. DESENHOS.....	23

ÍNDICE DE DESENHOS

1. Mapa de localização
2. Pontos de controlo de odor
3. Mapa de odores - Máximo P98 horário (ou_E/m^3)

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Níveis guia de odor na emissão	3
Tabela 2. Pontos de controlo de odor e número de amostras	6
Tabela 3. Resultado do ensaio olfatométrico (ou_E/m^3) – Aspiração1	8
Tabela 4. Resultado do ensaio olfatométrico (ou_E/m^3) – Aspiração 2	9
Tabela 5. Resultado do ensaio olfatométrico (ou_E/m^3) – Aspiração 2-Campanha adicional	11
Tabela 6. Resumo das propriedades do modelo de dispersão	13
Tabela 7. Características de simulação do modelo meteorológico	13
Tabela 8. Frequência do vento (%) direção-velocidade – Ano 2013	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização da estação	1
Figura 2. Equipamentos de recolha de amostras	4
Figura 3. Esquema do sistema de diluição dinâmica de acordo com UNE-EN 13725:2004	5
Figura 4. Fontes de emissão de odor	7
Figura 5. Contribuição das fontes de emissão de odor – Aspiração 1	9
Figura 6. Contribuição das fontes de emissão de odor – Aspiração 2	10
Figura 7. Sistema de lavagem no interior da torre de desodorização	10
Figura 8. Contribuição das fontes de emissão de odor – Aspiração 2-Campanha adicional	11
Figura 9. Rosa de ventos (Ano 2013)	14
Figura 10. Imagens em 2D e 3D do Modelo Digital do Terreno	16
Figura 11. Malha de recetores (10kmx10km)	17
Figura 12. Mapa de odor (P98h – ou_E/m^3)	19
Figura 13. Mapa de odor (P98h – ou_E/m^3) – Pormenor I	20
Figura 14. Mapa de odor (P98h – ou_E/m^3) – Pormenor II	21

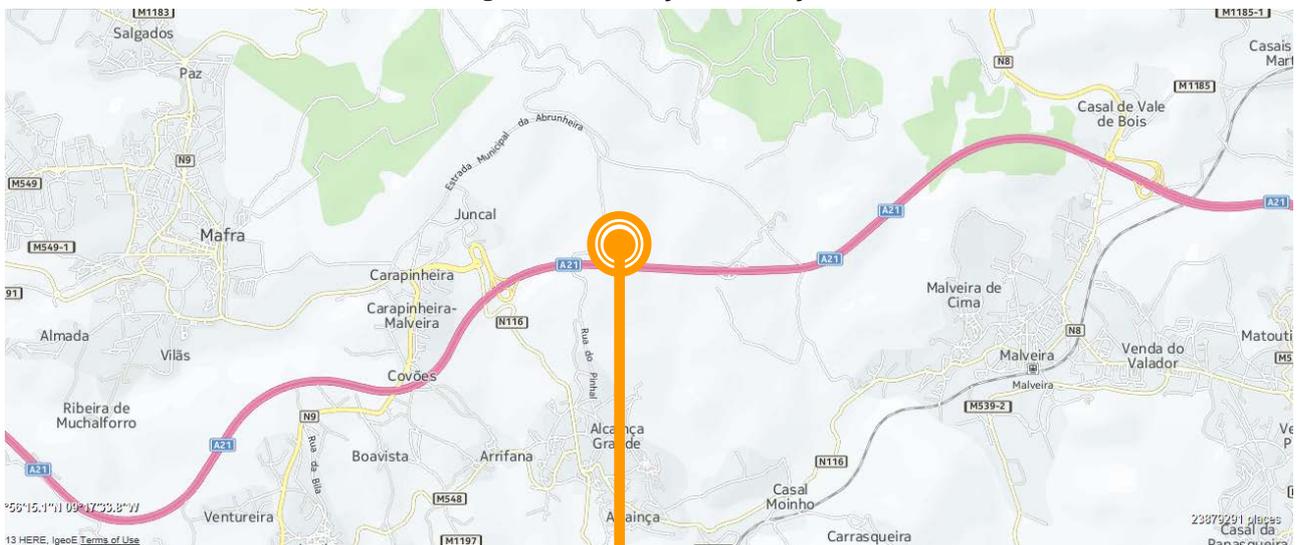
Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 1
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

1. OBJETO DE ESTUDO

O presente estudo vem responder ao pedido da SOCAMEX (Grupo Urbaser) em estabelecer qual a situação atual no que se refere à contaminação odorífera no ambiente da instalação da **ETAL (Estação de Tratamento de Águas Lixiviantes) do Ecoparque da Abrunheira** através da monitorização das fontes de odor identificadas, a modelização das suas emissões e a obtenção de um mapa de odor que permita avaliar a incidência em zonas habitadas.

Localizada no Município de Mafra o terreno mais próximo à estação caracteriza-se pela presença do Parque Natural de Tapada de Mafra a Norte da instalação. A uma escala de estudo mais ampla, estende-se os vários núcleos populacionais, entre os que se destacam pela sua proximidade e dimensão Mafra, Igreja Nova e Malveira, entre outros.

Figura 1. Localização da estação



Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 2
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

O estudo desenvolve-se em três grandes blocos:

- Caracterização olfatométrica das fontes de emissão de odores.
- Critérios de avaliação dos episódios de odor que ocorrem no envolvente da zona como consequência das emissões da estação objeto de estudo.
- Dados de partida do modelo de dispersão ADMS 5 sobre o qual assenta a simulação de odores que permite quantificar o incómodo real percecionado na zona de estudo graças à obtenção de um mapa da concentração que os odores alcançam em emissão.

Neste sentido presta-se especial atenção à emissão de odor proveniente do sistema de desodorização instalado com o propósito de reduzir a carga odorífera libertada para a atmosfera a partir da instalação, cujo rendimento influencia de forma significativa o resultado final do estudo.

À luz dos resultados da investigação estabelecida nos três pontos anteriores, e tendo em conta todos os fatores que nele influenciem, será avaliada a incidência real da estação sobre o impacto odorífero da zona.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 3
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

2. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

A relação entre a concentração de odor no ambiente e os efeitos à população não pode ser univocamente determinada. A avaliação dos odores que se percebem no ambiente depende de múltiplos fatores como sejam a duração da exposição, as características olfativas do recetor e no ambiente no que se encontra.

Assim é preciso abordar a problemática de odores a partir do resultado de um estudo técnico que permita estabelecer uma relação entre os focos emissores de odores e a sua incidência sobre as populações próximas com o objetivo de identificar e delimitar as zonas afetadas pela presença de odores.

Do ponto de vista do cumprimento de valores limite ambientais toma-se como referência um documento em período de transição legislativa em Espanha conhecido como “Esborrany d’avantprojecte de llei contra la contaminació odorífera” do Governo da Catalunha (Anteprojeto de lei contra a contaminação odorífera desenvolvido pelo Governo da Catalunha), no qual são estabelecidos os limites de odor em imissão em função do tipo de atividade industrial desenvolvida.

Este documento reflete para diferentes sectores o nível de odor que não deve ser excedido nas zonas residenciais afetadas considerando o percentil 98 horário ao longo de um ano.

Na avaliação do resultado do modelo de dispersão de odores é importante estabelecer uma relação entre a dose ou quantidade de odor e o momento em que o odor percebido se considera que tem um efeito real nos habitantes da zona. No presente caso, este anteprojeto de lei estabelece como nível máximo para *atividades de gestão de resíduos* uma concentração de odor para o percentil 98 horário de **3 ou_E/m³** em zonas habitadas.

Tabela 1. Níveis guia de odor na emissão

Norma de referência	Atividade industrial	Valores guia
Anteprojeto de lei do governo da Catalunha	Atividades de gestão de resíduos	P98 horário < 3 ou_E/m³

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 4
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

3. CARACTERIZAÇÃO OLFATOMÉTRICA DAS FONTES DE EMISSÃO DE ODOR

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Recolha de amostras

Para a recolha de amostras olfatométricas o Laboratório Olfatométrico da SGS conta com os seguintes equipamentos:

- Sonda de captação em vácuo: equipamento baseado no método de captação de amostra de *princípio pulmonar* onde o saco de amostras é colocado num contentor rígido, de forma que a baixa pressão no contentor ocasiona que o saco encha com um volume de amostra igual ao que foi eliminado no contentor.
- Sacos Nalophan: sacos certificados trata-se de um material inodoro que pode conter um gás odorífero com alterações mínimas durante o período de armazenamento.
- Diluidor: o dispositivo EPD é um sistema de diluição manual com dois orifícios calibrados com o objetivo de gerar uma pré-diluição em proporção 1:10 e 1:100.
- Caixa Lindvall: para a recolha de amostras de gás odorífero em fontes superficiais sem fluxo para o exterior, ou fontes passivas, baseando-se no método de câmara de fluxo. O procedimento de amostragem através de caixa Lindvall pressupõe colocar a mesma sobre a superfície a amostrar e criar uma corrente de ar, com ajuda de uma bomba, que se faz passar ao longo da caixa Lindvall. A corrente de ar cria um fluxo laminar sobre a superfície que se encontra sob a caixa similar ao originado pelo vento, arrastando os componentes odoríferos emitidos pela fonte superficial até à saída do túnel onde e recolhe a amostra com a sonda de captação em vácuo. Previamente à caixa Lindvall, e com a finalidade de desodorizar o ar de entrada, coloca-se um filtro de carvão ativado.
- Campânula: para a recolha de gás odorífero em fontes superficiais com fluxo para o exterior, ou fontes ativas. Não é necessário criar uma corrente de ar já que na fonte existe arejamento. Para tomar a amostra basta depositar a campânula sobre a superfície da fonte arejada. O ponto de amostragem localiza-se na parte superior da campânula, onde existe uma tubagem de saída para introduzir a sonda.

Figura 2. Equipamentos de recolha de amostras



Sonda de captação em vácuo



Caixa Lindvall



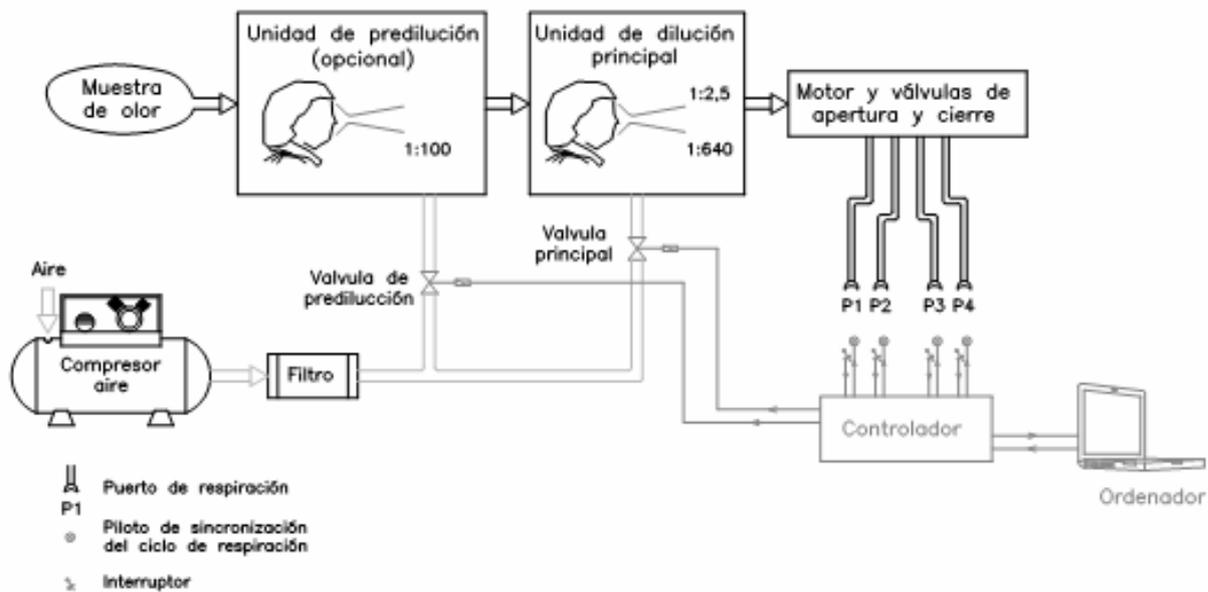
Campânula

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 5
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

3.1.2 Ensaio olfatométrico

A medição do odor realiza-se maioritariamente com equipamentos de diluição dinâmica. Este sistema consiste em proporcionar aos membros de um painel, uma mistura de gás odorífero e gás neutro (sem odor) em níveis de diluição pré-fixados, e avaliar a sua resposta.

Figura 3. Esquema do sistema de diluição dinâmica de acordo com UNE-EN 13725:2004



A diluição da amostra de gás odorífero é progressivamente menor, até que é detetada por todos os assessores, o que determina o limiar de deteção do painel.

Os assessores recebem amostras de ar neutro intercaladas entre cada amostra de gás para evitar o cansaço olfativo. Adicionalmente são lhes apresentadas, de forma aleatória, amostras de ar neutro, para evitar respostas mecânicas.

A medição de odor está sujeita à subjetividade dos membros que constituem o painel, já que estes são o mecanismo sensor do odor. Para diminuir os efeitos da subjetividade e poder garantir a reprodutibilidade dos dados obtidos é necessário que os assessores tenham uma resposta constante perante o mesmo impulso olfativo, e uma sensibilidade olfativa numa gama mais pequena que a da população média. Para conseguir ambos os requisitos todos os membros de um painel devem ser calibrados com um gás de referência (n-butanol) de acordo com os critérios de seleção estabelecidos na norma UNE-EN 13725:2004.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 6
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

3.2 SELEÇÃO DOS PONTOS DE RECOLHA DE AMOSTRAS

Antes da campanha de amostragem analisou-se o projeto da estação com a finalidade de identificar os diferentes processos e unidades potencialmente emissoras de odores e, de acordo com o cliente, estabelecer os pontos de controlo de odor.

Com base nesta análise da estação apresenta-se um total de **6 pontos de controlo de emissão de odor**.

A planta de Recolha de amostras estabelecida encontra-se na seguinte tabela e no desenho 2 do Anexo I.

Tabela 2. Pontos de controlo de odor e número de amostras

FOCO	Ponto de Controlo	Nº amostras
Caixa de carga	P1	1
Ventilação bacia 1	P2	1
Ventilação bacias 2, 3 e 4	P3	1
Sala de desidratação	P4	1
Desodorização (in)	P6	2
Desodorização (out)	P7	2
	TOTAL	8

A fase crítica de controlo é o sistema de desodorização. Para a recolha de amostras foram consideradas duas configurações de operação do sistema de desodorização que difere nos fluxos de entrada ao mesmo e as emissões que são libertadas diretamente para o ar ambiente sem ser tratadas:

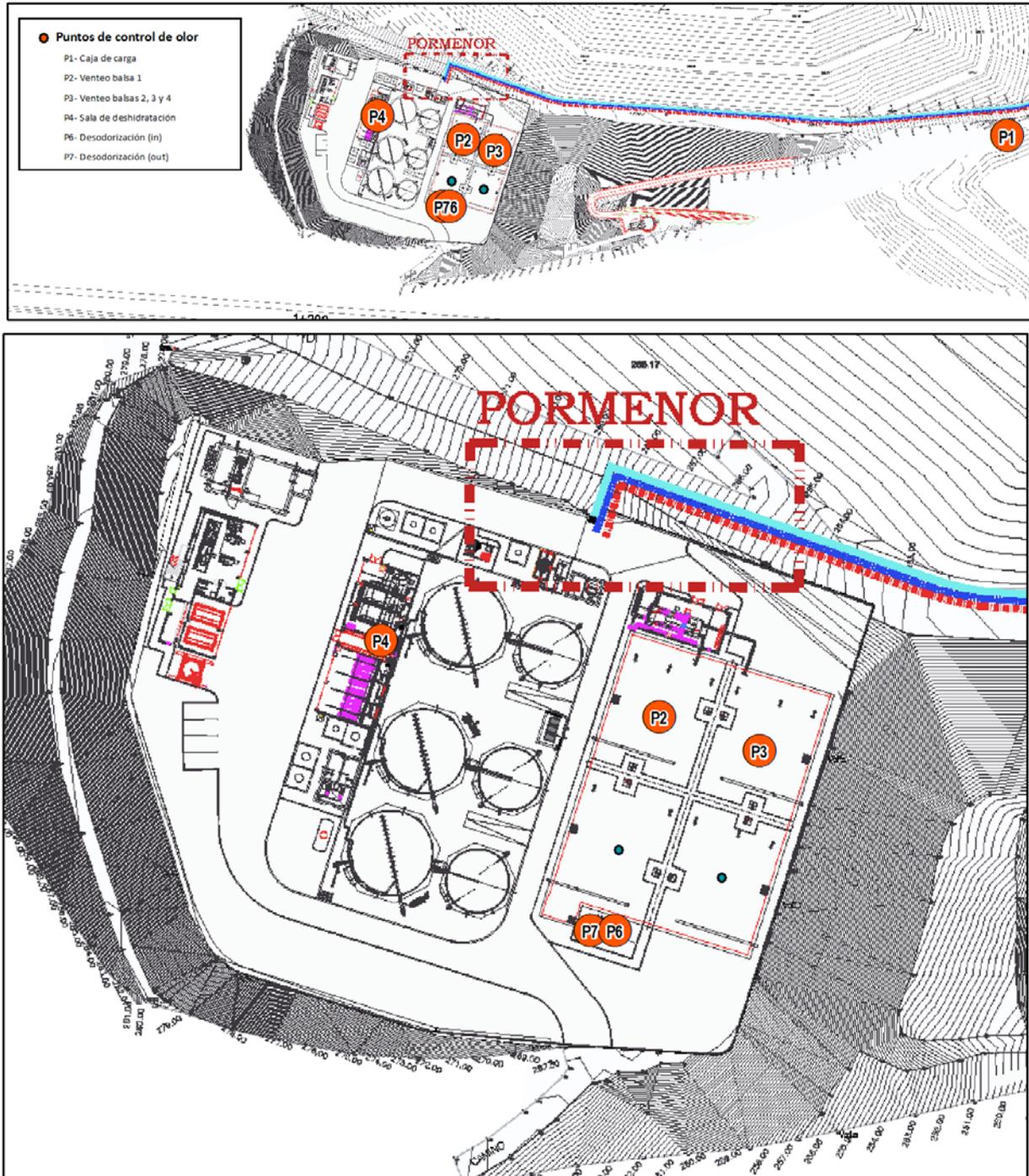
- **Aspiração 1:** no momento da recolha de amostras só se estava a realizar a aspiração de:
 - Edifício de Exploração (subsistema de desodorização que inclui o edifício de desidratação, edifício de controlo, silo de lamas e caixa de bombagem de lamas).
 - Edifício Obra de Entrada

Os odores libertados diretamente na atmosfera sem, que passem pelo sistema de desodorização correspondem às ventilações das Bacias e à Caixa de carga.

- **Aspiração 2:** no momento da recolha de amostras estava-se a realizar a aspiração de 100% dos edifícios:
 - Edifício de Exploração (subsistema de desodorização que inclui o edifício de desidratação, edifício de controlo, silo de lamas e caixa de bombagem de lamas).
 - Edifício Obra de Entrada.
 - Reatores anóxicos
 - Bacias de Equalização

Os odores libertados diretamente para a atmosfera sem que passem pelo sistema de desodorização correspondem exclusivamente à Caixa de carga.

Figura 4. Fontes de emissão de odor



Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 8
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

3.3 CAMPANHA DE RECOLHA DE AMOSTRAS E ENSAIO POR OLFATOMETRIA DINÂMICA

A campanha de recolha de amostras foi prevista de forma a permitir a caracterização olfatométrica das emissões da ETAL da Abrunheira operando de acordo aos dois fluxos de entrada no sistema de desodorização descritos no ponto anterior como Aspiração 1 e Aspiração 2.

3.3.1 Aspiração 1

Numa primeira aproximação ao estudo de qualidade do ar da instalação, realizou-se uma recolha de amostras das emissões provenientes do sistema de desodorização como principal fonte de emissão sobre a que se centra o estudo. Foram incluídas outras fontes que potencialmente podem contribuir para a alteração da qualidade do ar da zona com a finalidade de avaliar as concentrações em caso de avaria do Sistema de desodorização.

A campanha de recolha de amostras para olfatometria posterior realizou-se no dia 30 de setembro de 2014. Na tabela seguinte apresentam-se os resultados de concentração de odor resumidos depois do ensaio por olfatometria dinâmica.

Tabela 3. Resultado do ensaio olfatométrico (ou_E/m^3) – Aspiração1

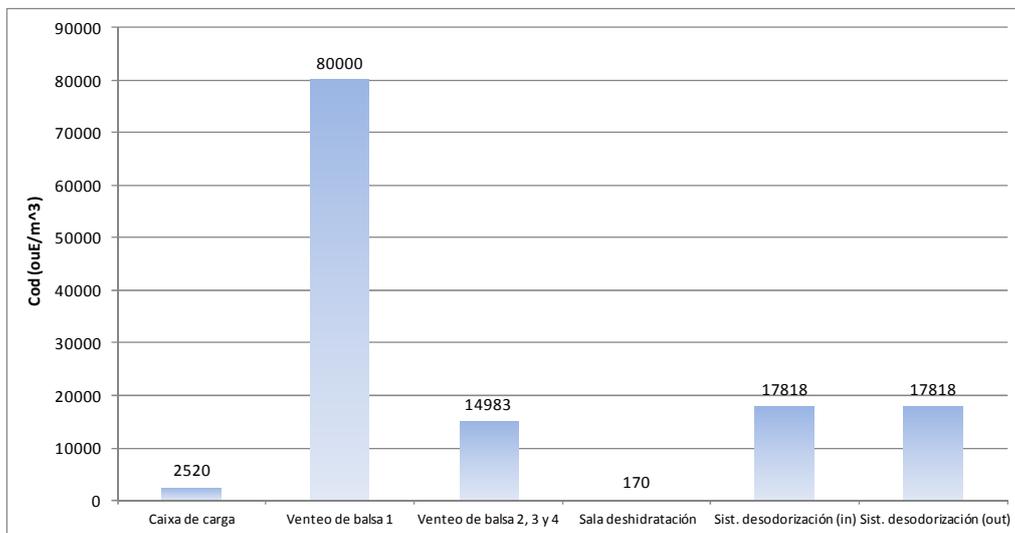
Ponto de controlo	Nome	Método de recolha amostra	Procedimento de Recolha amostras	Data e hora amostragem	Data e hora de ensaio	Concentração odor (ou_E/m^3)
P1	Caixa de carga	I	IT.T-943-LAB/OLF-06	30/09/2014 13:59	01/10/2014 11:16	2.520
P2	Ventilação bacia 1	I	IT.T-943-LAB/OLF-06	30/09/2014 11:39	01/10/2014 10:29	80.000
P3	Ventilação bacias 2, 3 e 4	I	IT.T-943-LAB/OLF-06	30/09/2014 11:45	01/10/2014 10:37	14.983
P4	Sala de desidratação	I	IT.T-943-LAB/OLF-06	30/09/2014 13:39	01/10/2014 11:23	170
P6	Desodorização (in)	P	UNE-EN 13725:2004	30/09/2014 10:26	01/10/2014 11:09	17.818
P7	Desodorização (out)	P	UNE-EN 13725:2004	30/09/2014 11:15	01/10/2014 10:47	17.818

Nomenclatura: C: campânula. L: Caixa Lindvall. S: Sonda de captação em vácuo. I: imissão

Em termos de concentração de odor a ventilação da bacia 1 ($80.000\ ou_E/m^3$) apresenta o valor mais elevado de emissão da estação, seguido pelo sistema de desodorização ($17.818\ ou_E/m^3$) e pelas ventilações das bacias 2, 3 e 4 ($14.983\ ou_E/m^3$). A Caixa de Carga ($2.520\ ou_E/m^3$) e a Sala de Desidratação ($170\ ou_E/m^3$) são as fontes com menor contribuição.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 9
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Figura 5. Contribuição das fontes de emissão de odor – Aspiração 1



O rendimento do sistema de desodorização não pode ser considerado como adequado, já que a concentração de entrada (17.818 ouE/m^3) e de saída (17.818 ouE/m^3) é a mesma.

3.3.2 Aspiração 2

A recolha de amostras corresponde às emissões provenientes do sistema de desodorização como principal e única fonte representativa de emissão quando o seu regime de funcionamento se encontra a aspirar 100% das fontes geradoras de odores: edifício de exploração, edifício obra de entrada, reatores anóxicos e bacias.

A campanha de recolha de amostras para olfatométrie posterior realizou-se no dia 30 de setembro de 2014. Na tabela seguinte apresentam-se os resultados de concentração de odor resumidos depois do ensaio por olfatométrie dinâmica.

Tabela 4. Resultado do ensaio olfatométrico (ouE/m^3) – Aspiração 2

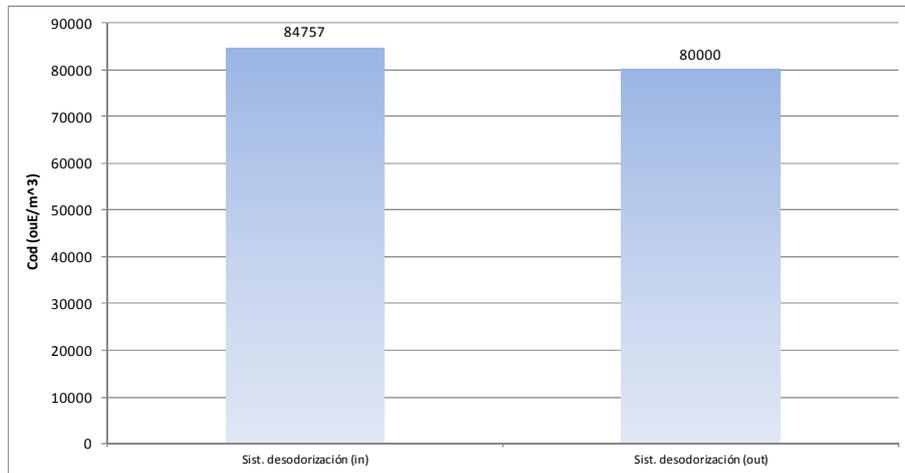
Ponto de controlo	Nome	Método de recolha amostra	Procedimento de Recolha amostras	Data e hora amostragem	Data e hora de ensaio	Concentração odor (ouE/m^3)
P6	Desodorização (in)	P	UNE-EN 13725:2004	30/09/2014 12:36	01/10/2014 10:53	84.757
P7	Desodorização (out)	P	UNE-EN 13725:2004	30/09/2014 12:45	01/10/2014 10:21	80.000

Nomenclatura: C: campânula. L: Caixa Lindvall. S: Sonda de captação em vácuo. I: imissão

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 10
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Com uma concentração de entrada de 84.757 ou_E/m³ e uma concentração de saída de 80.000 ou_E/m³, o resultado da olfatometria não indica que o rendimento do sistema de desodorização seja ótimo.

Figura 6. Contribuição das fontes de emissão de odor – Aspiração 2



3.3.3 Aspiração 2 – Campanha adicional de recolha de amostras

Uma conclusão direta que se extrai da análise das amostras olfatométricas recolhidas no dia 30 de setembro de 2014 é que o funcionamento do sistema de desodorização não leva ao tratamento efetivo dos gases, já que independentemente da concentração do fluxo de entrada ao sistema de desodorização, a carga odorífera não varia.

Após este resultado procedeu-se à implementação de uma série de ações adicionais com vista à melhoria do funcionamento do sistema de desodorização. As melhorias foram as seguintes:

- Instalação de um sistema de lavagem no interior da torre de desodorização com a finalidade de favorecer a lavagem do leito de carvão e que este tenha maior superfície de contacto para favorecer a ação de tratamento dos gases.
- Instalação na entrada do coletor de água de lavagem de um ponto de dosificação de Hidróxido de sódio, para que a água de lavagem dos leitos de carvão se encontre entre 9 e 11 unidades de pH.
- Instalação de um rotâmetro na entrada de água antes do sistema de lavagem e de uma toma de amostra para verificações da dosificação.
- Nova forma de trabalho no funcionamento da torre de desodorização: será realizada uma lavagem dos leitos de carvão no mínimo três vezes por dia.

Figura 7. Sistema de lavagem no interior da torre de desodorização



Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 11
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Com o objetivo de avaliar a eficácia destas medidas decidiu-se levar a cabo uma segunda campanha de recolha de amostras quando o sistema apresenta uma máxima carga potencial de odor, ou seja, sob condições de operação correspondentes ao fluxo de operação com configuração Aspiração 2 (100% das fontes geradoras de odores: edifício de exploração, edifício obra de entrada, reatores anóxicos e bacias).

A campanha de recolha de amostras para olfatometria posterior realizou-se no dia 12 de novembro de 2014. Na tabela seguinte resumem-se os resultados de concentração de odor depois do ensaio por olfatometria dinâmica.

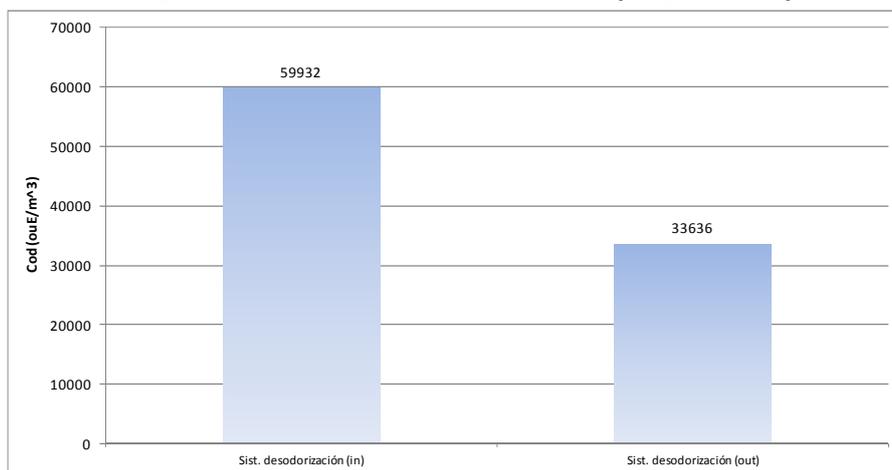
Tabela 5. Resultado do ensaio olfatométrico (ou_E/m^3) – Aspiração 2-Campanha adicional

Ponto de controlo	Nome	Método de recolha amostra	Procedimento de Recolha amostras	Data e hora amostragem	Data e hora de ensaio	Concentração odor (ou_E/m^3)
P6	Desodorização (in)	P	UNE-EN 13725:2004	12/11/2014 9:30	13/11/2014 9:16	59.932
P7	Desodorização (out)	P	UNE-EN 13725:2004	12/11/2014 9:55	13/11/2014 9:28	33.636

Nomenclatura: C: campânula. L: Caixa Lindvall. S: Sonda de captação em vácuo. I: imissão

Verifica-se que o rendimento do sistema de desodorização melhorou depois da implementação das medidas complementares, apresentando uma redução da carga odorífera de praticamente 50%, passando de uma concentração de $59.932\ ou_E/m^3$ à entrada para um valor final de $33.636\ ou_E/m^3$ na saída.

Figura 8. Contribuição das fontes de emissão de odor – Aspiração 2-Campanha adicional



Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 12
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

4. MODELO DE DISPERSÃO DE ODORES

O desenvolvimento de um modelo matemático de dispersão de contaminantes na atmosfera permite prever as concentrações em emissão e a nuvem de contaminação dos mesmos em função das seguintes variáveis:

- Topografia do terreno.
- Condições meteorológicas.
- Tipo de fonte de emissão.
- Taxa de emissão de odor.
- Distância ao foco emissor.

A aplicação de um modelo de dispersão atmosférica é de grande utilidade nos estudos de qualidade do ar, já que, a diferença da elaboração de um mapa de afetação empírico, obtém-se um resultado aplicável às condições meteorológicas representativas da área de estudo. Desta forma, pode-se quantificar o incómodo real na envolvente das instalações objeto do projeto.

No resultado do modelo de dispersão prevê as concentrações máximas de odor que se poderão detetar no âmbito de estudo para todas as situações meteorológicas possíveis ao longo de um ano. Pelo contrário, os resultados obtidos através de um mapa de odores empírico serão representativos unicamente das condições nas que se realizou a amostragem, e não extrapoláveis a outras situações meteorológicas mais ou menos adversas, tais como: inversões térmicas, variabilidade na intensidade ou direção dos ventos, etc.

4.1 FUNDAMENTO MATEMÁTICO

O modelo matemático de dispersão atmosférica empregue para o cálculo de dispersão de odores foi o ADMS 5, software distribuído por CERC (Cambridge Environmental Research Consultants Ltd.).

As suas principais vantagens são:

- Permite a modelização de dispersão de odores.
- Conta com uma potente ferramenta meteorológica capaz de modelar com precisão os comportamentos da atmosfera sob diferentes condições.
- Representa de forma mais ajustada o comportamento real da nuvem de dispersão, ao dispor de uma distribuição de concentrações Gaussiana modificada para o cálculo da dispersão de contaminantes.
- O programa considera os possíveis efeitos de edifícios e topografia do terreno sobre a dispersão da emissão considerada.

ADMS 5 permite calcular flutuações nas concentrações de emissão a curto e longo prazo.

Como resultado da modelação da dispersão de odores, obtém-se o mapa de curvas isodoras da envolvente da estação.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 13
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Tabela 6. Resumo das propriedades do modelo de dispersão

ADMS	Modelos de dispersão Gaussiano de última geração desenvolvido por CERC (Cambridge Environmental Research Consultants) e com carácter regulador no UK e Irlanda. Versão 5
Período de médio	Percentil 98 horário anual
Valor de referência	Não ultrapassar os 3 ou _E /m ³ para o percentil 98 horário anual em zonas urbanas (Anteprojeto de Lei contra a Contaminação Odorífera do Governo de Catalunha)
Informação meteorológica	Modelo meteorológico meso escalar: Weather Research and Forecasting (WRF)
Zona de estudo	10 Km x 10 Km
Cenários de modelação	Condições normais de funcionamento

4.2 METEOROLOGIA DO MODELO DE DISPERSÃO

Os fenómenos meteorológicos regem o transporte, a transformação e, finalmente, a eliminação dos contaminantes da atmosfera. A análise da evolução dos parâmetros meteorológicos em períodos de médios horários é necessário para a adequada interpretação dos fenómenos de dispersão. A dispersão vertical dos contaminantes está eminentemente dominada pelos fluxos das massas de ar dependendo da temperatura ambiente e a incidência da radiação solar. Por outro lado, a velocidade e direção do vento determinam a direção de avanço dos contaminantes, assim como o grau de diluição e a distância percorrida desde o ponto de emissão. Os efeitos de turbulência mecânica, em combinação com o índice de rugosidade do terreno, determinam o comportamento dos fenómenos de dispersão nas capas mais baixas da atmosfera.

Para aumentar a representatividade do modelo de dispersão, faz-se uso de um modelo meteorológico meso escalar. Neste caso, parte-se de uma série meteorológica de 1 ano (2013) com uma resolução horizontal de 3 km, extraídas do modelo Weather Research and Forecasting (WRF), para a integração no modelo de dispersão de contaminantes ADMS.

O modelo meteorológico WRF-ARWv3.3. é um modelo meteorológico não hidrostático de nova geração desenvolvido pelo National Center for Atmospheric Research (NCAR) da NOAA e configurado com uma estrutura modular. WRF tem capacidade para execuções em modo multitarefa sobre computadores com memória distribuída ou partilhada.

Os campos de inicialização e estrutura para a simulação do modelo WRF para este projeto será realizado a partir de simulações de modelos de maior escala, em concreto com o modelo CFS v.2 (Climate Forecast System), desenvolvido pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP) norte-americano que, fornece os resultados da simulação com uma resolução horizontal de 0.5°.

O arquivo de dados meteorológicos simulados reúne as características resumidas na seguinte tabela:

Tabela 7. Características de simulação do modelo meteorológico

Modelo	Weather Research and Forecasting (WRF)
Malha	50x50 Km ² a 3km de resolução
Topografia (DEM)	Dados NASA-SRTM (90m)
Modelo usos do solo (LULC)	Global Land Cover 2000 (1000m)
Dados superfície / Dados de altura	Horários / Cada 12 h

Para uma melhor interpretação dos dados meteorológicos e determinar a sua influência na difusão, apresenta-se seguidamente:

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 14
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

- A rosa-dos-ventos.
- A tabela de frequência de vento (%) em função da direção e velocidade.

Os ventos predominantes são os de componente N.

Figura 9. Rosa de ventos (Ano 2013)

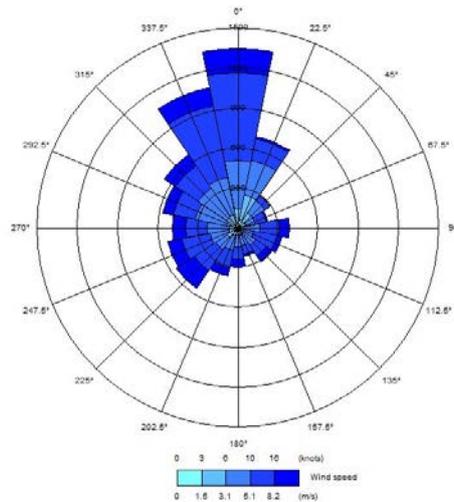


Tabela 8. Frequência do vento (%) direção-velocidade – Ano 2013

DIRECTION	SPEED						Total
	≤1.54 m/s	≤3.09 m/s	≤5.14 m/s	≤8.23 m/s	≤10.80 m/s	>10.80 m/s	
N	0,4	1,88	4,09	10,42	2,72	0,1	19,6
NNE	0,55	2,76	1,99	1,86	0,1	0	7,25
NE	0,48	1,22	0,88	0,64	0,02	0	3,23
ENE	0,19	0,68	0,64	0,97	0,17	0	2,65
E	0,17	0,35	1,17	1,92	1,02	0	4,64
ESE	0,15	0,34	0,74	2,13	0,35	0,09	3,8
SE	0,14	0,59	1	0,96	0,43	0,25	3,37
SSE	0,23	0,6	0,87	0,74	0,14	0,05	2,62
S	0,22	0,55	0,67	1,15	0,48	0,33	3,39
SSW	0,18	0,76	1,07	1,66	0,63	0,26	4,57
SW	0,3	0,89	0,99	2,45	1,49	0,46	6,57
WSW	0,3	0,59	1,28	2,41	1,05	0,35	5,98
W	0,26	0,51	1,5	1,86	0,99	0,31	5,43
WNW	0,46	0,71	2,32	2,22	0,79	0,27	6,76
NW	0,41	0,91	2,23	2,68	0,83	0,36	7,42
NNW	0,3	1,2	2,65	6,5	1,84	0,19	12,68
Total	4,71	14,54	24,09	40,55	13,06	3,03	99,98
						Calms	0,02
						Missing	0
						Total	100

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 15
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

4.3 MATRIZ DE COTAS DO TERRENO

Os dados topográficos são imprescindíveis para a elaboração de um modelo de dispersão atmosférica que simule o comportamento dos odores na atmosfera, uma vez que o relevo que circunda o emissor condiciona os movimentos das massas de ar.

Os dados topográficos são introduzidos no modelo através da incorporação de um modelo digital do terreno (MDT).

Basicamente os MDT dividem o território em filas e colunas formando uma matriz regular, cada célula da referida matriz contém um atributo que, neste caso, são as cotas do terreno. Esta malha de pontos é interpolada através de um procedimento denominado “*kriging*”, criando uma estrutura regular de forma que obtemos em cada ponto do terreno um valor de altitude.

Quanto mais densa seja a malha de pontos, a interpolação será mais exata e os dados do MDT final mais representativos.

A matriz de cotas do terreno foi obtida do CGIAR-CSI (The CGIAR Consortium for Spatial Information), que proporciona o modelo digital SRTM3, elaborado pela NASA e o USGS. O SRTM (Shuttle Radar Topography Mission – Digital Terrain Elevation Data). Este MDT apresenta-se em formato de 3 arcos de segundo (aproximadamente 90 m de resolução), com erro vertical estimado de menos de 16 m.

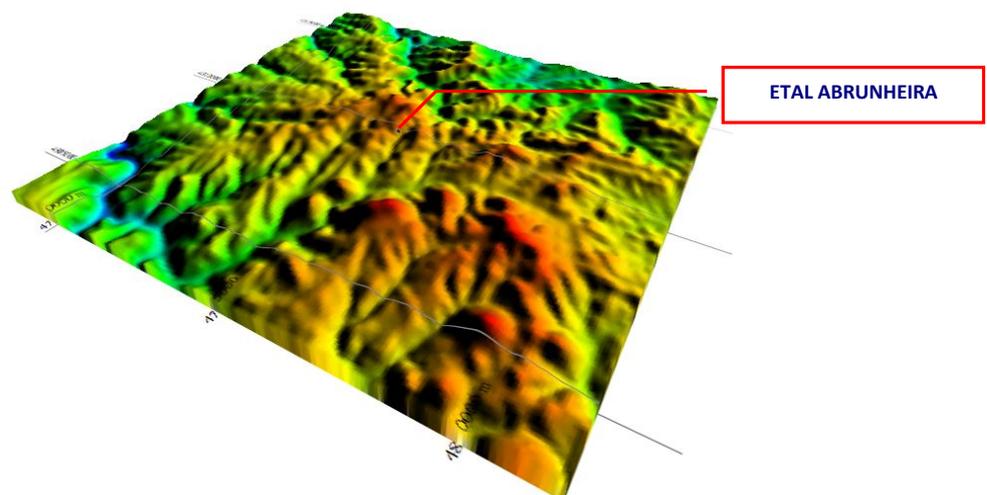
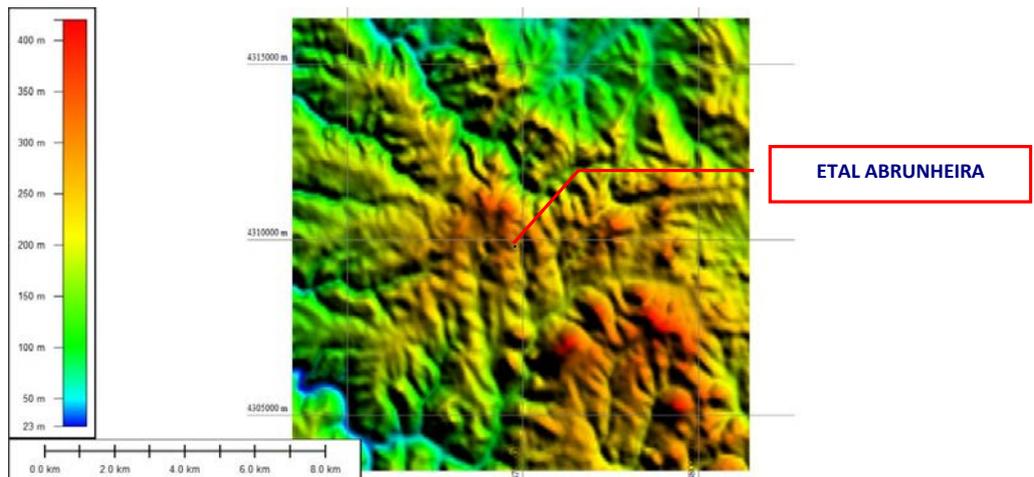
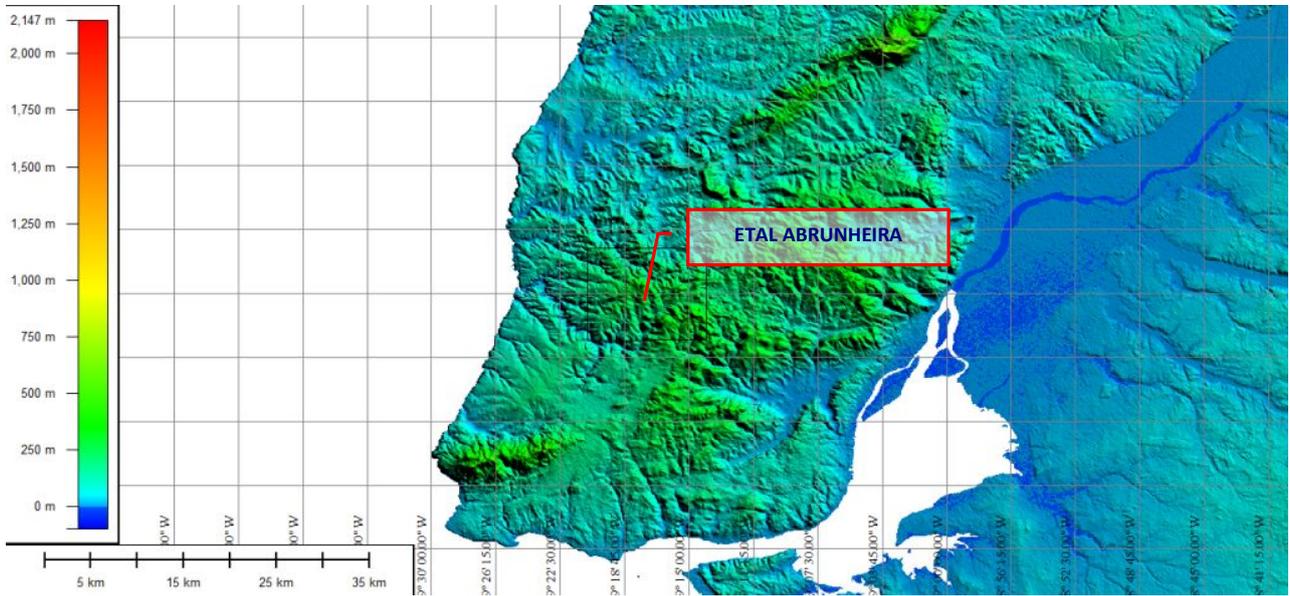
As coordenadas UTM (WGS84 Fuso 29) da esquina inferior esquerda da superfície de terreno considerada no modelo são:

- X = 468.653
- Y = 4.316.236

A partir do MDT foram geradas as imagens em 2D e 3D de 10 Km de lado para mostrar como é a orografia da zona de difusão dos contaminantes, fator que condiciona o seu deslocamento na envolvente das instalações.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 16
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Figura 10. Imagens em 2D e 3D do Modelo Digital do Terreno



Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 17
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Para a modelação da dispersão de odores foi introduzido sobre o MDT uma malha de recetores quadrada de 10 Km x 10 Km de lado com centro na ETAL da Abrunheira e uma separação entre recetores de 100 m.

Figura 11. Malha de recetores (10kmx10km)



Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 18
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

4.4 DEFINIÇÃO DE CENÁRIOS

O modelo de dispersão foi executado para um único cenário de modelação.

Neste cenário teve-se em consideração a configuração de operação para o sistema de desodorização identificada como Aspiração 2, na qual se realiza a aspiração de 100% das fontes geradoras de odores: edifício de exploração, edifício obra de entrada, reatores anóxicos e bacias. Os dados de emissão introduzidos no modelo correspondem aos resultados derivados da execução da campanha de controlo adicional realizada a 12-13/11/2014.

A única fonte de emissão não ligada ao sistema de desodorização é a Caixa de carga, cuja contribuição relativa para a ocorrência de odores provenientes da instalação se considera pouco representativa, pelo que se exclui a consideração como fonte de emissão no modelo de dispersão com o objetivo de isolar o efeito do sistema de desodorização.

Os dados de base no modelo de dispersão para o sistema de desodorização são:

Sistema de desodorização		
CARACTERÍSTICAS DE PROJECTO		
Altura do foco	5,6	m
Diâmetro de chaminé	900	mm
Velocidade de saída de gases	6,90	m/s
Temperatura de emissão	19,5	°C
EMISSÃO ODOR		
Concentração de odor	33.636	ou _E /m ³
Taxa de emissão	516,88	ou _E /h (x10 ⁶)

4.5 MAPA DE ODORES

Na modelação considerou-se o estatístico percentil 98 como o mais representativo para a caracterização da situação de odores na área de estudo de acordo com o critério de avaliação seguido. O resultado da simulação da dispersão de odores, de acordo com o anteprojecto de lei do Governo da Catalunha Contra a Contaminação Odorífera, não poderá atingir uma concentração máxima para o P98 horário de **3 ou_E/m³** durante um ano em zonas habitadas para atividades de gestão de resíduos.

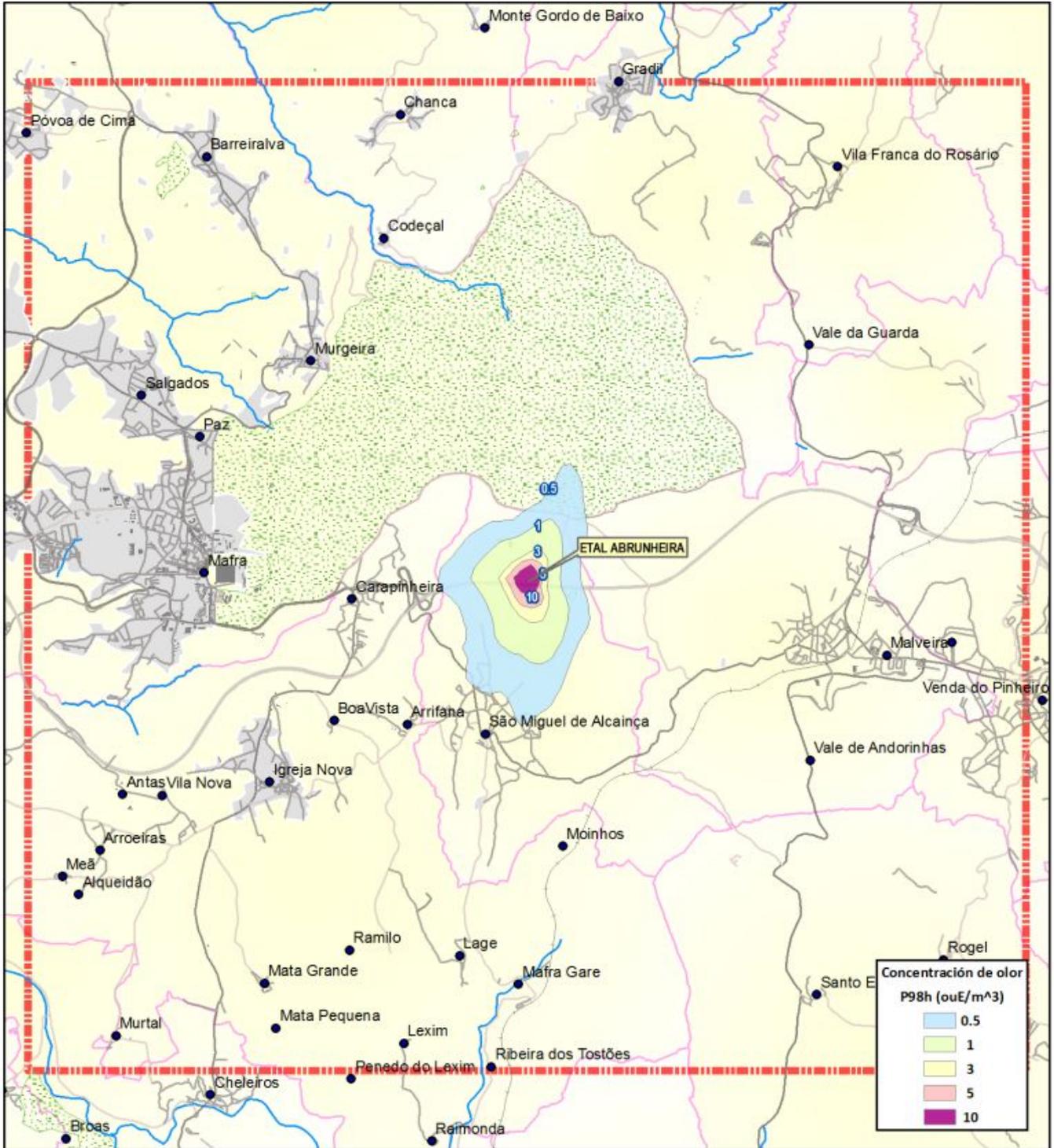
O percentil 98 (P98) horário é o valor que se supera 176 vezes por ano numa série anual completa de 8.760 valores, ou seja, o valor que se supera como máximo 2% de vezes no ano.

Os resultados da modelação foram representados graficamente sobre uma base cartográfica para determinar a localização exata das diferentes concentrações de odor obtidas e a superfície afetada pela produção de episódios de odor.

A dispersão de odores proveniente da estação das instalações da ETAL da Abrunheira correspondente ao percentil 98 horário está representada no Desenho 3 do Anexo I.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 19
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Figura 12. Mapa de odor (P98h – ouE/m³)



Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 20
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

Os valores máximos de concentração em imissão derivados da aplicação do modelo de dispersão alcançam de forma muito localizada nas proximidades do sistema de desodorização ou na envolvente mais próxima à instalação da ETAL da Abrunheira. A isolinha que marca a concentração de odor de $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ alcança no máximo 500 m de raio em torno do ponto de emissão.

Figura 13. Mapa de odor (P98h – ou_E/m^3) – Pormenor I



A partir do ponto de emissão do sistema de desodorização observa-se que o fenómeno de dispersão está condicionado de forma significativa pela orografia do terreno e a distribuição dos ventos na zona. Os odores provenientes da estação dispersam-se de forma maioritária ao longo do eixo longitudinal definido na direção N-S, levados pelos ventos predominantes.

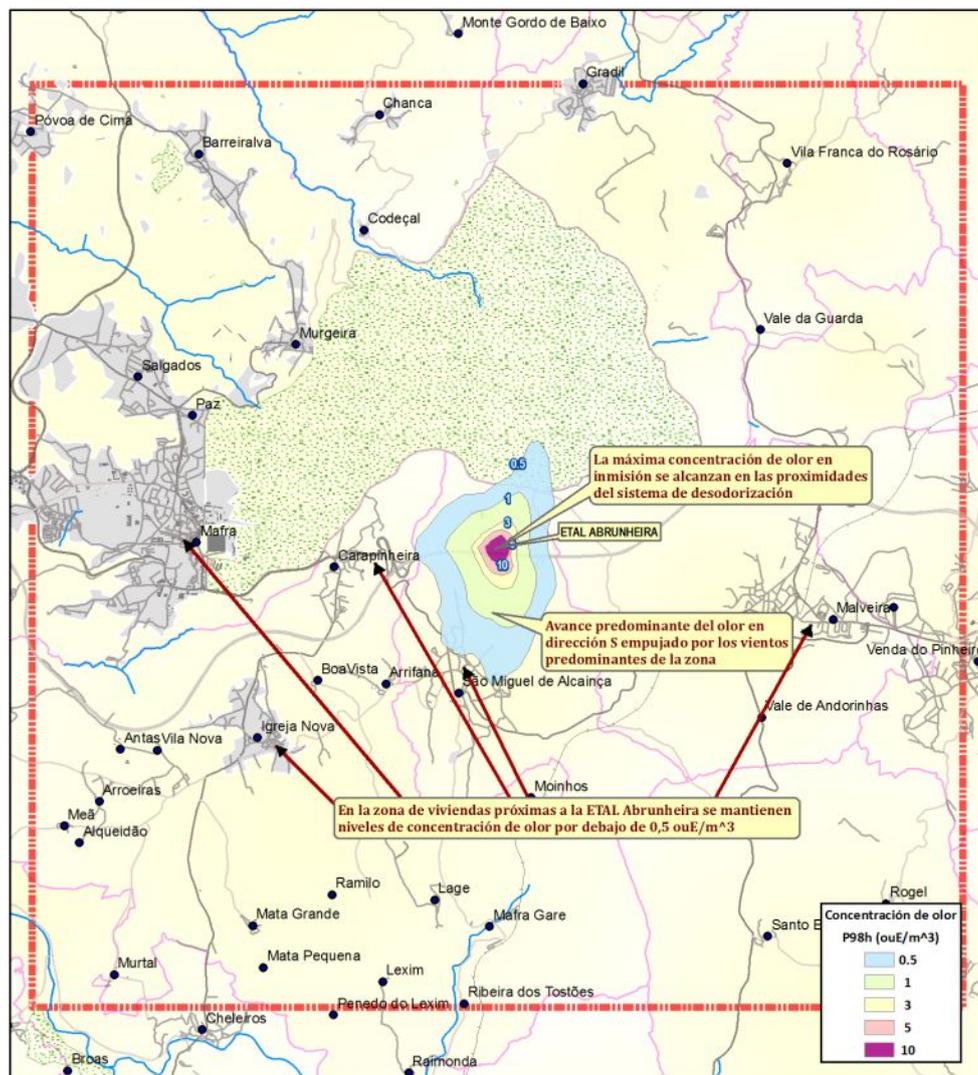
A dispersão de odores provenientes da estação é regulada pela natureza da fonte de emissão de odor, que se caracterizam por ser um ponto de saída canalizado em chaminé impulsionado por um sistema de ventilação depois do tratamento dos gases, o que condiciona a dispersão do odor emitido e a concentração que alcançam em emissão. A expansão em ascensão favorece a dispersão efetiva de contaminantes sem gerar efeitos consideráveis nas concentrações produzidas a nível do terreno, pelo que ao aumentar a altura do ponto de emissão e a velocidade de saída contribui-se para a redução do impacto odorífero. No caso concreto do foco do sistema de desodorização, fica demonstrado que o caudal de saída dos gases emitidos é suficientemente elevado para favorecer a ascensão da nuvem, aumentando o fluxo vertical da nuvem no ar ambiente e com ele a altura efetiva das chaminés. Isto faz com que o impacto odorífero derivado desta fonte não tenha um efeito significativo em pontos distantes no que respeita às instalações.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 21
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

A análise do mapa de odores deve concentrar-se nos episódios de odor gerados na envolvente da estação e, mais concretamente, no seu efeito sobre a população. Na avaliação da afetação pelo odor resultante do modelo de dispersão consideram-se as zonas habitadas próximas como recetores especialmente sensíveis à geração de episódios de odor, principalmente devido à distância que existe com a estação e sua localização dentro do eixo de avanço predominante do odor.

A dispersão dos odores emitidos a partir da ETAL da Abrunheira não afeta os núcleos populacionais que se apresentam dentro da zona de estudo de 10 Km² porque se encontram fora da isolinha que marca a concentração de 0,5 ou_E/m³. Tal leva a concluir que se descartam episódios desagradáveis de geração de odores para a população.

Figura 14. Mapa de odor (P98h – ou_E/m³) – Pormenor II



Isto significa que o resultado do modelo de dispersão nas zonas habitadas que se apresentam dentro da zona de estudo encontra-se significativamente abaixo do valor limite de referência de 3 ou_E/m³ do anteprojeto de Lei contra a contaminação odorífera do Governo da Catalunha, o que implica que se as suas emissões não supõe uma alteração na qualidade do ar em relação aos odores.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 22
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

5. CONCLUSÕES

No presente estudo de dispersão de odores analisou-se o potencial impacto que sobre a qualidade do ar que tem o funcionamento da ETAL da Abrunheira, centrando o seu efeito nas emissões libertadas através do sistema de desodorização da estação.

Para determinar os possíveis incómodos em redor da estação foram recolhidas amostras olfatométricas nas fontes de odor identificadas e foi realizada a modelação da concentração de odor na envolvente próxima da instalação calculando o máximo percentil 98 horário para um ano completo, de acordo com as exigências da documentação de referência e a evolução técnica atual no que respeita à dispersão de odores.

De forma complementar procedeu-se à realização de uma análise adicional no sistema de desodorização depois da implementação de uma série de melhorias, procedendo à avaliação do rendimento da redução da carga odorífera uma vez o sistema plenamente em operação.

Do resultado do estudo completo de odores conclui-se que:

- O impacto que produz a contaminação ambiental por odores como consequência do funcionamento da estação atinge concentrações acima do valor de referência do anteprojeto contra a contaminação odorífera da Lei do Governo da Catalunha de $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ para o percentil 98 horário anual para atividades de gestão de resíduos em zonas próximas aos limites da instalação, ficando o impacto circunscrito a uma superfície não superior a 500 m de raio desde o ponto de emissão.
- O impacto que produz a contaminação ambiental por odores como consequência da atividade da estação em zonas habitadas pode avaliar-se como nulo se se atender ao facto de que todos os núcleos populacionais da zona de estudo se encontram fora da isolinha que marca a concentração de odor em emissão de $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.
- Um aspeto importante dentro do controlo do sistema de desodorização é a determinação do rendimento do sistema. Para a sua avaliação procedeu-se à recolha de amostras do gás bruto, para comparar o resultado do ensaio com o valor obtido à saída do mesmo, e determinar o seu rendimento do ponto de vista olfatométrico. Depois da melhoria do sistema de desodorização verifica-se que o seu rendimento está próximo de 50% de redução da carga odorífera quando apresenta um fluxo de entrada associado à aspiração de 100% das fontes geradoras de odores: edifício de exploração, edifício obra de entrada, reatores anóxicos e bacias.
- Na interpretação destes resultados é necessário sempre ter em consideração que a ocorrência de odores é inerente à atividade desenvolvida. A correta gestão das emissões de odor, a instalação de sistemas de dispersão e tratamento dos gases nas etapas mais críticas do processo são elementos que beneficiam a manutenção de condições ambientais favoráveis.
- Pode classificar-se a atividade da ETAL da Abrunheira como compatível com a envolvente ao verificar-se um impacto odorífero nulo em zonas habitadas próximas.

Modelo de dispersão e caracterização olfatométrica da ETAL do Ecoparque da Abrunheira (Mafra, Portugal)	Página	: 23
	Referencia	: 943-203637
Estudo completo de odores	Revisão	: 1
	Data	: Dezembro 2014

ANEXO I. DESENHOS



 Área de estudio

PROJECT

943-203637

ESTUDIO COMPLETO DE OLORES DE LAS INSTALACIONES DE LA ETAL DE ABRUNHEIRA (MAFRA, PORTUGAL)

MAP TITLE

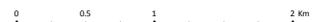
Mapa de localización







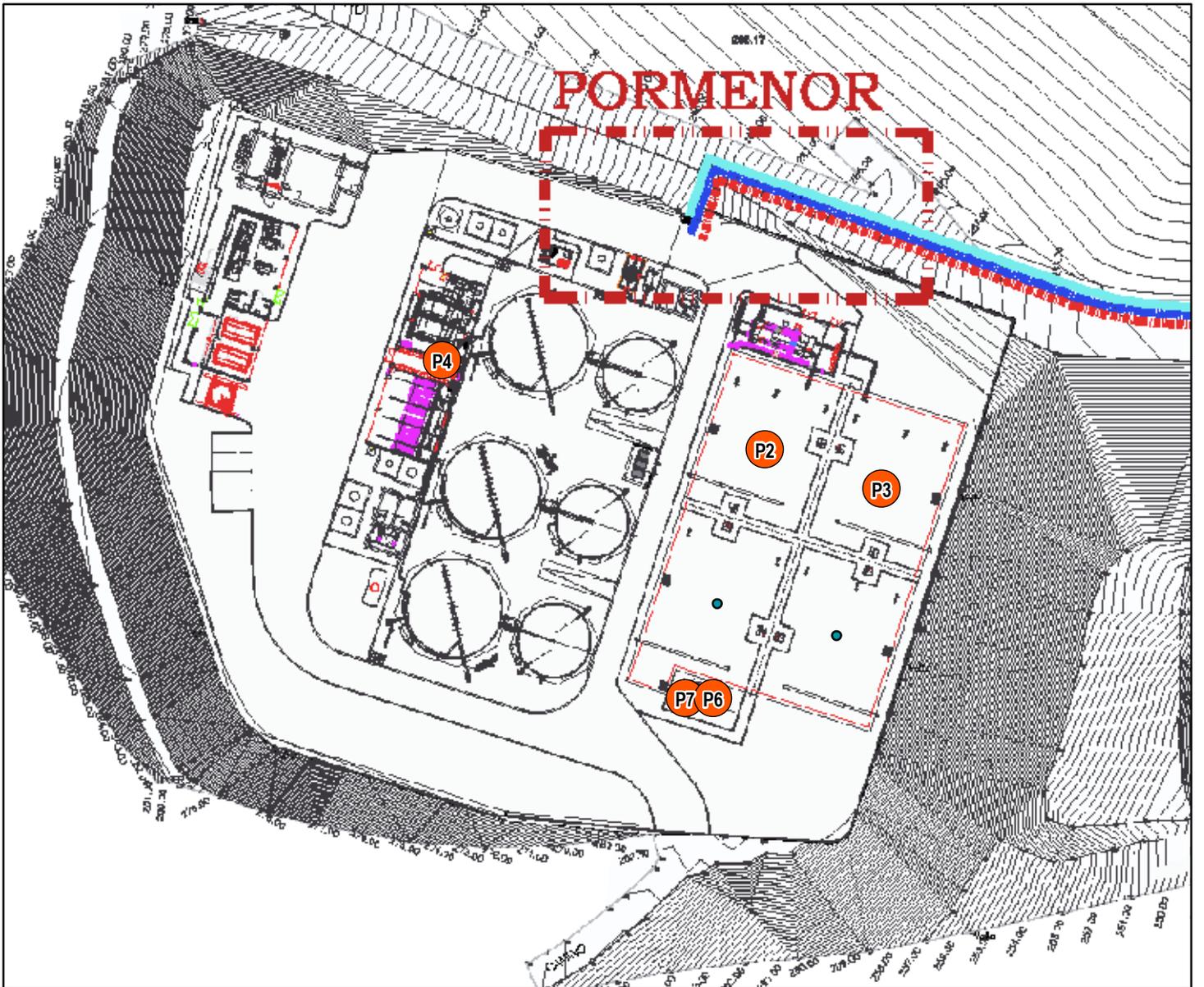
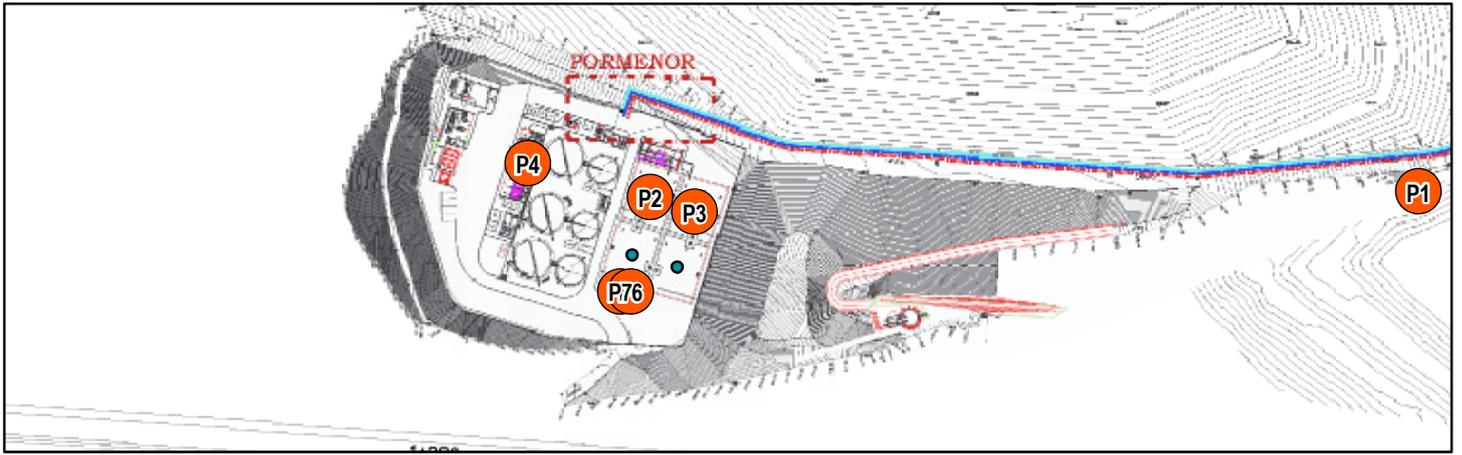
Scale: 1:55,000



Escala Original DIN-A4

Número de mapa

1



● Puntos de control de olor

- P1- Caja de carga
- P2- Venteo balsa 1
- P3- Venteo balsas 2, 3 y 4
- P4- Sala de deshidratación
- P6- Desodorización (in)
- P7- Desodorización (out)

PROJECT

943-203637

ESTUDIO COMPLETO DE OLORES DE LAS INSTALACIONES DE LA ETAL DE ABRUNHEIRA (MAFRA, PORTUGAL)

MAP TITLE

Puntos de control de olor

SGS

socamex

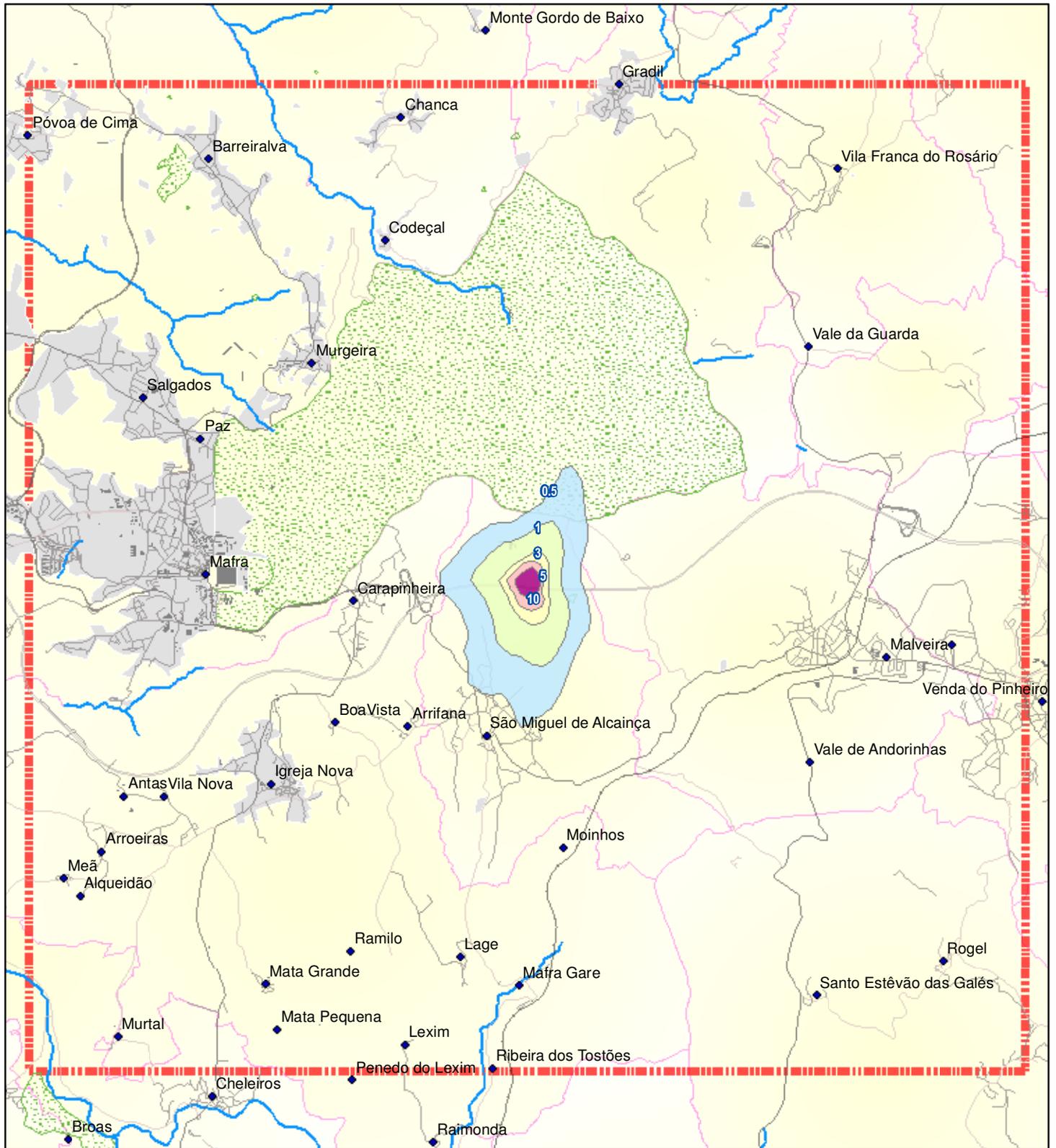


Scale: 1:800
0 0.003 0.006 0.012 Km

Escala Original DIN-A4

Número de mapa

2



Dispersión de olor
Período de promedio: percentil 98 horario anual

CRITERIO DE EVALUACIÓN:
Límite de Referencial (Borrador del Anteproyecto de Ley contra la Contaminación Olorífera de la Generalitat de Catalunya):
Zonas urbanas < 5 ouE/m³

FUENTES DE EMISIÓN DE OLOR:
Sistema de desodorización



Área de estudio

Concentración de olor
P98h (ouE/m³)



PROJECT

943-203637

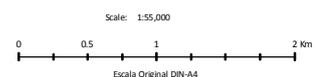
ESTUDIO COMPLETO DE OLORES DE LAS INSTALACIONES DE LA ETAL DE ABRUNHEIRA (MAFRA, PORTUGAL)

MAP TITLE

Mapa de olores - Máximo P98 horario (ouE/m³)

SGS

socamex



Número de mapa

3

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
Data	Tratolixo 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
3.1	O Odor	13
3.2	Caracterização dos odores.....	14
3.3	A problemática dos odores na comunidade	16
3.4	Origem e natureza do odor na área circundante à Tratolixo	17
3.4.1	Caracterização do composto sulfureto de hidrogénio (H ₂ S)	18
3.5	Enquadramento Legal	19
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
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	Painel de Observadores.....	31
5.4.2	Medição do impacto de odor-inspeção de campo aplicando a VDI 3940- parte 2.....	35
6	ANÁLISE DE RESULTADOS	37
6.1	Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S).....	37
6.1.1	Análise meteorológica da campanha de monitorização passiva (tubos de difusão)	42
6.2	Medições sensoriais.....	45
6.2.1	Painel de Observadores.....	45
6.2.2	Inspeção de campo - aplicação de VDI 3940 – Parte 2.....	62
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68

7.1	Conclusões	68
7.2	Linhas de Orientação Futura.....	72
7.2.1	Vertente técnica	72
7.2.2	Vertentes entidades/população.....	73
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 Tratalixo 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 Tratalixo 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 realocizados 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 137 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 Maфра, 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.

Tabela 1- Esquema Metodológico da avaliação de odores

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 TratoLixo 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 TratoLixo 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 Maфра limítrofes à envolvência 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 impacte 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.

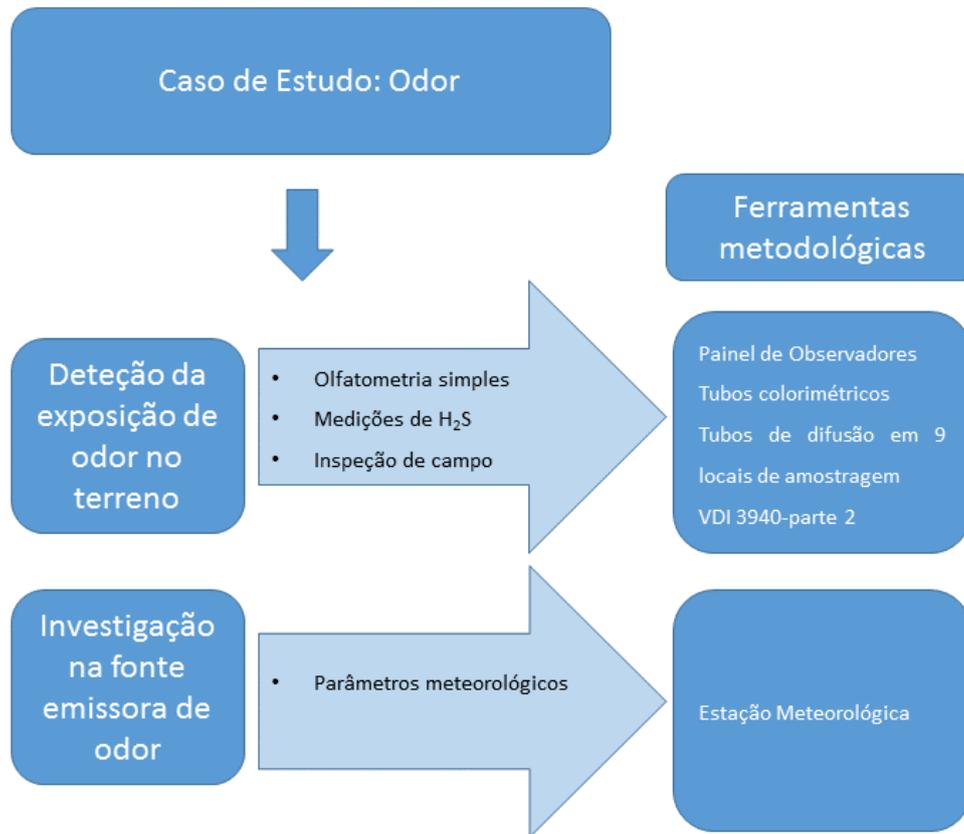


Figura 1 – Pressupostos metodológicos aplicados no presente estudo

3 Objeto de Estudo

3.1 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 baixos. 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 conseqüentemente maior probabilidade de emissão para a atmosfera.



Figura 2 - Esquema de percepção de odor

3.2 Caracterização dos odores

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.

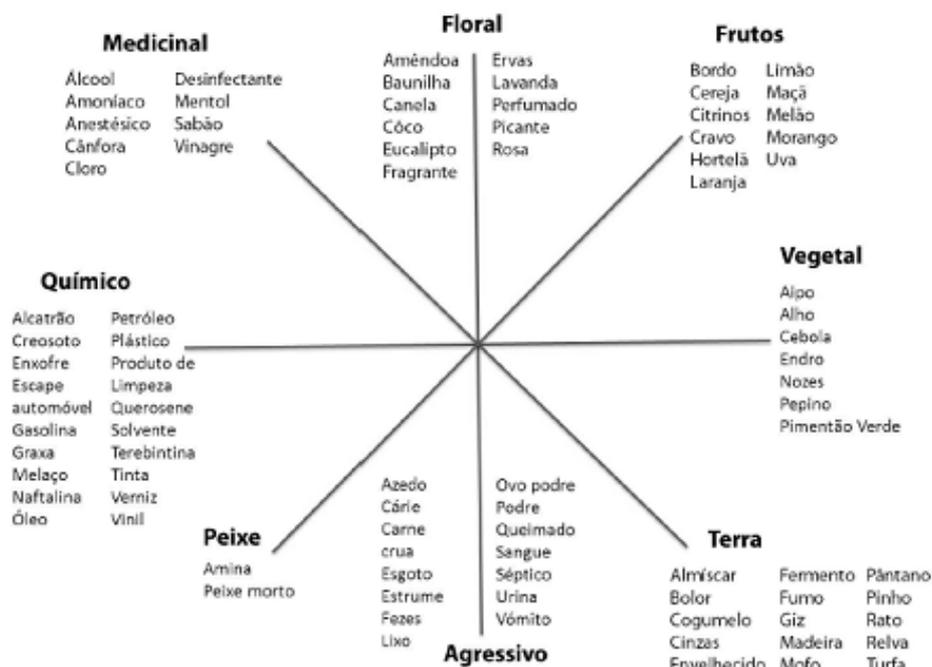


Figura 3- Roda do odor (adaptado de Epstein, 2011)

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).

3.3 *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 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 ressalvado 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.

3.4 *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.

Os odores provenientes dos resíduos urbanos biodegradáveis (RUB) relacionam-se com a presença de compostos odoríficos 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 odoríficas 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , 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	“Odor threshold” - 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

3.5 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 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 Alcaíça, 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 Alcaíça; 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 Alcaíça 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.

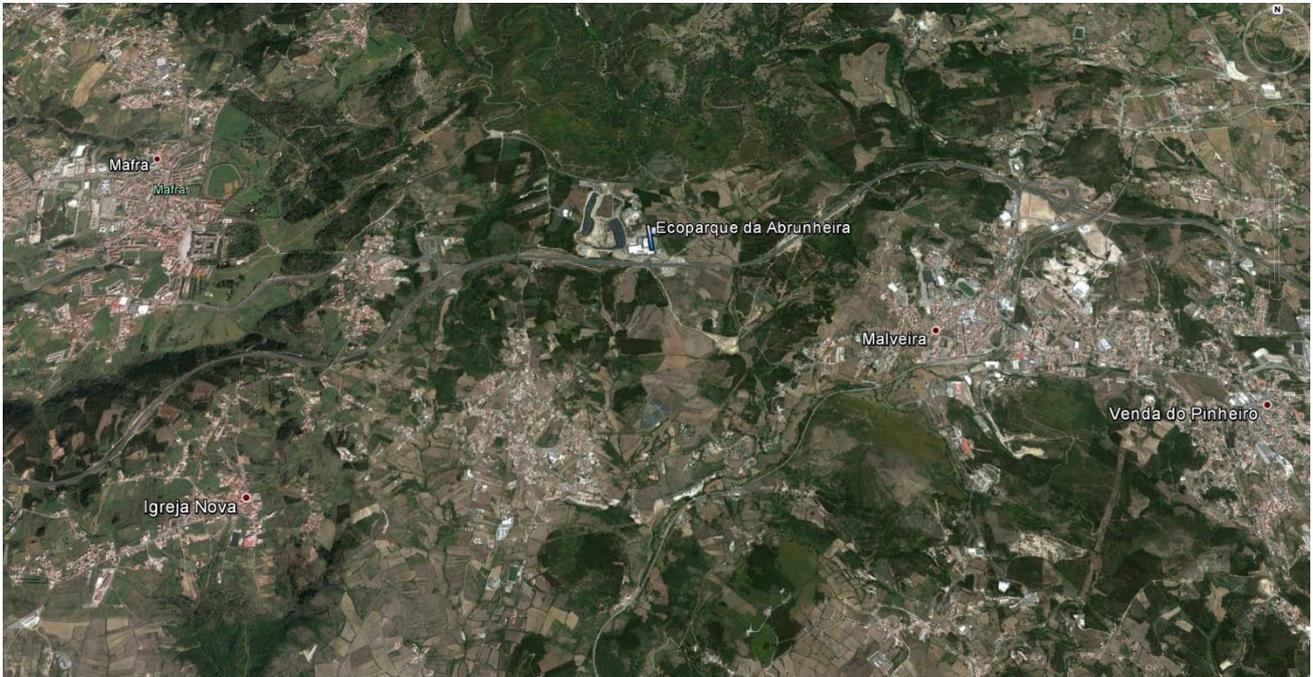


Figura 4 – Localização das instalações da TratoLixo no Ecoparque da Abrunheira, concelho de Mafra

5 Metodologia

5.1 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

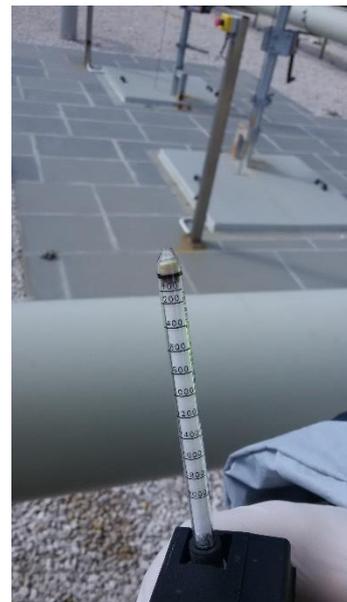


Figura 7 – Tubo colorimétrico H_2S

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

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.

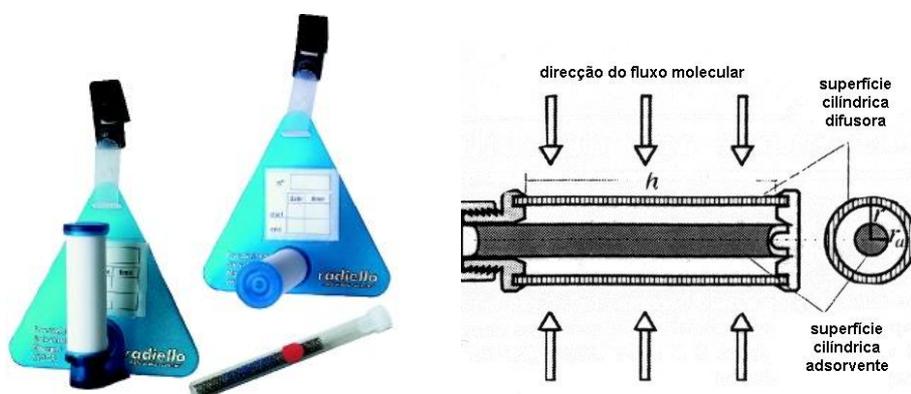


Figura 8 - Tubos de difusão *standard* da Radiello e representação esquemática, em corte e planta, de um equipamento de monitorização passiva (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)

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.

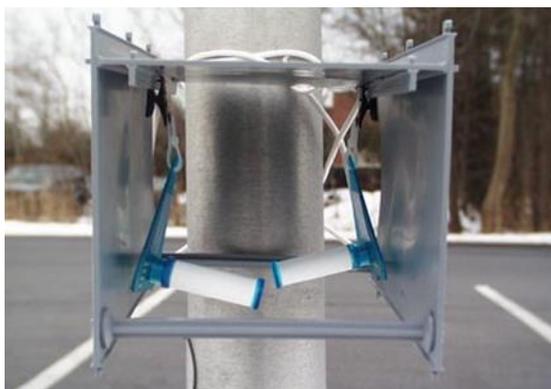


Figura 9 - Abrigo com tubos de difusão Radiello (Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS, 2006)

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 longos 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 H₂S foi composta por nove pontos de colocação de amostradores passivos, distribuídos espacialmente na área envolvente à Tratulixo. A distribuição dos pontos de amostragem pelo concelho de Mafra foi delineada pelos técnicos da NOVA.ID.FCT e da Tratulixo, 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 relocados os pontos: “Tapada de Mafra” para “Estrada Municipal da Abrunheira” e “Malveira” e “Igreja Nova” para o interior das instalações da Tratulixo (ETARI e Edifício de Escritórios).

A realocação dos pontos de amostragem para o interior da Tratulixo 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.

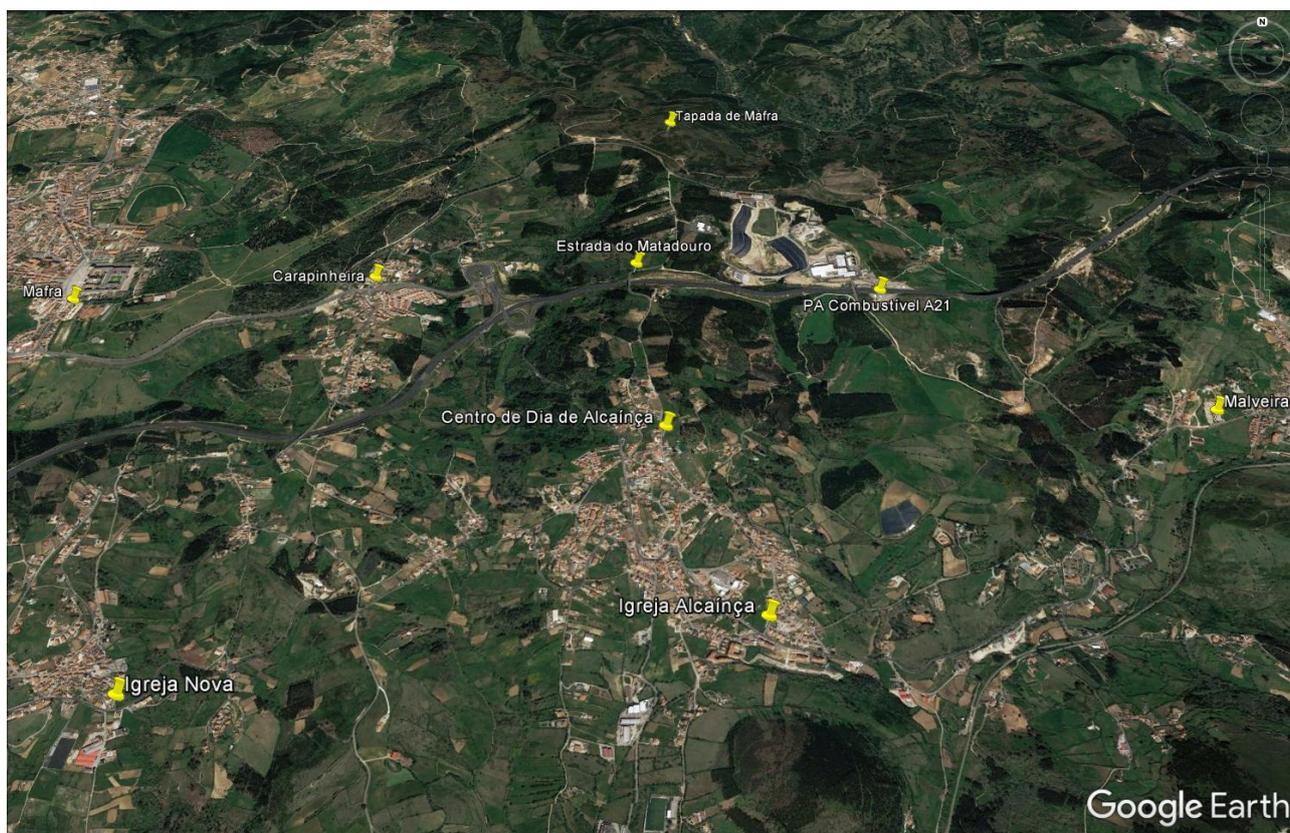


Figura 10 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H₂S_1ª campanha

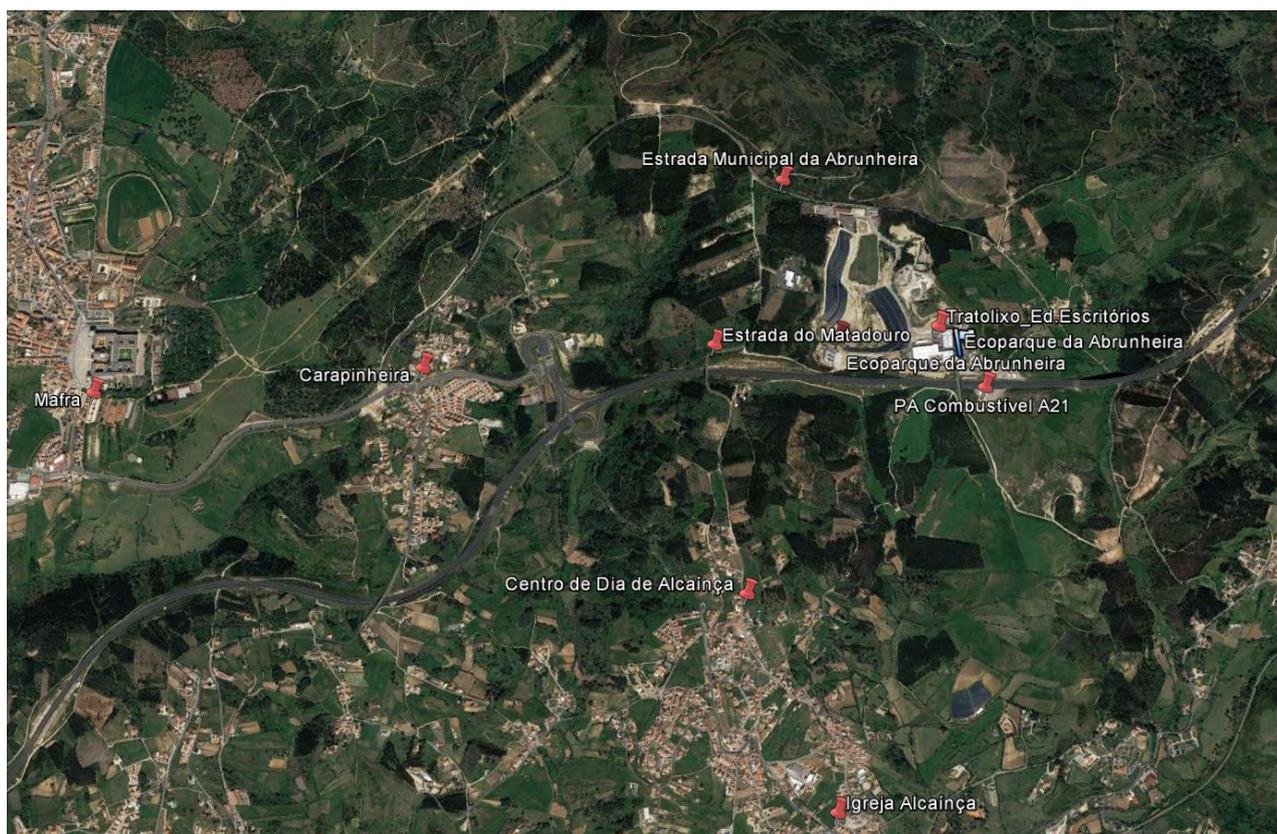


Figura 11 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H₂S_2ª campanha

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 Alcaíça	38°55'38.58"N	9°17'42.65"W	✓	✓
H ₂ S-7	Igreja de Alcaíça	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	✓

5.3 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. 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 percebida 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	
	

5.4 *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 perceção dos indivíduos e relacionadas com a afetação dessa perceção 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

Observador	1ª Campanha	2ª Campanha
	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 percebidos 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”).

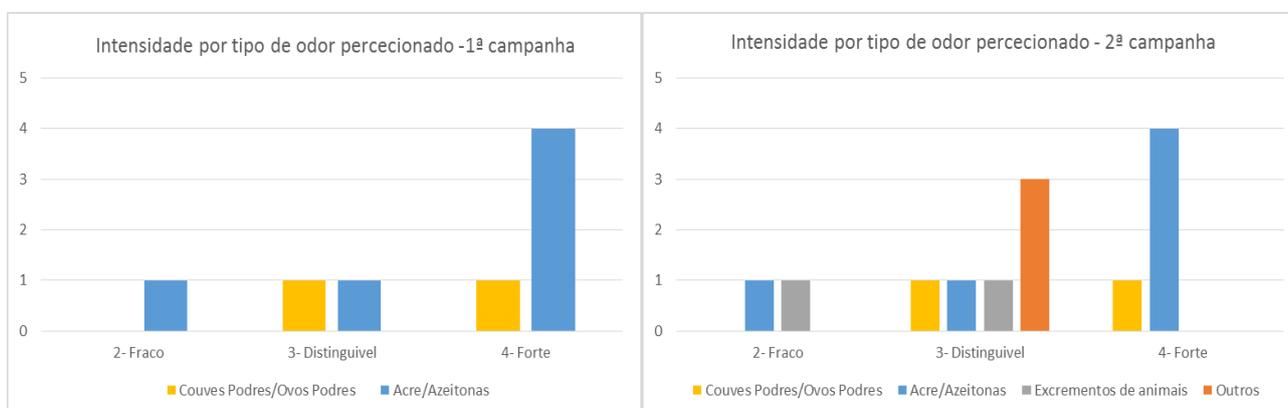


Figura 14 – Intensidade por tipo de odor descrito no inquérito exploratório

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 Tratalixo) 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.

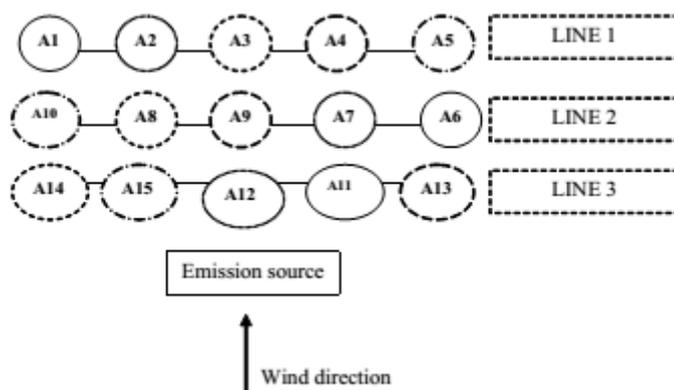


Figura 15 – Exemplo de medição de pluma de odor com três linhas de intersecção (Sówka, 2010)

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	

6.1 Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S)

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 H₂S, 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 H₂S, face aos outros locais. Desta forma, verificou-se que o aumento generalizado das concentrações originou uma média de 13,6 µg/m³ 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 µg/m³, que, apesar de tudo, continua a ser superior à media obtida na 1ª campanha (0,3 µg/m³). 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 H₂S

Ponto de amostragem	Concentração média H ₂ S							
	[µg/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

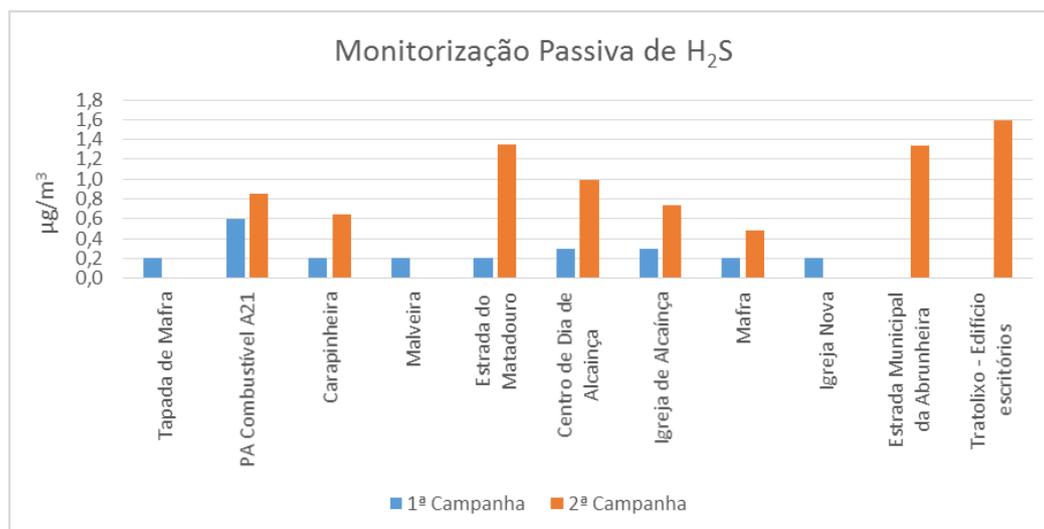


Figura 16 – Representação gráfica das concentrações de H₂S monitorizadas nas duas campanhas

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.

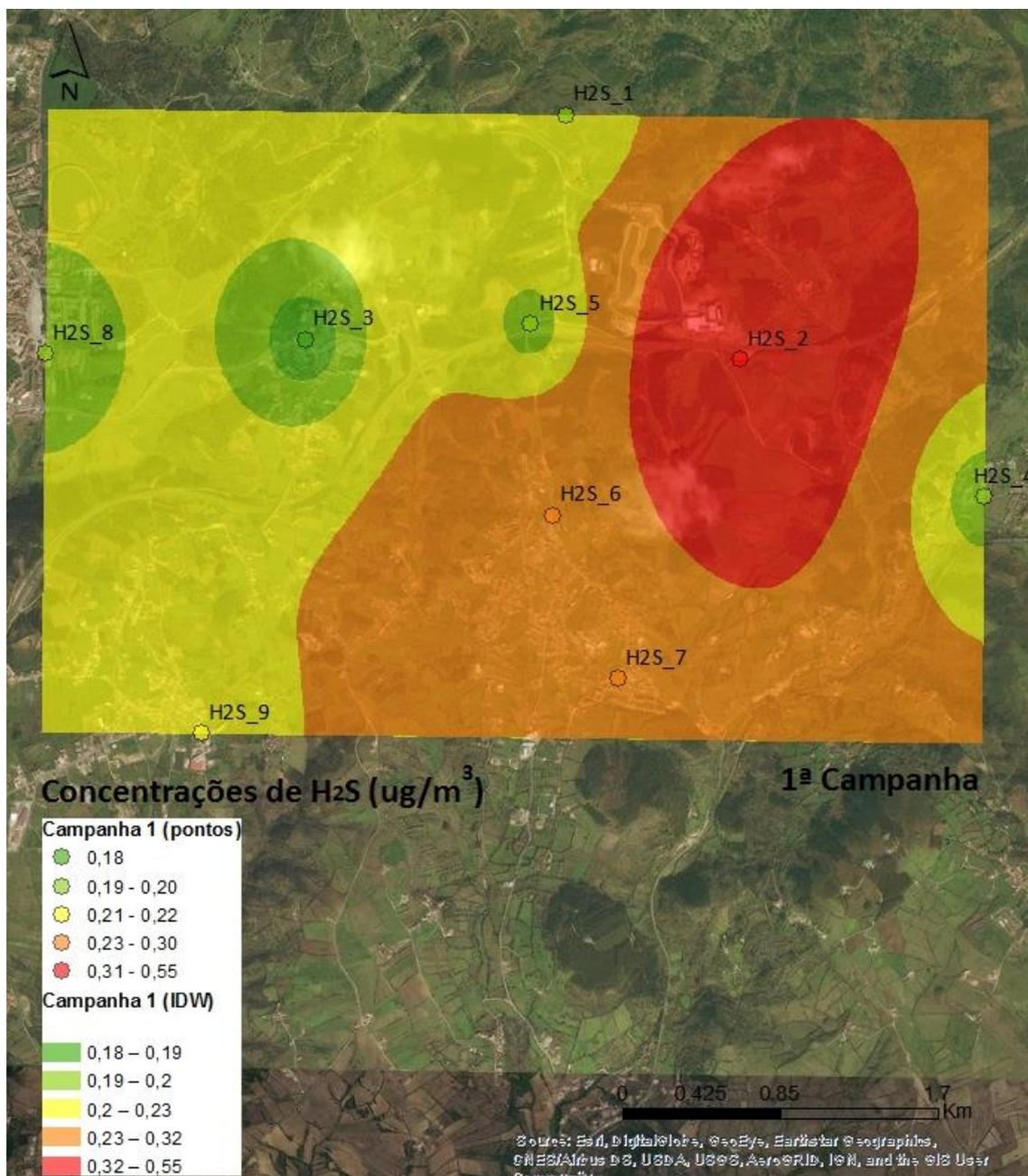


Figura 17 – Mapeamento de resultados da 1ª campanha de monitorização de H₂S através de interpolação geoestatística (IDW)

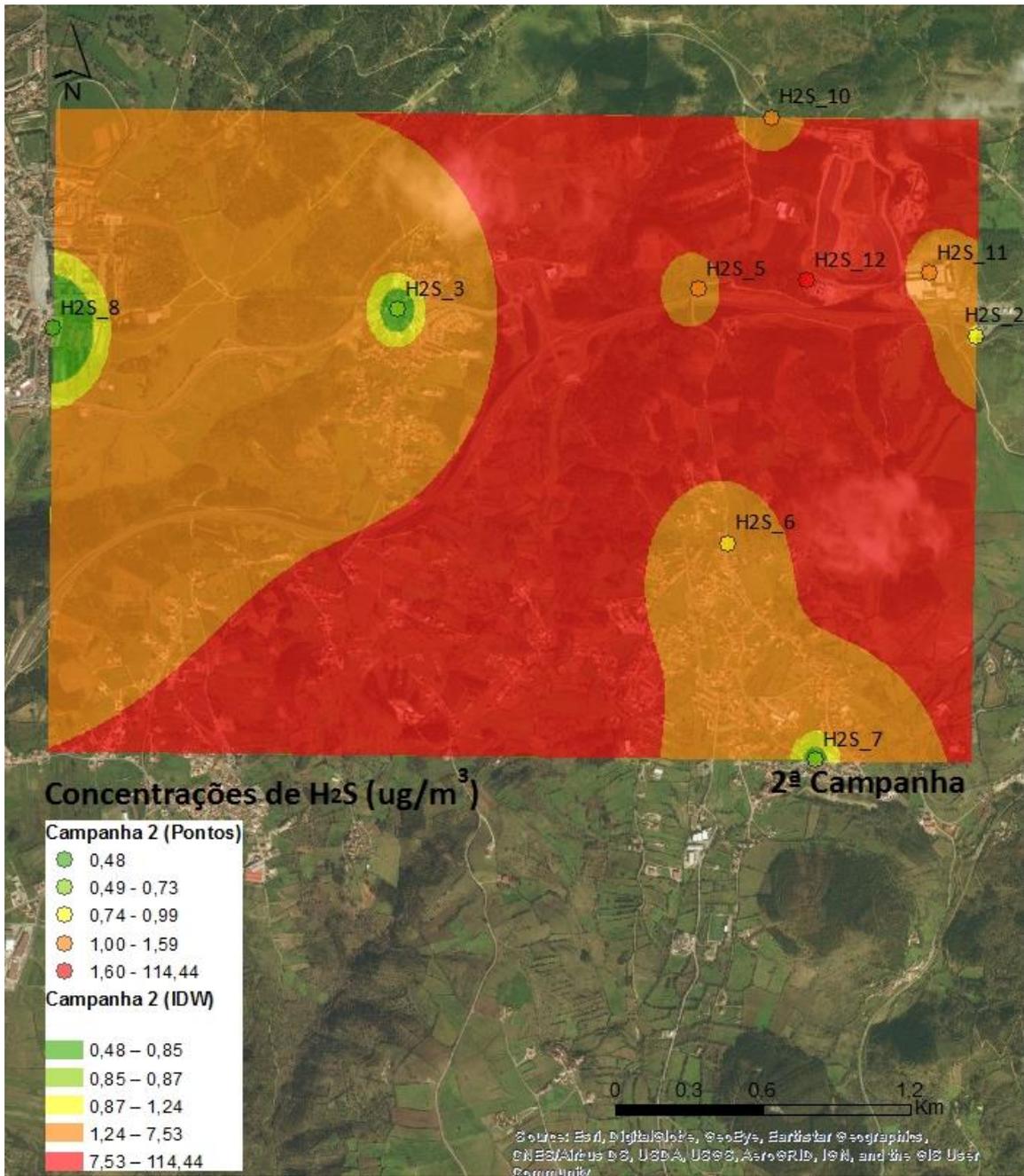


Figura 18 - Mapeamento de resultados da 2ª campanha de monitorização de H₂S através de interpolação geoestatística (IDW)

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

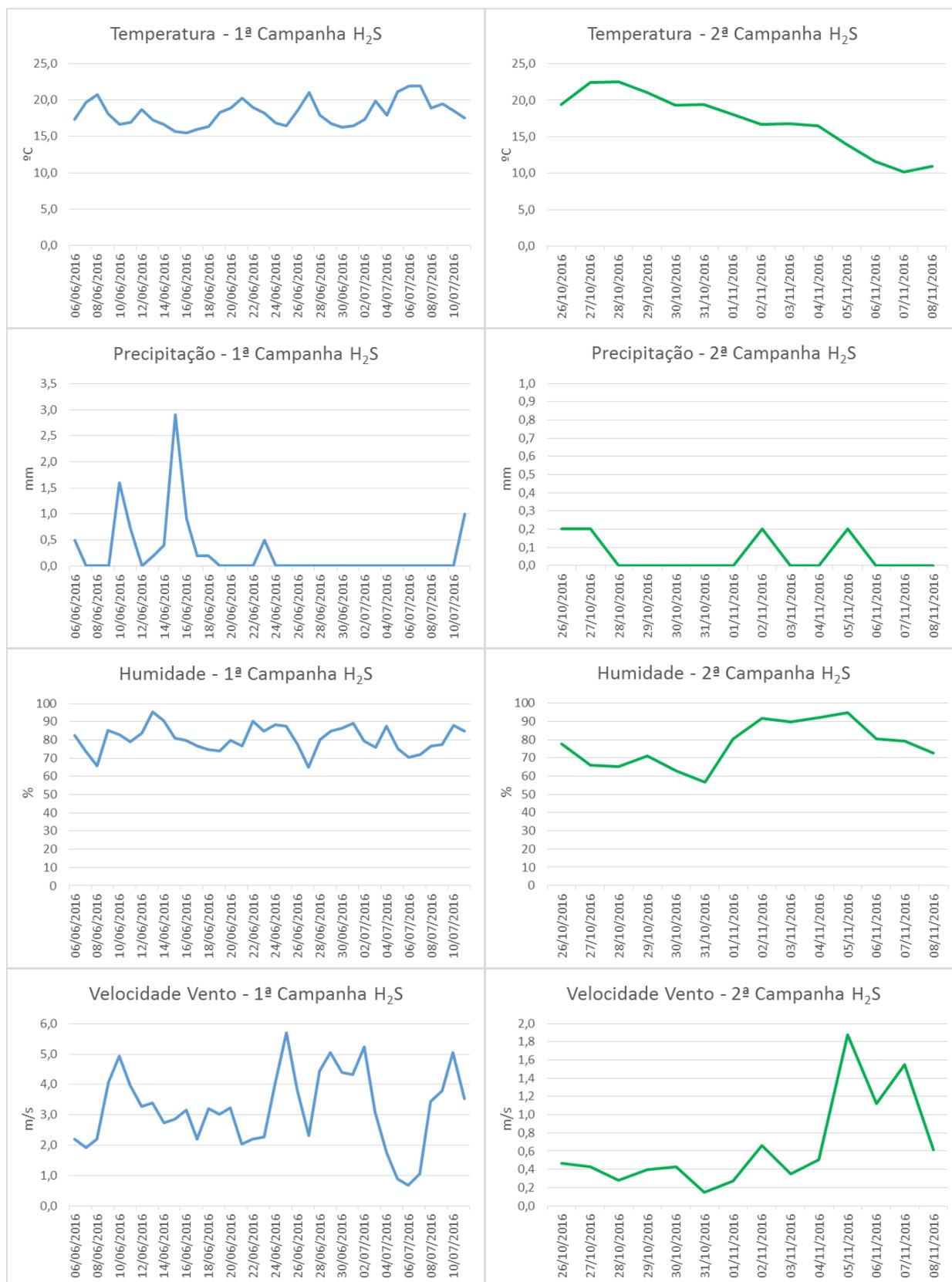


Figura 19 – Análise dos parâmetros meteorológicos registados na monitorização de H₂S

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, conseqüentemente, o aumento da concentração de H₂S amostrada pelos tubos de difusão.

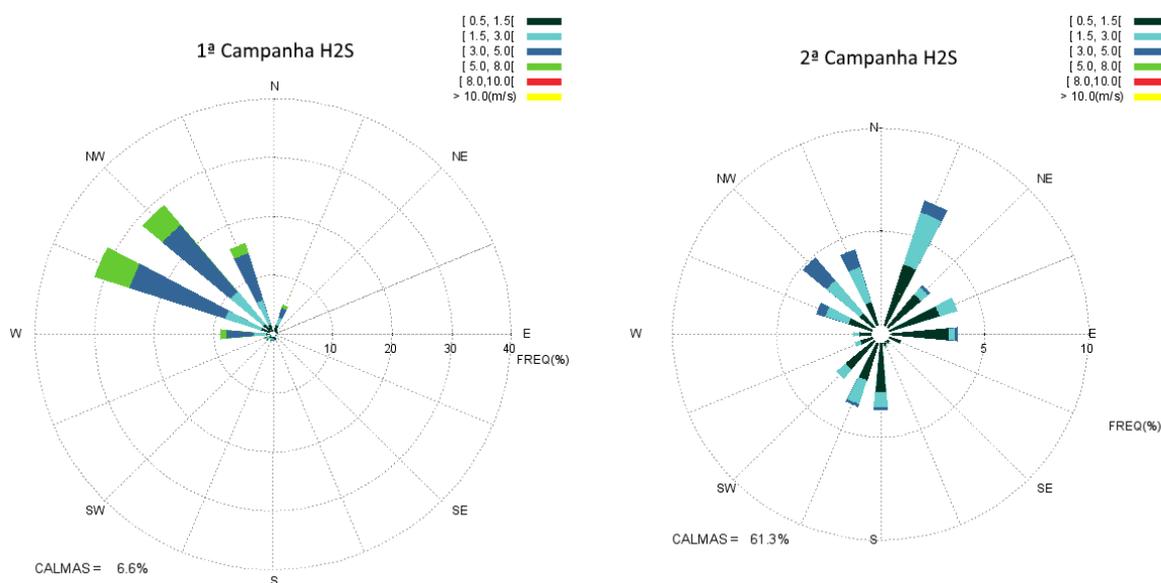


Figura 20- Rosas de ventos determinadas a partir dos dados da estação meteorológica instalada na Tratolixo

6.2 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 percepções 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 137 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).

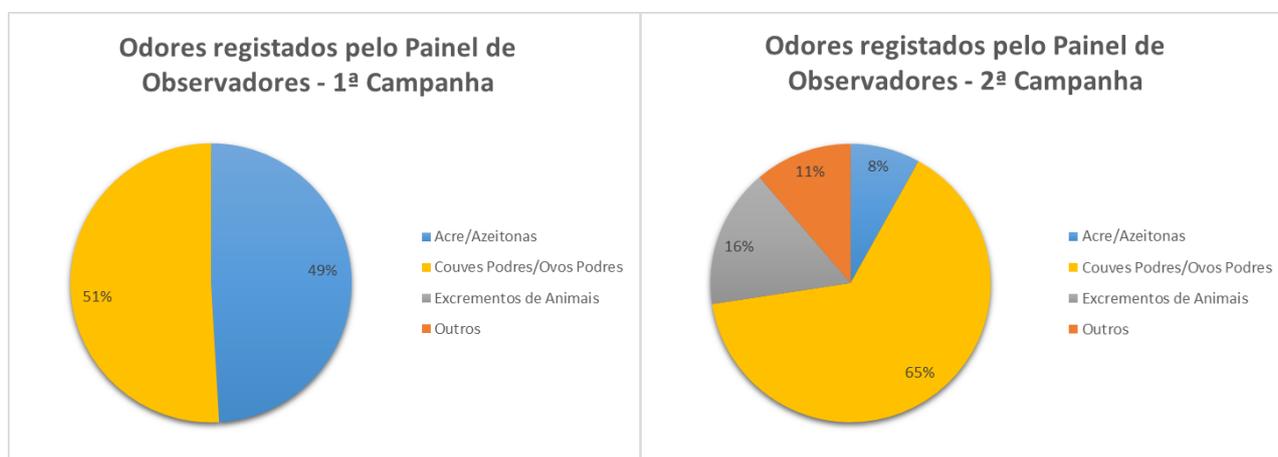


Figura 21- Análise percentual dos registos de odor durante o período de monitorização

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.

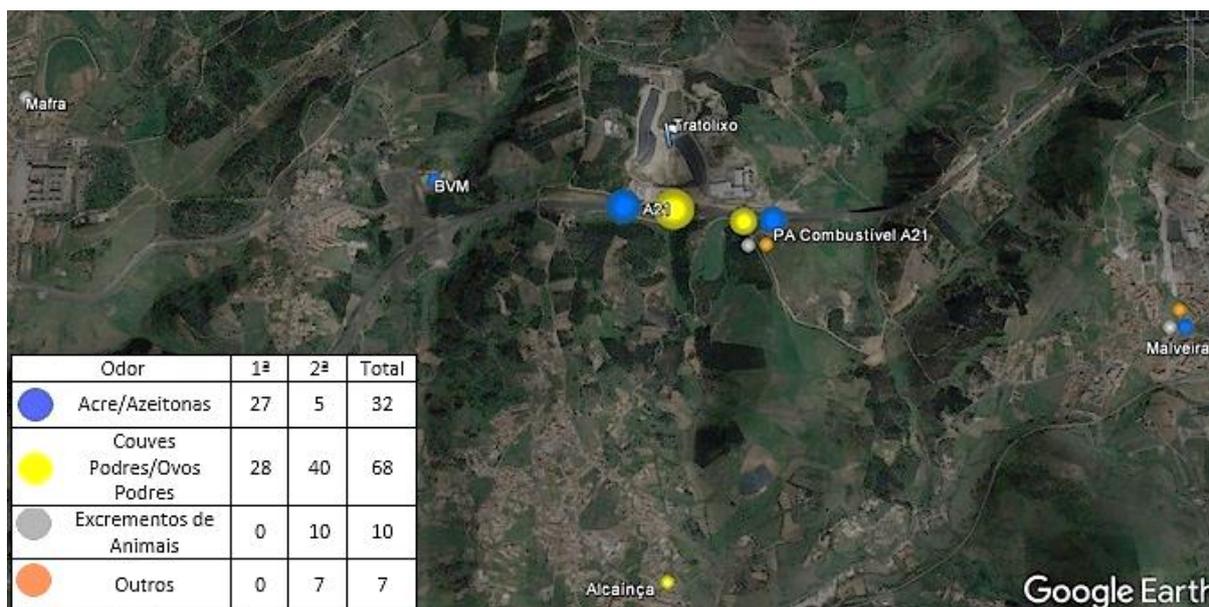


Figura 22 – Mapa de odores com base nos registos do painel de observadores (1ª e 2ª campanha)

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

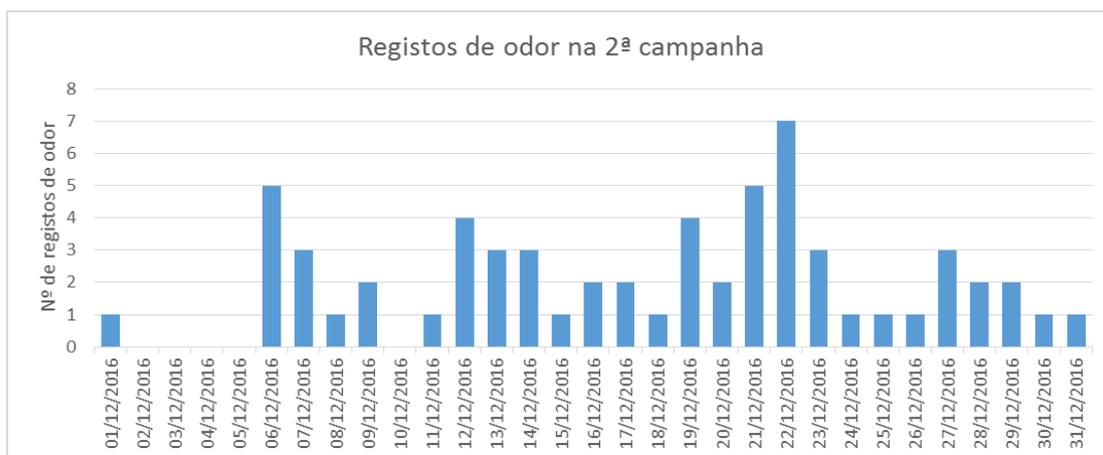


Figura 24 – Registos de odor do painel de observadores na 2ª campanha de monitorização

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.

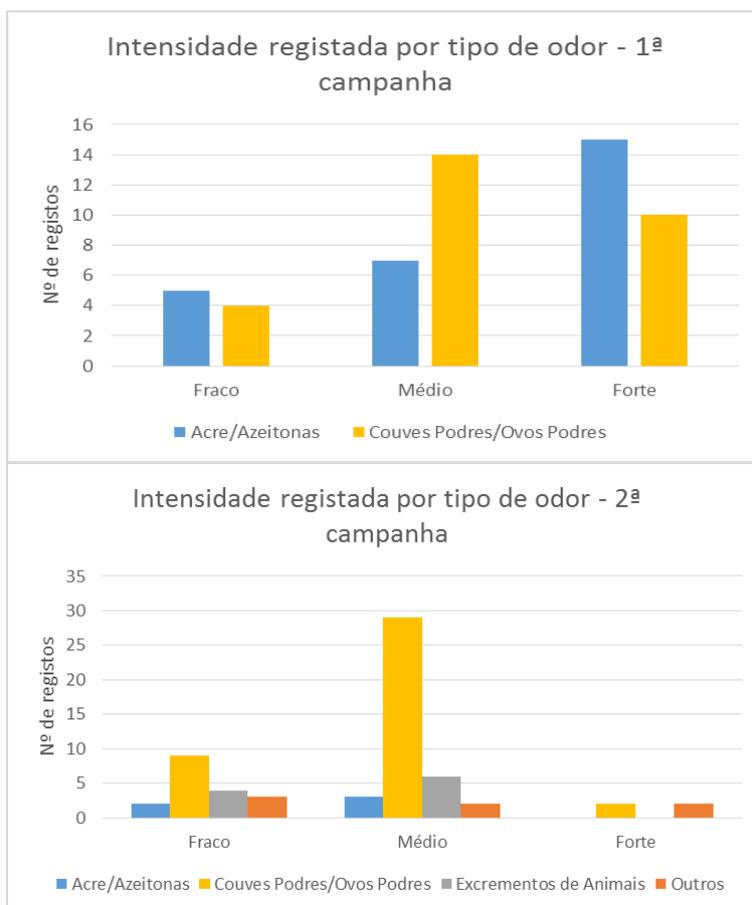


Figura 25 – Intensidade de odor registada pelo painel de observadores no decurso do período de monitorização

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).

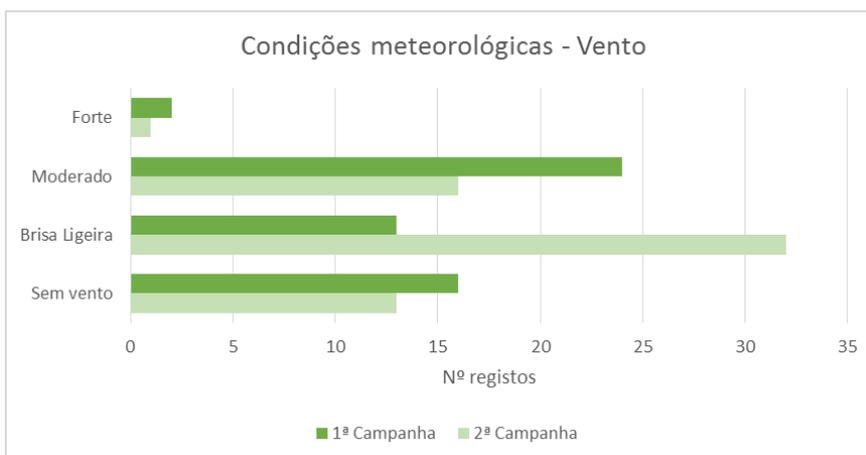


Figura 26- Número de registos relativos à intensidade do vento percebida pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização

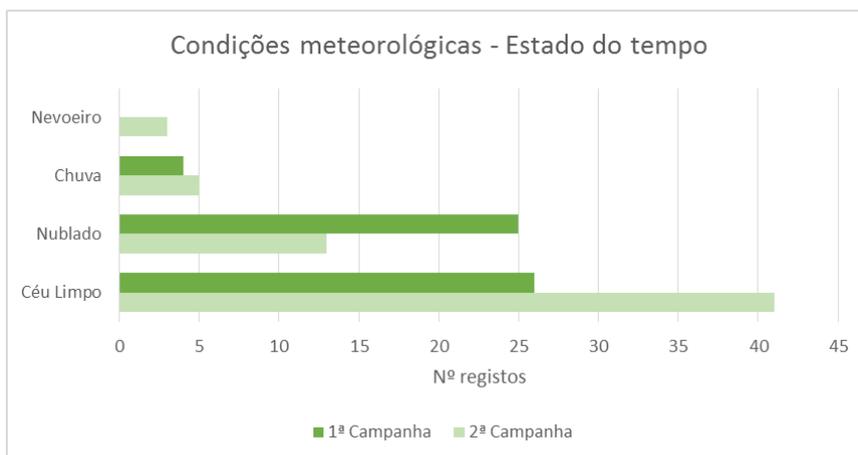


Figura 27- Número de registos relativos ao estado do tempo descrito pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização

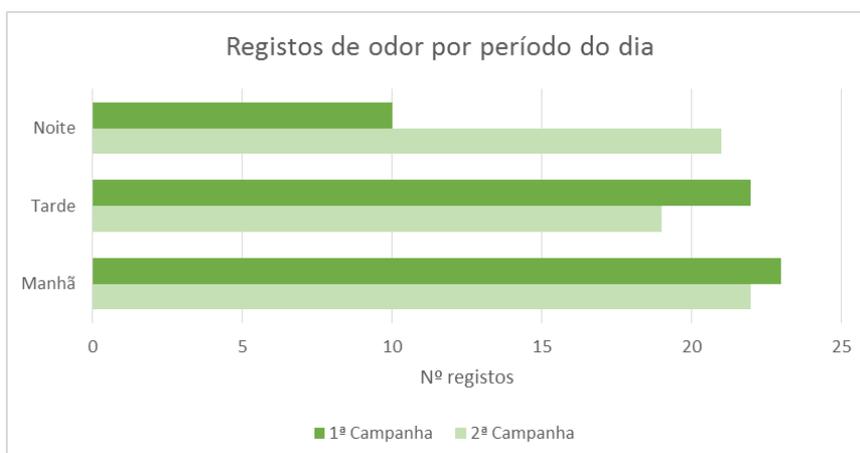


Figura 28- Número de registos relativos ao período do dia percebido pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores por campanha de monitorização

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 a 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.

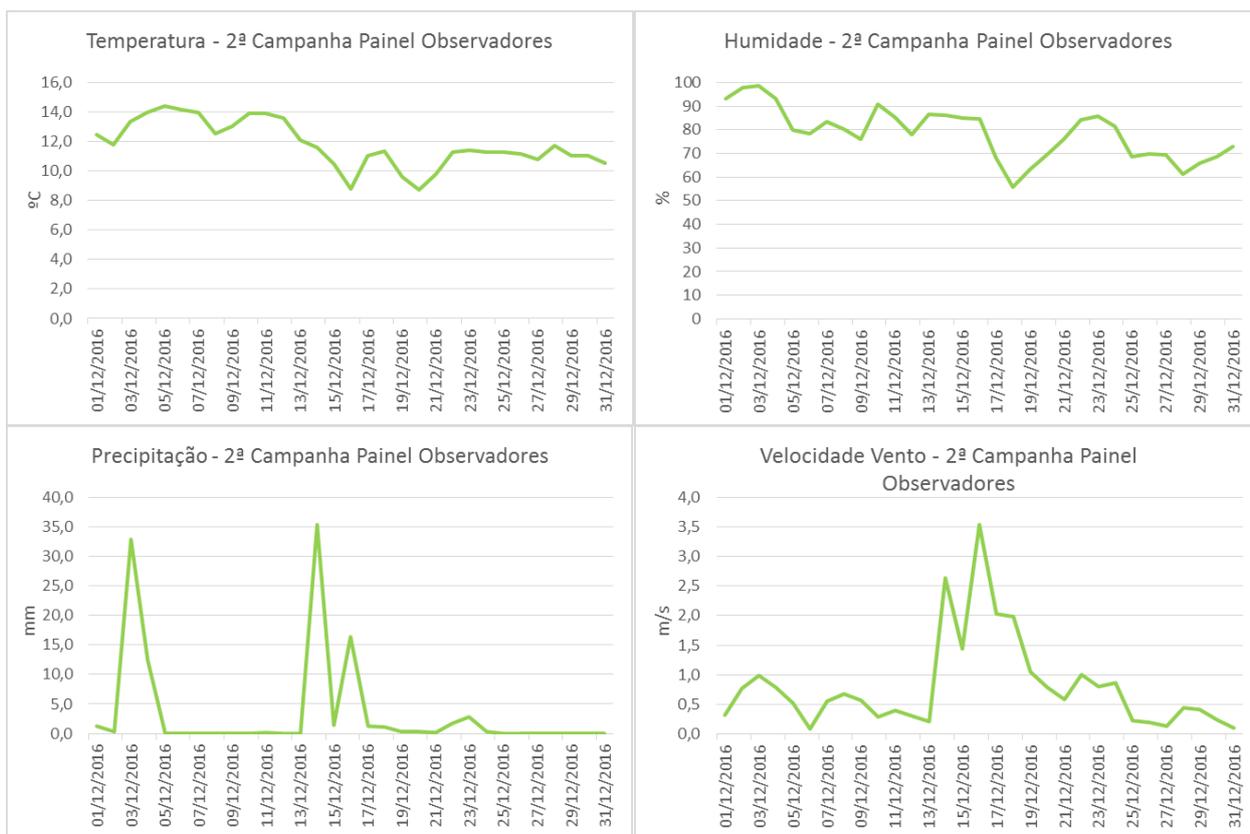


Figura 29 - Análise dos parâmetros meteorológicos registados na 2ª campanha de painel de observadores

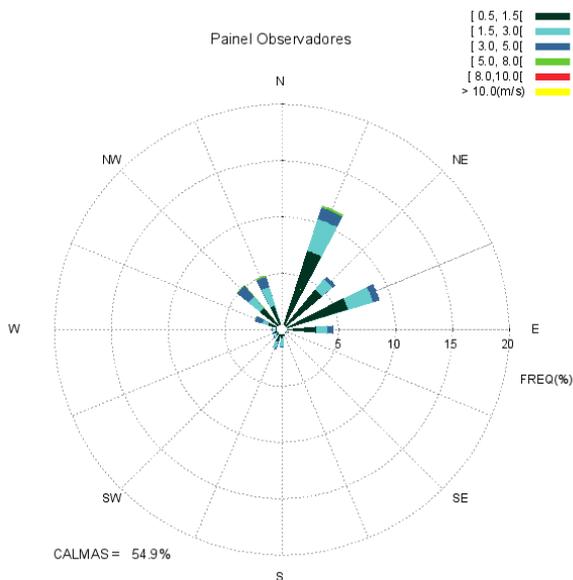


Figura 30 - Rosa de ventos determinada a partir dos dados da estação meteorológica instalada na Tratolixo para a 2ª campanha de monitorização do painel de observadores

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 Tratólixo - 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.

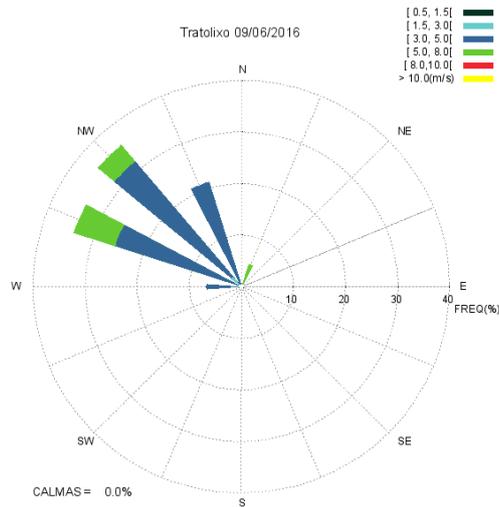
Para cada dia analisado foi criada uma ficha de síntese onde se conjugaram os parâmetros da estação meteorológica, localizada na Tratolixo, os resultados do modelo de dispersão e os indicadores de qualidade do ar disponibilizados pela APA.

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		
09/06/2016 (4 registos)	A21	Fraco a moderado	18,1 °C	85,4%	Sem chuva (0,0 mm)	736m	IQAR: Bom Evento natural: Não

Rosa de vento

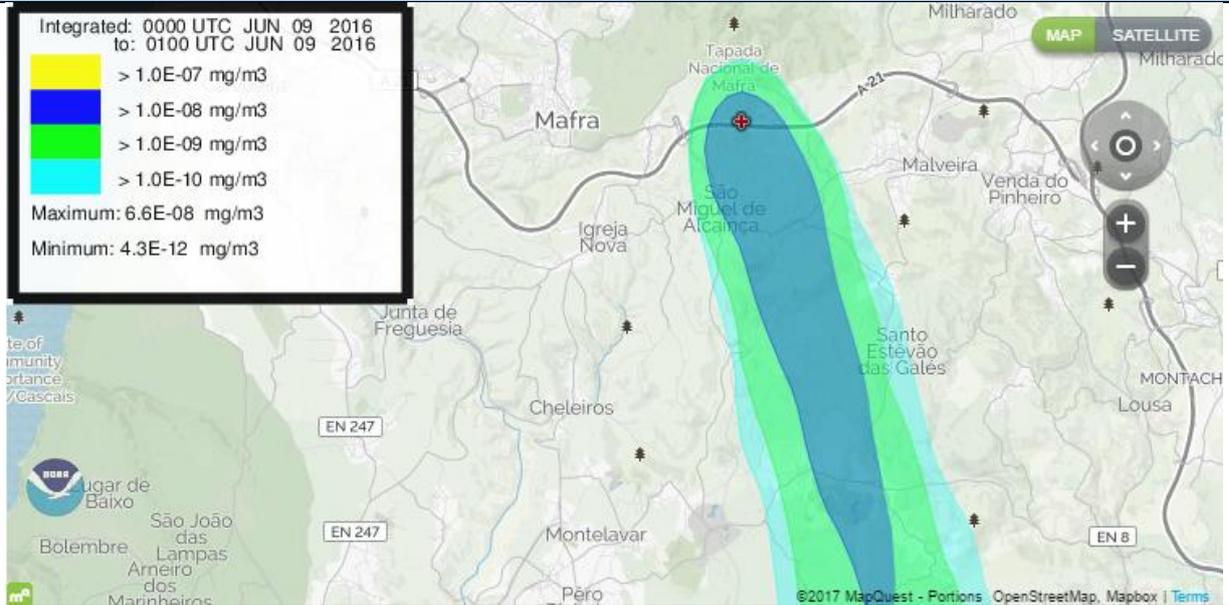


Modelo dispersão Hysplit

Integrated: 0000 UTC JUN 09 2016
to: 0100 UTC JUN 09 2016

- > 1.0E-07 mg/m3
- > 1.0E-08 mg/m3
- > 1.0E-09 mg/m3
- > 1.0E-10 mg/m3

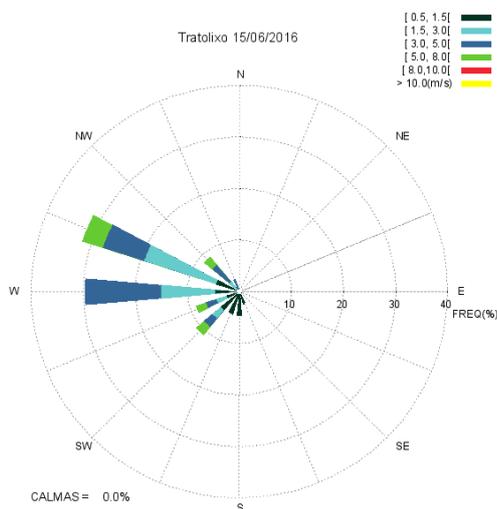
Maximum: 6.6E-08 mg/m3
Minimum: 4.3E-12 mg/m3



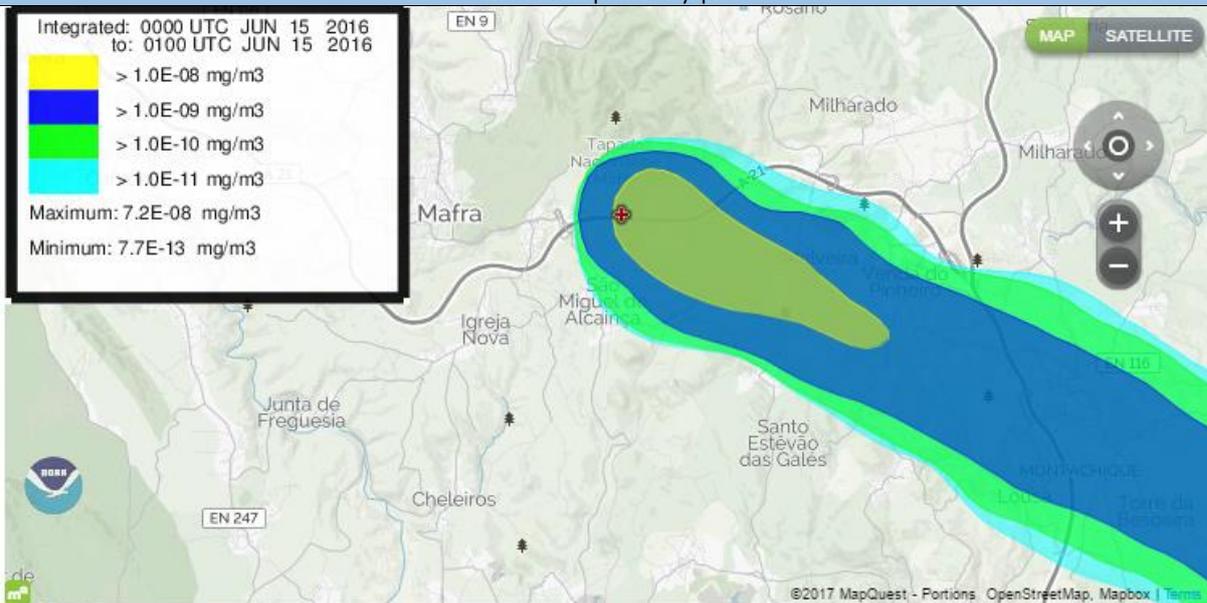
Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar

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

Rosa de vento



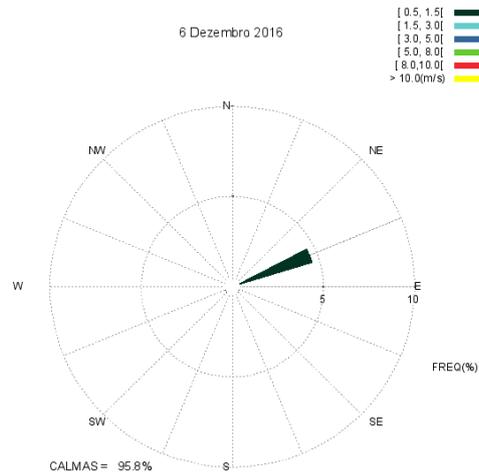
Modelo dispersão Hysplit



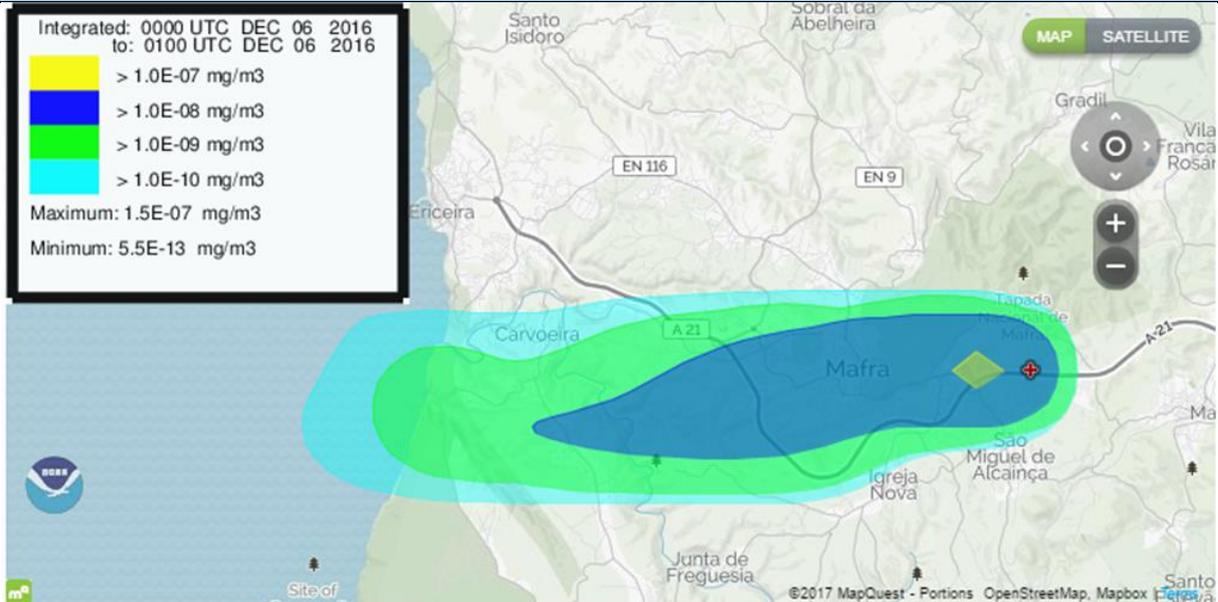
Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar

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



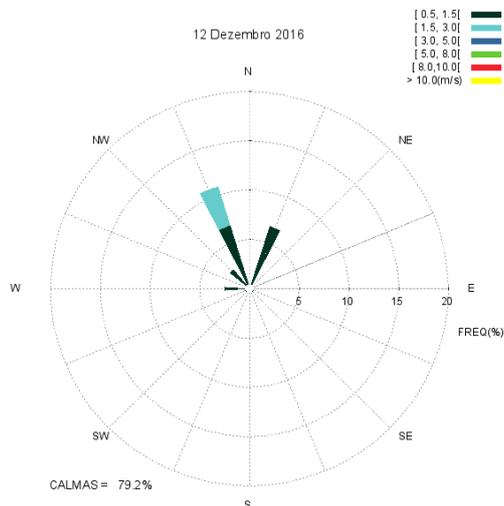
Modelo dispersão Hysplit



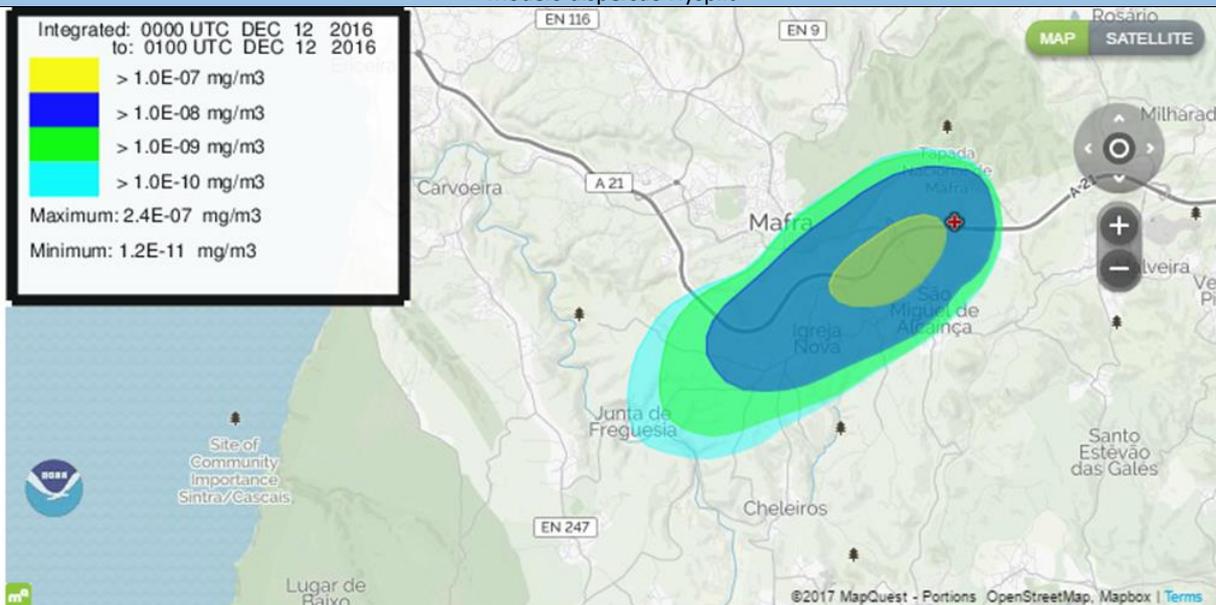
Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar

Data	Locais de observação	Caracterização meteorológica diária				Altura camada mistura	Informação qualidade do ar
		Velocidade vento	Temperatura	Humidade	Precipitação		
12/12/2016 (4 registos)	A21 PA Combustível A21	Fraco	13,6 °C	78,2%	Sem chuva	162	IQAR: Bom Evento natural: Não

Rosa de vento



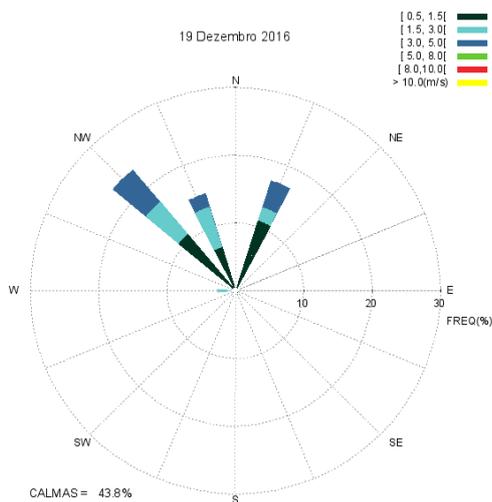
Modelo dispersão Hysplit



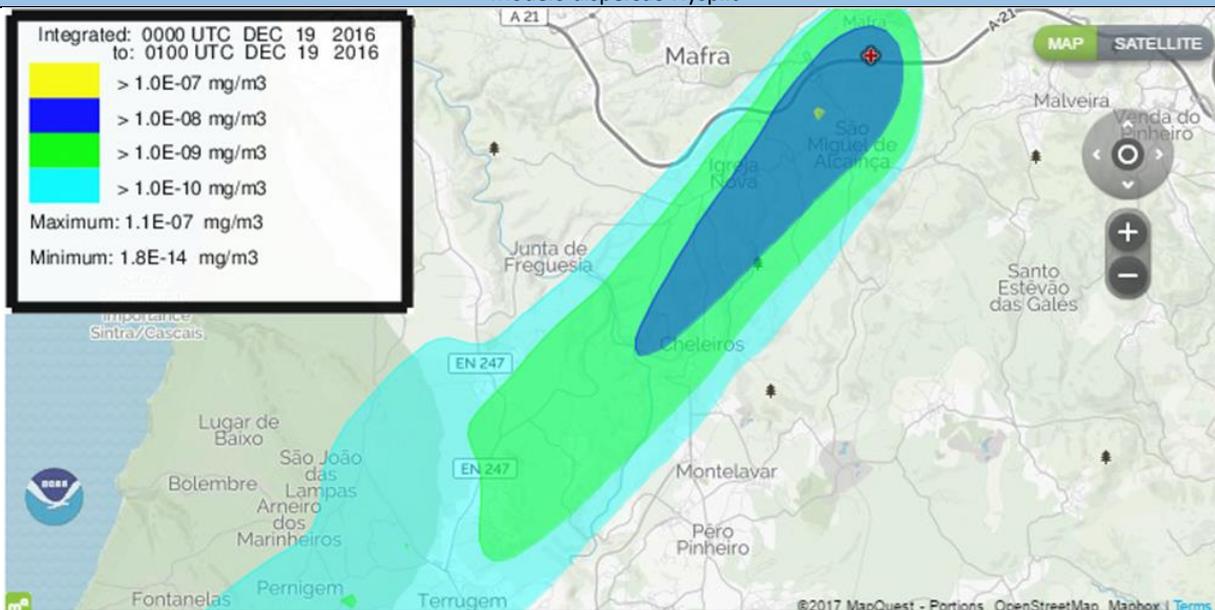
Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar

Data	Locais de observação	Caracterização meteorológica diária				Altura camada mistura	Informação qualidade do ar
		Velocidade vento	Temperatura	Humidade	Precipitação		
19/12/2016 (4 registos)	A21 PA Combustível A21	Fraco	9,6 °C	63,3%	0,4 mm	-----	IQAR: Bom Evento natural: Não

Rosa de vento



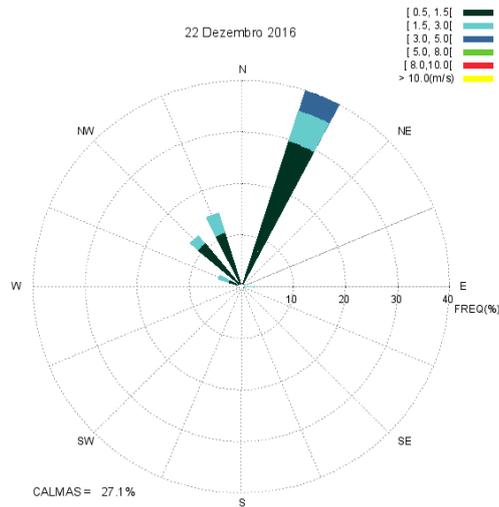
Modelo dispersão Hysplit



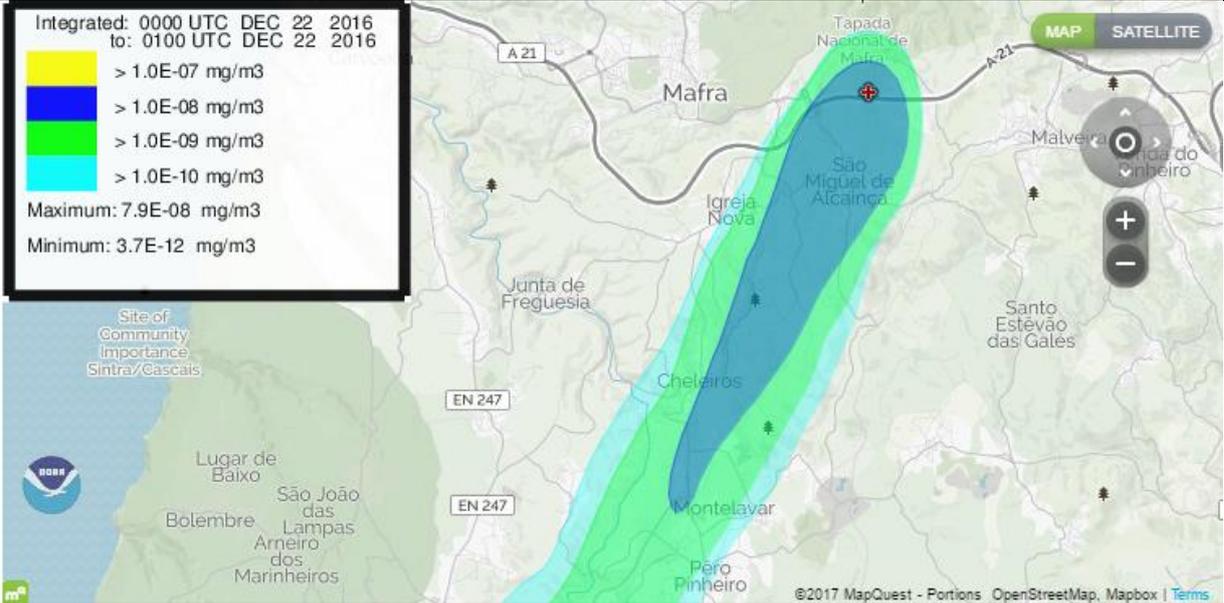
Nota: IQAR – Índice de Qualidade do Ar

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 selecionados 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.

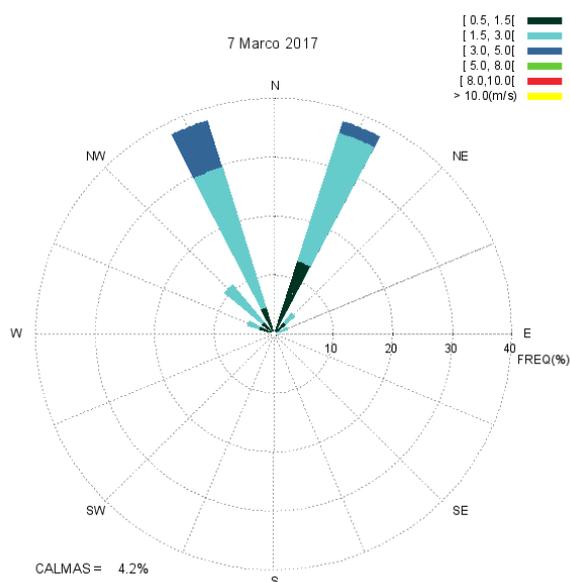


Figura 32 – Rosa-dos-ventos do dia 7 de março de 2017

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).

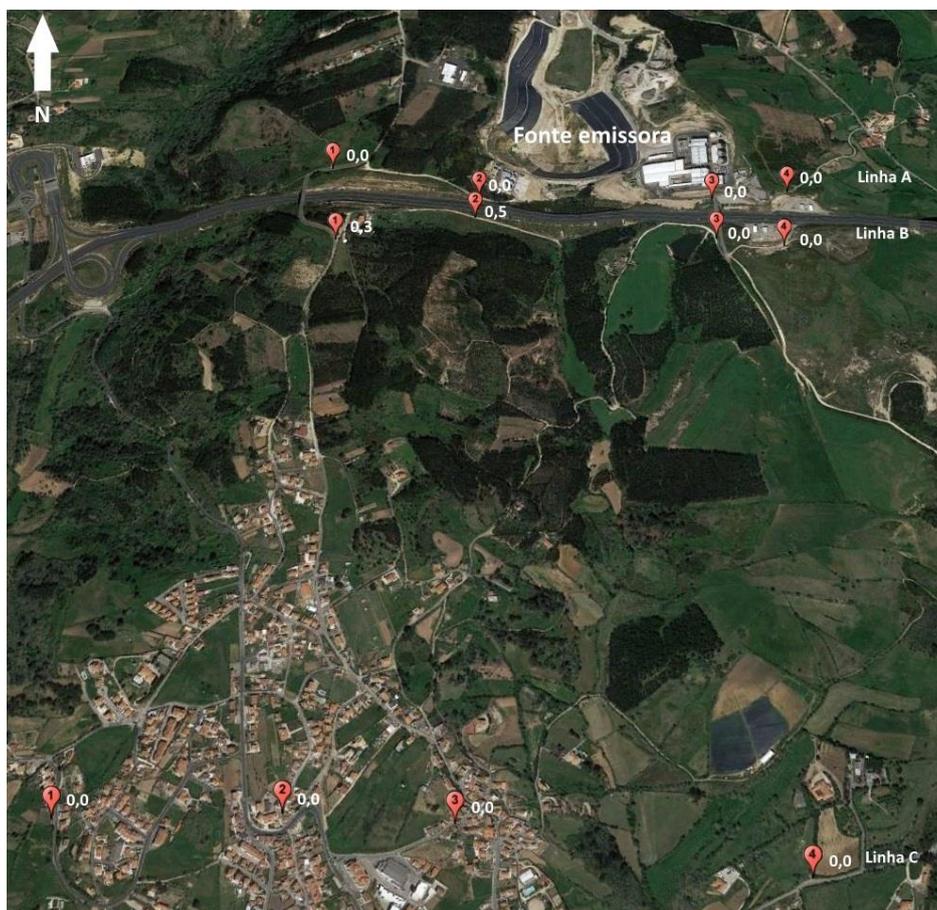


Figura 34 - Mapa medições de campo do odor “Couves Podres/Ovos Podres”

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

7.1 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 Mafra, 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 H₂S através de amostradores passivos e a constituição de um painel de observadores com vista ao registo de potenciais odores presentes no concelho de Mafra.

As duas campanhas de monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S) 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 µg/m³ e para a 2ª foi de 13,6 µg/m³, 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 µg/m³). No que respeita aos locais onde foram registados os valores mais elevados de concentração de H₂S 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 H₂S 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 µg/m³) 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 H₂S. 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 H₂S 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 TratoLixo 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 H₂S, dado que as concentrações obtidas indiciavam 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 TratoLixo). 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. Concluiu-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 odorífico em análise na área em estudo.

Analisando 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.

7.2 *Linhas de Orientação Futura*

Considerando os resultados obtidos no programa de monitorização de odores e as alterações efetuadas no 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 odorífico 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;
- Giuliana 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.; Steunenber 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

 FCT FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA	<h2>Questionário de Identificação do Painel de Observadores</h2>
---	--

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	<input type="checkbox"/>
Não	<input type="checkbox"/>

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

Sim	<input type="checkbox"/>
Não	<input type="checkbox"/>

9. Como é que o (s) descreveria?

Acre/Azeitonas	<input type="checkbox"/>
Couves Podres/ Ovos Podres	<input type="checkbox"/>
Excrementos de Animais	<input type="checkbox"/>
Outros	<input type="checkbox"/>

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 Perçetível			
	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

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

Instruções de Preenchimento: por favor assinale com uma cruz em caso de sentir um odor na atmosfera. Se possível assinale 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/ Azulonas	Couros podres/ Ovos podres	Ecrementos de animais	Outros *	Sem vento	Brisa Ligeira	Moderado	Forte	Céu Limpo	Nublado	Chuva	Nevoiço
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'						0'				
	10'						10'				
	20'						20'				
	30'						30'				
	40'						40'				
	50'						50'				
2º Minuto	0'						0'				
	10'						10'				
	20'						20'				
	30'						30'				
	40'						40'				
	50'						50'				
3º Minuto	0'						0'				
	10'						10'				
	20'						20'				
	30'						30'				
	40'						40'				
	50'						50'				
4º Minuto	0'						0'				
	10'						10'				
	20'						20'				
	30'						30'				
	40'						40'				
	50'						50'				
5º Minuto	0'						0'				
	10'						10'				
	20'						20'				
	30'						30'				
	40'						40'				
	50'						50'				
							6º Minuto	0'			
								10'			
								20'			
								30'			
								40'			
								50'			
							7º Minuto	0'			
								10'			
								20'			
								30'			
								40'			
								50'			
							8º Minuto	0'			
								10'			
								20'			
								30'			
								40'			
								50'			
							9º Minuto	0'			
								10'			
								20'			
								30'			
								40'			
								50'			
							10º Minuto	0'			
								10'			
								20'			
								30'			
								40'			
								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 Electricidade
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 Alcaíça
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	Mafra
Freguesia	São Miguel de Alcaíça
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 Alcaíça



Número do Ponto	H2S 7
Concelho	Mafra
Freguesia	São Miguel de Alcaíça
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 Alcaíça



Número do Ponto	H2S 8
Concelho	Mafra
Freguesia	Mafra
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°19'36.81"W
Latitude	38°56'5.91"N
Descrição do Local	Rua do Canal (centro de Mafra)



Número do Ponto	H2S 9
Concelho	Mafra
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	Mafra
Freguesia	S. Miguel de Alcaíça
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	Mafra
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	Mafra
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

Acompanhamento de curta duração do programa de odores no Ecoparque da Abrunheira

Relatório final

TRATOLIXO
NOVEMBRO 2017

Título Acompanhamento de curta duração do programa de odores no Ecoparque da Abrunheira- Relatório final

Tratolixo

Data Novembro 2017

Equipa Coordenação NOVA.ID.FCT:

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

Equipa técnica:

Paulo Pereira (Licenciado em Engenharia do Ambiente)

Sofia Teixeira (Licenciada em Sociologia)



Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa



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	7
2	INTRODUÇÃO	8
3	OBJETO DE ESTUDO	9
3.1	Enquadramento Legal	10
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	11
5	METODOLOGIA	13
5.1	Módulo 1 Caracterização meteorológica da zona de implantação das instalações da TRATOLIXO	13
5.2	Módulo 2 Determinação qualitativa da exposição ao odor através de um painel de observadores	15
5.3	Módulo 3 Participação em ações de informação e sensibilização das populações	18
5.4	Módulo 4 Monitorização de H ₂ S através do método difusão passiva.....	19
6	ANÁLISE DE RESULTADOS	22
6.1	Painel de Observadores	22
6.2	Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H ₂ S).....	31
7	AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO E INFORMAÇÃO	36
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
8.1	Conclusões	38
8.2	Linhas de Orientação Futura.....	40
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
	ANEXO I	43
	ANEXO II	46
	ANEXO III	48

Índice de figuras

Figura 1 – Localização dos principais processos de gestão de resíduos da TratoLixo da Abrunheira	12
Figura 2 - Tubos de difusão <i>standard</i> da Radiello e exemplo de colocação de equipamento de monitorização passiva em ar ambiente.....	20
Figura 3 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H ₂ S_3ª campanha.....	21
Figura 4- Análise percentual dos registos de odor na monitorização de acompanhamento	23
Figura 5 – Registos de odor do painel de observadores na 3ª campanha	24
Figura 6 – Intensidade de odor registada na monitorização de acompanhamento	25
Figura 7- Número de registos relativos à intensidade do vento percecionada pelo painel de observadores na monitorização de acompanhamento	26
Figura 8- Número de registos relativos ao estado do tempo descrito pelo painel de observadores na monitorização de acompanhamento	26
Figura 9- Número de registos relativos ao período do dia percecionado pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores na monitorização de acompanhamento.....	26
Figura 10 - Análise dos parâmetros meteorológicos registados na monitorização de acompanhamento.....	27
Figura 11 - Rosa de ventos determinada a partir dos dados da estação meteorológica da TratoLixo para a monitorização de acompanhamento	28
Figura 12 – Plumas de dispersão determinadas a partir do modelo <i>Hysplit</i>	30
Figura 13 – Representação gráfica das concentrações de H ₂ S monitorizadas nas duas campanhas	32
Figura 14 – Análise dos parâmetros meteorológicos registados na monitorização de H ₂ S.....	34
Figura 15- Rosa de ventos determinada a partir dos dados da estação meteorológica da TratoLixo.....	35

Índice de tabelas

Tabela 1- Esquema Metodológico da monitorização de odores.....	8
Tabela 2 – Escala de <i>Beaufort</i> adaptada	13
Tabela 3 – Efeitos na saúde humana associado à presença de H ₂ S em ar ambiente (adaptado de Correia,2002 e OSHA, 2005).....	19
Tabela 4 – Calendarização das tarefas metodológicas realizadas.....	22
Tabela 5- Registos de ocorrências de odor na 3 ^a campanha	22
Tabela 6 – Resultados dos amostradores passivos de H ₂ S.....	32
Tabela 7 – Parâmetros meteorológicos registados na TratoLixo nas campanhas de tubos de difusão	33

1 Resumo executivo

O presente relatório 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.

Este documento consubstancia a fase correspondente a um acompanhamento de curta duração posterior ao programa de monitorização de odores desenvolvido no último ano.

Esta etapa de acompanhamento incidiu sobre os meses de Agosto, Setembro e Outubro de 2017 através de uma campanha de monitorização de verão dividida em 4 módulos metodológicos.

O módulo de monitorização de sulfureto de hidrogénio (H_2S) através de amostragem passiva compreendeu um período de 15 dias e uma grelha de nove pontos distribuídos na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira. Os resultados obtidos foram em média de $1,8 \mu g/m^3$, inferior à 2ª campanha. Comparando este valor com o limite de deteção (“odor threshold” - $0,76 \mu g/m^3$) verificou-se que o odor enquadrou-se na categoria de detetável e, portanto perceptível aos recetores sensíveis. Contudo, a exposição da população a estes níveis de concentração não apresenta qualquer perigo para a sua saúde.

O módulo do painel de observadores encontrou-se a registar odores na atmosfera nos meses de Agosto e Setembro de 2017. Foram efetuados 48 dias de análise que originaram 76 registos de odor dos quais 51 foram a “Acre/Azeitonas” e 25 a “Couves Podres/Ovos Podres”.

No módulo de caracterização meteorológica foi possível proceder à recolha e análise de parâmetros que permitiram avaliar o estado do tempo durante a monitorização de acompanhamento. Nesse sentido, o vento teve predominância do quadrante Norte/Nordeste tendo sido 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.

O módulo de participação pública consubstanciou-se na presença da equipa técnica da FCT-NOVA em dois eventos (FEXPOMALVEIRA e Greenfest) onde a Tratolixo realizou ações de sensibilização ambiental. Foi possível prestar esclarecimentos relativamente à temática dos odores e agir como interlocutor da empresa perante o público, além de permitir formar um painel de observadores com indivíduos reclamantes.

2 Introdução

Após o desenvolvimento e implementação de um Programa de Monitorização de Odores atmosféricos no Ecoparque da Abrunheira durante 12 meses com sucesso, urge como consequência um acompanhamento posterior da situação odorífica na envolvente da TratoLixo da Abrunheira.

Este acompanhamento permitiu verificar, durante um curto espaço de tempo, se os resultados obtidos anteriormente se mantiveram e se todas as premissas continuaram sem alterações de fundo.

Esta análise foi desenvolvida ao longo de 3 meses, tendo incidido sobre o período meteorológico de Verão que se revelou no programa de monitorização anterior como o tendencialmente mais propício à perceção de odores atmosféricos por parte de recetores sensíveis.

O trabalho desenvolvido nesta etapa de pós-monitorização teve uma forte componente de sensibilização pública e de esclarecimento à população para a temática dos odores atmosféricos.

As tarefas metodológicas consideradas por ambas as partes (TratoLixo e equipa técnica da FCT-NOVA) como sendo as revelantes para o acompanhamento da situação odorífica encontram-se esquematizadas na Tabela 1.

Tabela 1- Esquema Metodológico da monitorização de odores
Módulos **Descrição**

Módulos	Descrição
Módulo 1 Caracterização meteorológica da zona de implantação das instalações da TratoLixo da Abrunheira	Análise de fenómenos meteorológicos (velocidade e direção de vento, precipitação, temperatura e humidade relativa) que possam ter influência nos registos e medições de odor com recurso à estação meteorológica instalada na TratoLixo.
Módulo 2 Determinação qualitativa da exposição ao odor através de um painel de observadores	Registo de ocorrências de odor, baseadas nas perceções sensoriais de indivíduos do concelho de Mafra. Este grupo foi constituído essencialmente por reclamantes e direcionado para as zonas mais críticas determinadas no estudo anterior.
Módulo 3 Participação em ações de informação e sensibilização das populações	Participação em atividades direcionadas para a população para divulgação da temática dos odores atmosféricos nomeadamente os de contexto industrial. O objetivo será o de sensibilizar diferentes público-alvo através da realização de atividades interativas (por ex. conversas informais) que serão desenvolvidas em eventos públicos que contem com a presença da TratoLixo.
Módulo 4 Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S) através do método difusão passiva	Utilização da grelha de amostragem definida anteriormente e colocação dos tubos de difusão de H ₂ S nos mesmos locais, durante o período de exposição de 15 dias.

3 Objeto de Estudo

Para esta abordagem decorrente do programa de monitorização de odores atmosféricos manteve-se o mesmo objeto de estudo e a mesma ênfase na característica da incomodidade de odor nos cidadãos próximos à fonte emissora. O objetivo de avaliar o impacto causado pelo odor emitido no decurso das operações do Ecoparque da Abrunheira mantém-se. No entanto, considerou-se que seria uma mais-valia a abordagem por via dos reclamantes para uma participação ativa no projeto, envolvendo a comunidade como parte da solução do problema.

O odor, apesar de ser facilmente detetado pelo nariz humano, e de poder provocar sensações de agradabilidade ou repulsa, é uma temática de extrema complexidade, pois essas sensações olfativas são de difícil descodificação. O olfato permite identificar a presença ou ausência de odor mas a sua definição ou quantificação torna-se de extrema dificuldade. Se se estiver, como tem sido o caso, perante um odor com um limite de deteção e uma concentração muito diminuta, essa dificuldade aumenta. Por vezes, esta situação origina uma associação entre odor e poluição, o que em certas situações é errónea. Em primeiro lugar, porque o odor não é um poluente atmosférico, e em segundo lugar, porque a concentração desse odor pode ser de tal forma reduzida que não acarreta impactos na saúde humana, logo não polui o ecossistema.

Assim, o objeto de estudo continua a estar focado no odor proveniente dos processos de transformação e valorização dos resíduos urbanos biodegradáveis, decorrentes da atividade industrial da TratoLixo da Abrunheira e identificado como tendo por marcador característico o sulfureto de hidrogénio (H₂S).

Os tipos de odor identificados como tendo proveniência do Ecoparque da Abrunheira mantêm-se como sendo resultado da degradação da matéria orgânica, nomeadamente, “Acre/Azeitonas”, localizado próximo da Central de Digestão Anaeróbia (CDA) e “Couves podres/Ovos podres”, localizado mais próximo da Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI) (locais dentro das instalações da TratoLixo).

São estes dois tipos de odor, que quando transportados pelas massas de ar, com influência de ventos de proveniência de Norte, dispersam-se na atmosfera, originando situações de incomodidade e de alerta nos indivíduos que se encontram geograficamente mais próximos das instalações do operador de resíduos em causa.

Com a preocupação crescente dos cidadãos e do seu bem-estar, bem como da valorização das suas propriedades, a sensibilização e transparência das atividades deste tipo de operadores é fundamental para uma maior aceitação, valorização e uma diminuição ou supressão de eventuais reclamações junto de entidades competentes.

3.1 Enquadramento Legal

A temática dos odores não tem legislação aplicável no nosso país, uma vez que não se encontram comprovados os impactes negativos na saúde e no ambiente para além do incómodo provocado. No entanto, existe uma norma europeia EN 13725: 2003 - “Qualidade do ar: Determinação da concentração de odores por olfatometria dinâmica” que se centra 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.

A nível nacional existem algumas normas criadas com o intuito de definir alguns valores limite de exposição a alguns compostos odoríferos, nomeadamente o sulfureto de hidrogénio. 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.

Por outro lado, o Decreto -Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, determina 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. A Portaria nº675/2009 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.

Alguns países europeus já adotaram legislação específica para os odores, 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.

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, S.A. 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.

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.

As **células de confinamento técnico** constituem a última etapa do sistema de gestão de resíduos. A evolução dos processos de tratamento de resíduos substituiu as vulgares lixeiras pela deposição de resíduos em aterros sanitários para a valorização do meio ambiente. Para estes locais são encaminhados os resíduos que já não podem ser valorizados após os processos de reciclagem multimaterial e orgânica ou da valorização energética.

As CCT são constituídas por três unidades de apoio, que ocupam uma área de 11ha e um volume total de cerca de 2.500.000 m³. Esta infraestrutura destina-se a receber parte dos refulgos dos processos de tratamento e valorização de resíduos e permitirá, assim, garantir a sustentabilidade do Sistema AMTRES, com a redução de custos associados ao tratamento, transporte e deposição final dos resíduos produzidos na área de intervenção da empresa.



Figura 1 – Localização dos principais processos de gestão de resíduos da Tratalixo da Abrunheira

5 Metodologia

5.1 Módulo 1| Caracterização meteorológica da zona de implantação das instalações da TRATOLIXO

A análise meteorológica é fundamental para a compreensão e explicação das avaliações odoríficas em ar ambiente dado que os fenómenos meteorológicos desempenham um papel preponderante nos processos de dispersão e diluição dos diversos tipos de odores. Estes processos atmosféricos influenciam a caracterização que os indivíduos efetuam relativamente às suas perceções e fazem com que “cheirem/ não cheirem” algum tipo de odor, relativamente ao ponto no qual se encontram localizados.

O fenómeno de dispersão atmosférica é um evento complexo, funcionando em várias escalas meteorológicas (escala sinóptica, mesoescala e local), que interagem simultaneamente entre si, resultando no somatório das mesmas, pelo que a localização geográfica dos recetores sensíveis torna-se uma variável de extrema importância. Existem alguns fatores meteorológicos que podem influenciar a dispersão atmosférica, nomeadamente a velocidade do vento e a estabilidade atmosférica.

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 2):

Tabela 2 – 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 como 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.

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.

Neste sentido, a caracterização meteorológica da zona envolvente à Tratorlix da Abrunheira foi efetuada tendo em consideração, quer a grelha de registos distribuída pelo painel de observadores, quer através da estação meteorológica implantada pela empresa no Ecoparque junto ao parque de máquinas das células de confinamento técnico.

5.2 Módulo 2 | Determinação qualitativa da exposição ao odor através de um 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 em cada fase de monitorização de odores, grupos distintos, tentando evitar-se, desta forma, o enviesamento dos dados produzidos. Salienta-se o facto de um dos elementos ter participado em todos os grupos devido à sua localização privilegiada, de grande interesse para a análise (posto de abastecimento de combustível da A21).

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. No entanto, nesta fase da monitorização de acompanhamento, a equipa técnica da FCT-NOVA conjuntamente com a TratoLixo optou por uma abordagem ainda mais seletiva, tendo sido apenas considerada a zona mais próxima do Ecoparque e os indivíduos que anteriormente tinham demonstrado insatisfação junto da empresa. Esta nova perspetiva de análise tem vindo a ser cada vez mais utilizada em estudos onde o enfoque primordial é dado aos cidadãos sendo apelidada de *Citizen Science*. A nova ótica permite ao cidadão envolver-se nos projetos das empresas locais tornando-os como solução para algumas situações adversas que possam surgir no decurso da sua atividade. Os cidadãos, por seu lado, adquirem uma noção com maior clareza sobre os processos de funcionamento dos operadores industriais (sabendo o que lá se faz), e ao serem chamados a intervir e manifestar a sua opinião, sentem-se ouvidos e parte integrante da solução do problema. Por outro lado, a empresa torna-se mais transparente aos olhos dos cidadãos, podendo eventualmente ajustar os seus processos produtivos para diminuir a incomodidade provocada e poderá eventualmente diminuir o número de reclamações.

Esta nova amostra foi igualmente submetida 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. Dos tipos de odor apresentados e como referido anteriormente, 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.

Tendo em conta os critérios para a seleção da amostra, a localização dos observadores que se propuseram participar nesta etapa, reportam-se a Alcaínça e à Autoestrada A21.

A resposta dos inquiridos à pergunta sobre como descreveriam o odor que mais frequentemente costumam sentir na sua zona de residência/trabalho foi unânime a “Couves podres/ Ovos podres”. No entanto, destacou-se a dificuldade que os mesmos encontraram na definição e caracterização do tipo de odor percecionado. Nesta monitorização de acompanhamento, os inquiridos foram informados sobre o objeto de estudo pelo que equipa técnica da FCT-NOVA teve de estabelecer um contacto mais direto e personalizado de forma a que os dados produzidos não fossem deliberadamente adulterados. A equipa técnica alertou ainda os observadores para o facto de todos os dados produzidos serem sujeitos a uma validação posterior. 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.

Analisando as questões relativas às dimensões de análise do tipo de odor percecionado, verificou-se que no que respeita:

- à intensidade o odor é “forte” numa escala de 6 níveis que variou de “0-nada perceptível” até “6-extremamente forte”),
- à frequência, este odor ocorre semanalmente, durante os dias úteis ou fim-de-semana distribuído nos períodos da manhã, tarde e noite (os observadores de Alcaínça foram os que mais referiram este facto),
- à duração o odor manifesta-se durante algumas horas,
- à agradabilidade, os inquiridos consideraram que o odor se enquadrava na categoria de “nada agradável” (numa escala de quatro níveis que variou de “nada agradável até “muito agradável”),
- 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”).

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-NOVA, 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 alguns dos dias com maior número de ocorrências de odores provenientes do Ecoparque da Abrunheira 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) constituiu-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.

5.3 Módulo 3 | Participação em ações de informação e sensibilização das populações

A educação ambiental é uma vertente de extrema importância para a sustentabilidade dos ecossistemas e deve constituir-se como parte integrante da responsabilidade social das empresas. Neste sentido, as ações de sensibilização ambiental devem englobar vários públicos-alvo, com especial enfoque, não só nas camadas mais jovens da sociedade, mas sobretudo na faixa etária adulta, pois são os indivíduos com poder de decisão. Atendendo a este facto, tornou-se importante a participação em atividades direcionadas para a população com o intuito de divulgar e explicar a temática dos odores atmosféricos com especial ênfase para os de contexto industrial. Esta interação teve o objetivo de servir como estratégia para a consolidação do sistema de gestão ambiental da Tratolixo, promovendo a reflexão sobre o tema dos odores atmosféricos.

Pretendeu-se alertar a população para a problemática dos odores utilizando a sensibilização ambiental como ferramenta essencial para a mudança de atitudes e comportamentos dos cidadãos expostos, nomeadamente a diminuição das intenções de queixas e de ações de reclamação.

A Tratolixo participa ativamente em certames e eventos de grande visibilidade onde é privilegiado o contacto direto com a população dos concelhos onde exerce a sua atividade, nomeadamente Cascais, Sintra, Mafra e Oeiras. No decurso do calendário da monitorização de acompanhamento de curta duração, a equipa técnica da FCT-NOVA esteve presente no *stand* da Tratolixo em dois eventos: a FEXPOMALVEIRA 2017 e o Greenfest 2017. O objetivo foi o de prestar esclarecimentos à população essencialmente sobre a temática dos odores atmosféricos assim como outras questões ambientais, bem como as atividades desenvolvidas na empresa.

5.4 Módulo 4 | Monitorização de H₂S através do método difusão passiva

Tendo em conta os pressupostos metodológicos adotados no programa de monitorização de odores atmosféricos, a substância sulfureto de hidrogénio (H₂S) foi identificada como o marcador de odor quantificável com maior presença nas instalações do Ecoparque da Abrunheira.

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 sua grande particularidade é o facto de ser detetável em ar ambiente em concentrações muito reduzidas (0,01 ppm). 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 H₂S é 0,00047 ppm (Gray,2004) ou **0,76 µg/m³**, ou seja, dentro do intervalo de valores assinalado a verde na Tabela 3.

Tabela 3 – Efeitos na saúde humana associado à presença de H₂S 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	“Odor threshold” - 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

Assim, manteve-se a monitorização de H₂S recorrendo uma vez mais 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 2). Durante esse período de amostragem o ar flui para o interior do tubo, a uma taxa controlada por difusão molecular, e o poluente é adsorvido no cilindro interior 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 2 - Tubos de difusão *standard* da Radiello e exemplo de colocação de equipamento de monitorização passiva em ar ambiente

Os tubos difusores foram colocados no interior de abrigos de polipropileno que os protegem da chuva, da radiação solar e permitem reduzir a velocidade do vento e 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.

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.

A grelha de amostragem de H₂S 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 FCT-NOVA 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 3 os locais definidos para a 3ª campanha de monitorização, sendo os mesmos utilizados na 2ª campanha.

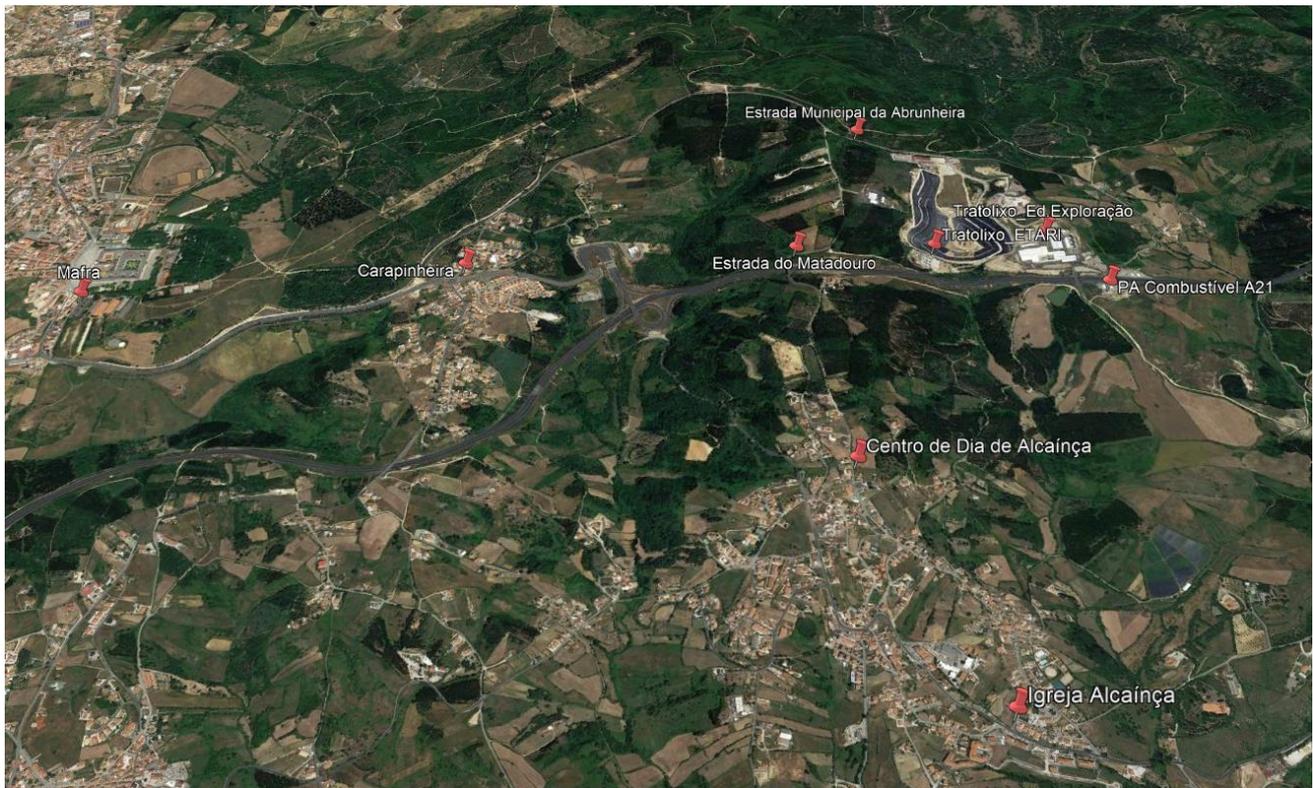


Figura 3 - Distribuição geográfica dos tubos de difusão de H₂S_3ª campanha

6 Análise de Resultados

Apresentam-se, de seguida, os resultados obtidos na monitorização de acompanhamento de curta duração de odores atmosféricos através das diversas ferramentas metodológicas utilizadas e calendarizadas sumariamente na Tabela 4.

Tabela 4 – Calendarização das tarefas metodológicas realizadas

Tarefa Metodológica	Data início	Data fim
3ª Campanha		
Painel de Observadores	14/08/2017	30/09/2017
Monitorização H ₂ S	14/08/2017	28/08/2017
FEXPOMALVEIRA 2017	10/08/2017	15/08/2017
Greenfest 2017	28/09/2017	01/10/2017

6.1 Painel de Observadores

Sendo a monitorização de odores atmosféricos focada no impacte provocado nos recetores sensíveis, a utilização de um painel de observadores torna-se imprescindível na fase de acompanhamento. Apesar de em termos numéricos este grupo não ter sido extenso ou heterógeno, foi composto por elementos estratégicos, de acordo com o que foi definido na metodologia adotada para esta etapa.

Assim, o grupo encontrou-se a registar ocorrências de odor durante aproximadamente 48 dias (metade do mês de Agosto e todo o mês de Setembro de 2017), tendo sido uma campanha influenciada pelo período meteorológico de verão.

Foram assinalados 76 registos de odor, dos quais 51 descritos como sendo “Acre/Azeitonas” e 25 a “Couves Podres/Ovos Podres”, conforme a Tabela 5.

Tabela 5- Registos de ocorrências de odor na 3ª campanha

Observador	Local Observação	Acre/Azeitonas	Couves Podres/ Ovos Podres	Excrementos de Animais	Outros	Total
PO14	PA Combustível A21 ¹	2	25	0	0	27
PO15	Alcaíça	31	0	0	0	31
PO16	Alcaíça	18	0	0	0	18

¹ PA Combustível A21 – Posto de Abastecimento de Combustível A21

Verificou-se um ligeiro aumento no número de registos face ao programa de monitorização anterior, mas contrariamente, o odor mais assinalado passou a ser o de “Acre/Azeitonas” como se pode observar na Figura 4.



Figura 4- Análise percentual dos registos de odor na monitorização de acompanhamento

No entanto, apesar da redução do período de amostragem o número de registos de odor teve um ligeiro acréscimo, o que pode ser justificado pelo facto de os observadores se encontrarem mais focados e empenhados na temática dos odores.

A interpretação do tipo de odor percecionado pelos recetores sensíveis e a sua correspondência na grelha de registos pré-definida, por vezes, é uma tarefa difícil. Existem situações em que o indivíduo sente o odor mas não o consegue identificar ou identifica-o de forma errada.

No painel de observadores de acompanhamento, isso foi visível na medida em que dois dos observadores registaram como único tipo de odor sentido o de “Excrementos de animais”, apesar de considerarem a Tratolixo como a fonte emissora desse odor. No entanto, as operações industriais da empresa em causa não envolvem a emissão deste tipo de odor, estando incluído na grelha de registos como caracterizador das atividades agropecuárias existentes nas imediações do Ecoparque da Abrunheira. Face a esta situação, a equipa da FCT-NOVA contactou o grupo no intuito de esclarecer os registos efetuados, após a visita guiada destes elementos às instalações da Tratolixo em Mafra. Constatou-se que, de facto, o odor percecionado pelos recetores no seu local de observação correspondia ao identificado no Ecoparque, mas a sua classificação na grelha de registos não foi a mais correta. Quando questionados sobre o sítio dentro do Ecoparque onde o odor lhes era semelhante ao percecionado no seu local de observação, os indivíduos reportaram a central de digestão anaeróbia (CDA) e as células de confinamento técnico (CCT). Estes locais tinham sido classificados

pela equipa técnica da FCT-NOVA no programa de monitorização de odores atmosféricos como correspondendo ao tipo de odor a “Acre/Azeitonas”. Após diálogo com os observadores, considerou-se que seria mais correto para o estudo analisar os registos de “Excrementos de Animais como “Acre/Azeitonas”, de forma a assegurar-se a comparabilidade dos dados com os registos efetuados nas campanhas anteriores.

Analisando detalhadamente os registos odoríficos efetuados durante a fase de acompanhamento, verificou-se que ocorreram alguns dias em que todos os observadores percecionaram o mesmo tipo de odor a “Acre/Azeitonas” em simultâneo. Nesse sentido, os dias 14 e 15 de Agosto espelham essa realidade. O mesmo não ocorreu no odor a “Couves podres/Ovos podres” que foi assinalado apenas pelo observador da A21. Este facto pode ser explicado pela próxima localização do posto de abastecimento da A21 face às instalações do Ecoparque da Abrunheira. Por outro lado, a alteração de processo implementada na ETARI (lavagem química) pode justificar a diminuição de registos de odor a “Couves podres/Ovos podres”, manifestando-se mais intensamente o odor proveniente da CDA e das CCT nas localizações envolventes ao Ecoparque, como é o caso de Alcaíça.

A Figura 5 apresentam o número total de registos de odor percecionados (todos as categorias de odor), diariamente, pelos elementos do painel de monitorização de acompanhamento. Constatou-se que nos 48 dias que englobaram a monitorização de acompanhamento, apenas durante 6 dias não foi registado qualquer tipo de odor, que corresponde a 12,5% do período, contrastando com 87,5% dos dias em que foi percecionado qualquer tipo de odor assinalável.

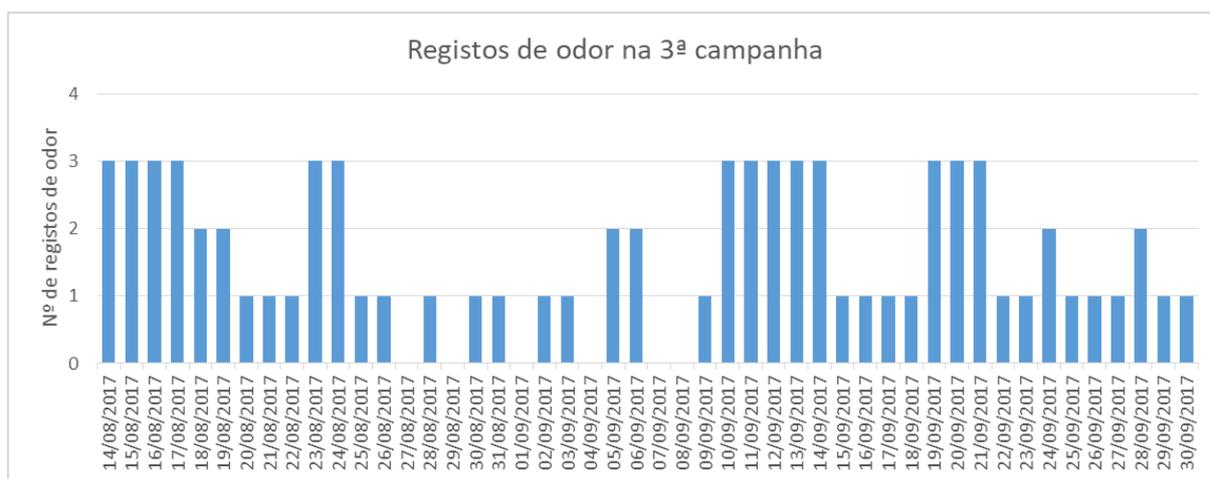


Figura 5 – Registos de odor do painel de observadores na 3ª campanha

Relativamente aos odores percecionados pelo painel de observadores verificou-se que (Figura 6):

- No tipo relativo a “Acre/Azeitonas”, os elementos classificaram-no o maior número de vezes como de intensidade fraca. Comparativamente com o anterior programa de monitorização de odores, este tipo de odor viu a sua categorização sofrer uma redução na escala de intensidade.
- No tipo relativo a “Couves Podres/Ovos Podres”, os assessores classificaram equitativamente pelas três categorias.

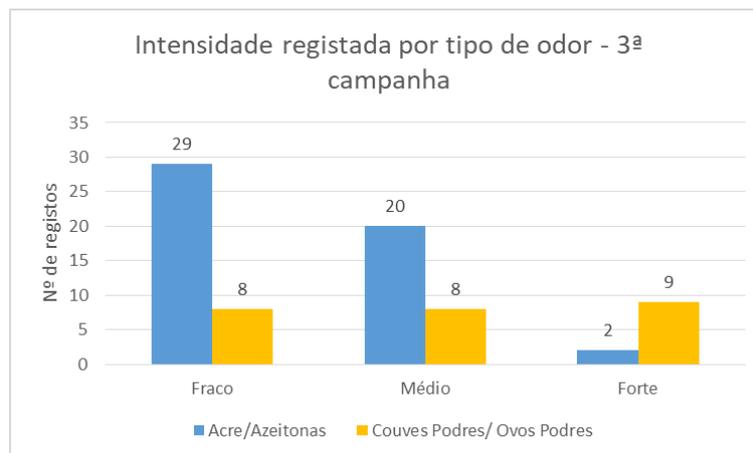


Figura 6 – Intensidade de odor registada na monitorização de acompanhamento

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 7 os observadores referem que as ocorrências de odor foram registadas maioritariamente com sensação de brisa ligeira. Relativamente ao estado do tempo registado (Figura 8), apresentou-se maioritariamente com céu limpo.

A altura do dia na qual o grupo de observação efetuou as suas perceções odoríficas foi maioritariamente no período da manhã (Figura 9).

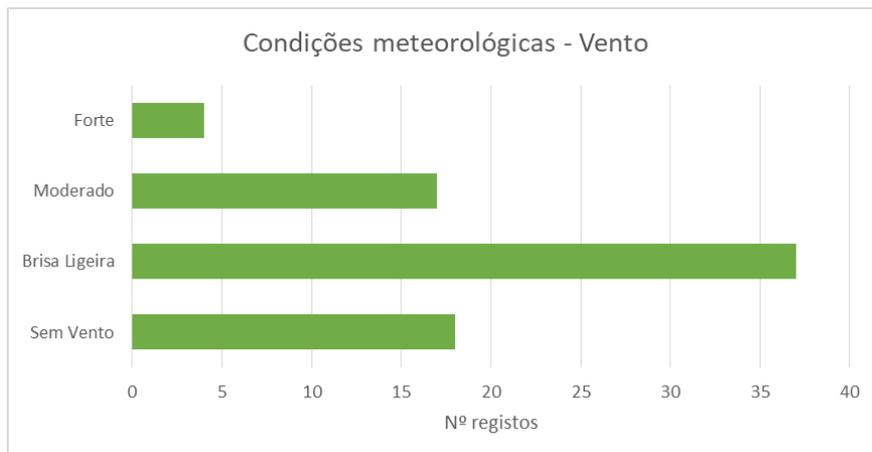


Figura 7- Número de registos relativos à intensidade do vento percecionada pelo painel de observadores na monitorização de acompanhamento

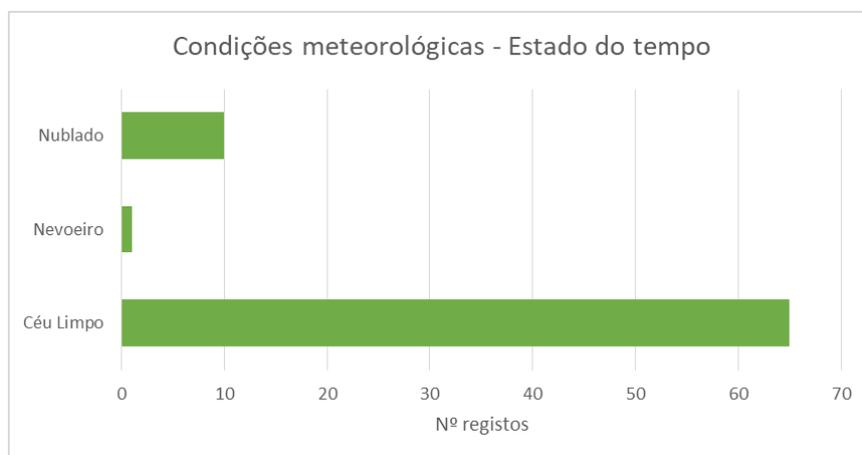


Figura 8- Número de registos relativos ao estado do tempo descrito pelo painel de observadores na monitorização de acompanhamento

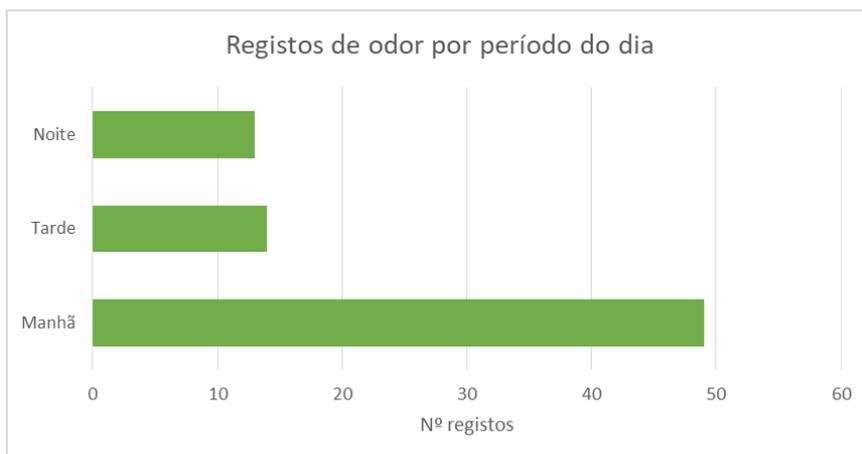


Figura 9- Número de registos relativos ao período do dia percecionado pelo painel de observadores nos dias de ocorrências de odores na monitorização de acompanhamento

A análise meteorológica efetuada para a monitorização de acompanhamento de odores atmosféricos durante a campanha do painel de observadores., permitiu verificar pela Figura 10 que :

- Avaliando os perfis diários referidos, não ocorreram fenómenos extremos de temperatura, apesar das mesmas serem elevadas para a época do ano;
- No que respeita à humidade relativa, os níveis registados foram elevados para a época do ano, no concelho de Mafra, tendo-se registado em média acima dos 70%;
- Apenas choveu com intensidade num dia, existindo uma quase ausência de precipitação durante o período de análise, o que vai de encontro ao facto do país se encontrar em seca extrema;
- No que diz respeito ao vento, a sua intensidade variou em média entre 0,5 m/s e 3 m/s, o que significa que se apresentou geralmente como fraco, logo, de acordo com a Figura 11, com uma baixa percentagem de “calmas” (vento de velocidade média inferior ou igual 1 m/s). Relativamente à direção de vento predominante, constatou-se que esta foi de Norte/Nordeste. A direção de ventos predominantes conjugada com vento fraco poderá justificar o aumento do número de registos nesta monitorização de acompanhamento, face aos verificados no programa anterior.

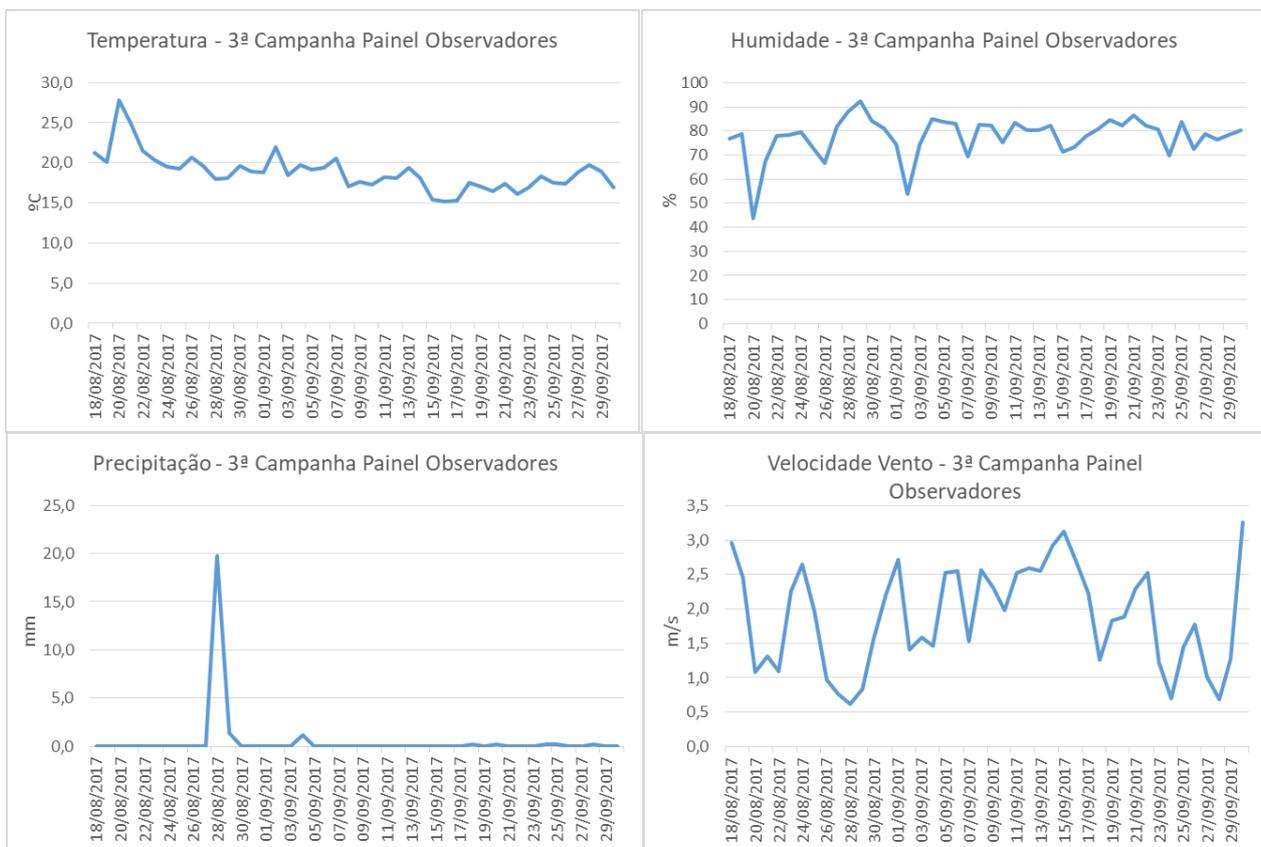


Figura 10 - Análise dos parâmetros meteorológicos registados na monitorização de acompanhamento

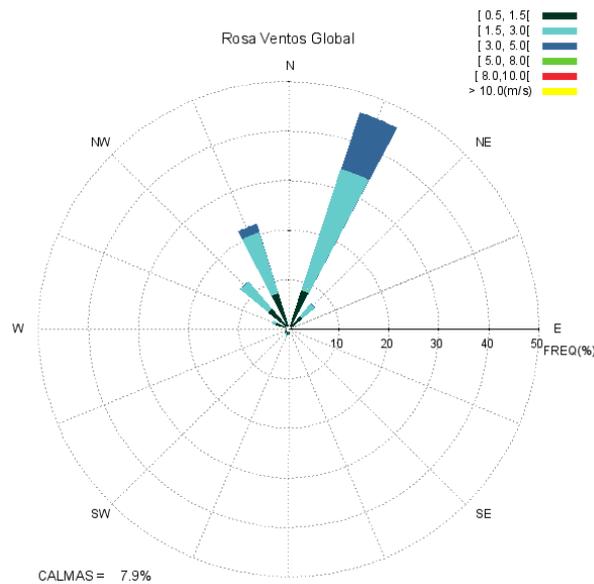


Figura 11 - Rosa de ventos determinada a partir dos dados da estação meteorológica da Tratolixo para a monitorização de acompanhamento

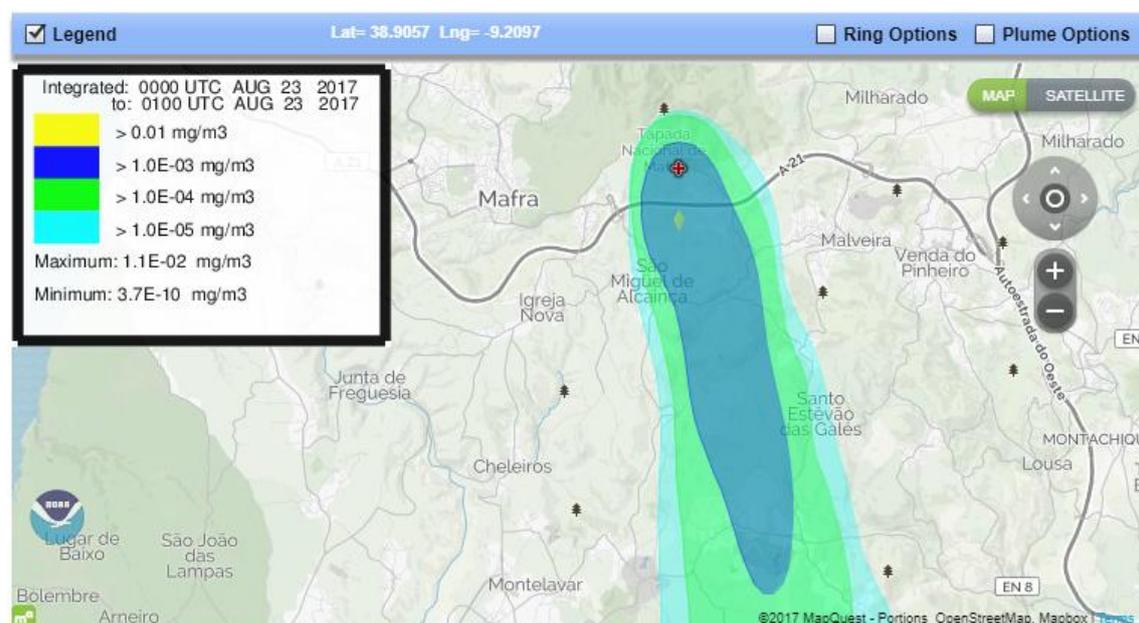
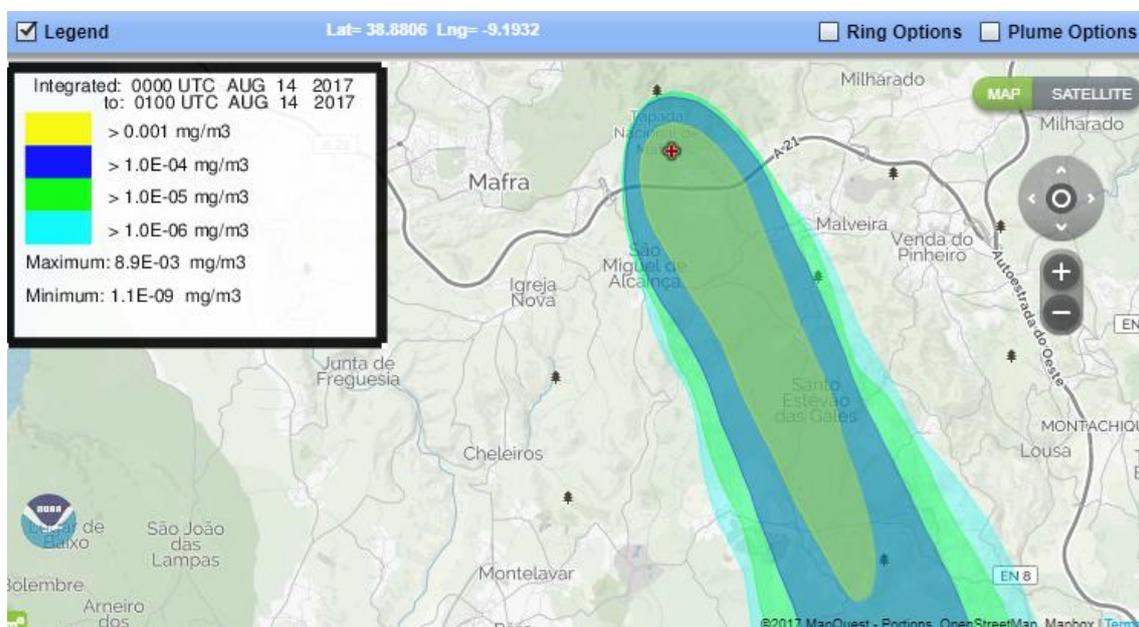
Efetuada uma análise mais refinada, recorreu-se à utilização de um modelo de dispersão da qualidade do ar, de forma a delinear a possível trajetória das emissões odoríferas de modo a averiguar se a pluma de dispersão é ou não coincidente com a localização geográfica de cada observador. À semelhança do programa de monitorização de odores atmosféricos anterior, aplicou-se o modelo *Hysplit* (*Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model*), desenvolvido pelo Air resources Laboratory/ National Oceanic And Atmospheric Administration (ARL/NOAA) que constitui uma ferramenta indicativa utilizada para fazer a representação gráfica da dispersão da massa de ar atendendo a condições específicas como o caudal mássico da fonte emissora identificada ou a altura da sua fonte fixa.

Tendo em conta que os registos efetuados pelo painel de observadores eram coerentes entre si, logo impossibilitando que se destacassem dias com maior número de ocorrências de odor, optou-se por selecionar dias aleatórios com existência de três registos de odor por dia, dois por mês de observação. Assim, a Figura 12 evidencia a pluma de dispersão das emissões atmosféricas da fonte fixa da Tratolixo para os dias 14 e 23 de Agosto e 11 e 20 de Setembro de 2017.

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 direções de vento predominante verificou-se que o vento oriundo de Norte/Nordeste resultou numa pluma de odor que se dispersou para a direção Sul/Sudoeste;
- Os valores de inversão térmica foram muito baixos, situando-se abaixo dos 1000m de altitude, o que não contribuiu para a dispersão de poluentes e/ou odores.



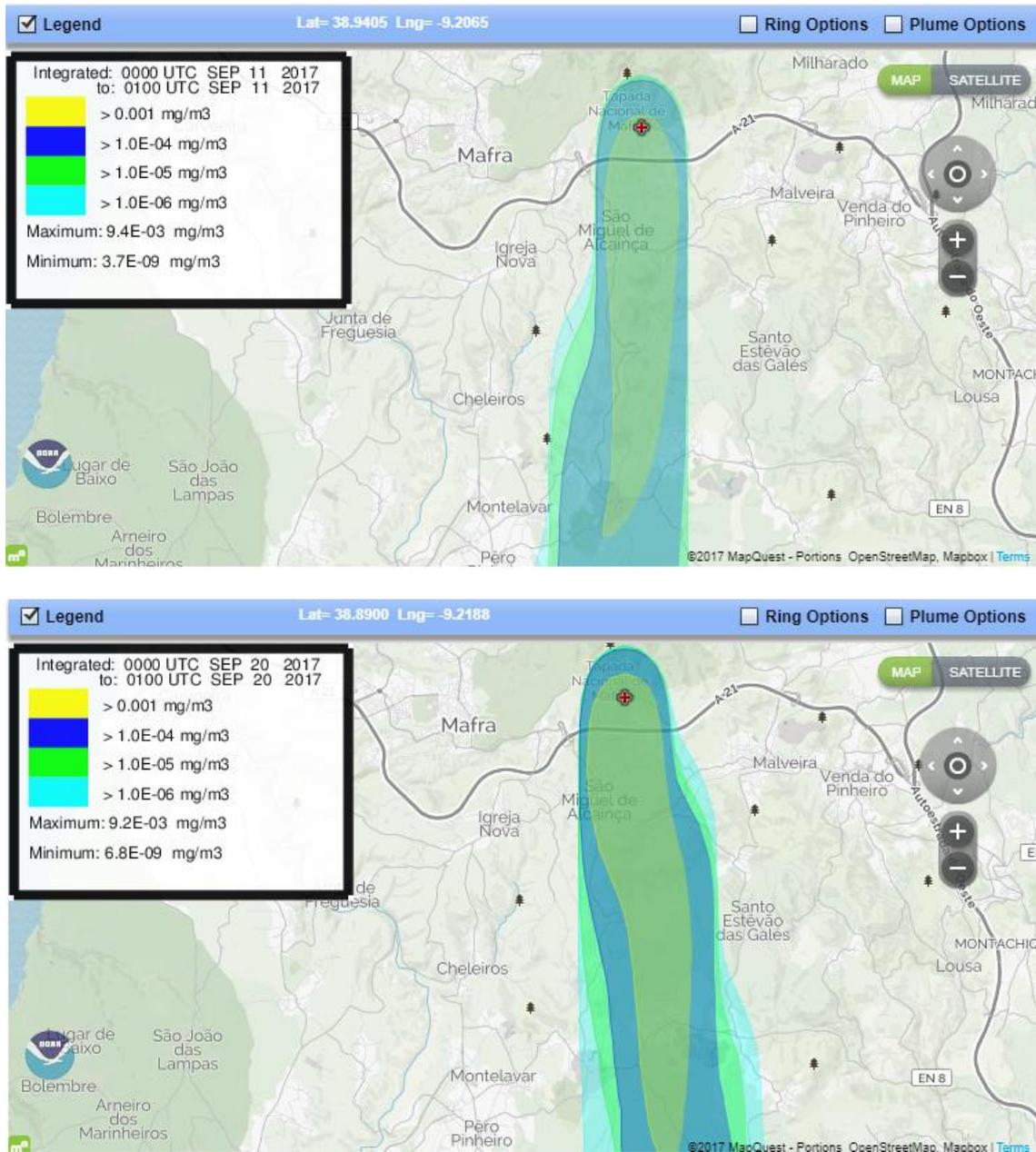


Figura 12 – Plumas de dispersão determinadas a partir do modelo *Hysplit*

6.2 Monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S)

A monitorização de sulfureto de hidrogénio (H₂S) no concelho de Mafra abrangeu uma campanha de amostragem, realizada no verão de 2017 (de 14 a 28 de Agosto) durante o período de 15 dias recomendado pelo fabricante dos amostradores passivos.

Após o envio dos tubos de difusão para o laboratório de análise, os resultados obtidos assentam num valor médio para o período considerado.

A Tabela 6 apresenta as concentrações médias do poluente para a campanha em causa. Verificou-se que, na 3ª campanha, o ponto com as concentrações mais elevadas foi o “ETARI” com uma concentração média de 7,9 µg/m³, destacando-se dos restantes. Apesar deste facto, verificou-se um decréscimo muito significativo das concentrações neste ponto face à 2ª campanha. 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. Neste sentido, o decréscimo verificado pode ser justificado pela alteração implementada nos processos da ETARI com a entrada em funcionamento de um sistema de lavagem química. Por este facto, verificou-se uma diminuição da concentração média global de H₂S na 3ª campanha face à 2ª (campanhas com os mesmos locais de amostragem). O outro ponto colocado junto ao edifício de exploração do Ecoparque da Abrunheira registou a segunda concentração mais elevada, tendo sido superior à registada na 2ª campanha (1,6 µg/m³ na 2ª e 2,5 µg/m³ na 3ª). Relativamente aos restantes pontos de amostragem, salienta-se o facto de ter ocorrido mais decréscimos do que aumentos de concentrações da campanha anterior para esta, sendo que os valores agora obtidos foram iguais ou inferiores a 1,2 µg/m³.

A análise comparativa entre as três campanhas de amostragem pode ser consultada na Figura 13, onde apenas não se encontra representado o ponto “ETARI” devido ao facto de ter sido considerado como *outlier* na análise anterior pela sua elevada concentração, impossibilitando uma correta visualização gráfica dos restantes pontos.

Tabela 6 – Resultados dos amostradores passivos de H₂S

Ponto de amostragem	[µg/m ³]			[ppm]			Variação entre a 2ª e a 3ª campanha		
	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	↑	⊞	↓
Tapada de Mafra	0,2			0,0001					
PA Combustível A21	0,6	0,9	1,0	0,0001	0,0006	0,0007	↑		
Carapinheira	0,2	0,6	0,5	0,0001	0,0005	0,0003		↓	
Malveira	0,2			0,0002					
Estrada do Matadouro	0,2	1,4	1,2	0,0002	0,0010	0,0009		↓	
Centro de Dia de Alcaíça	0,3	1,0	1,2	0,0002	0,0007	0,0009		↑	
Igreja de Alcaíça	0,3	0,7	0,5	0,0001	0,0005	0,0003		↓	
Mafra	0,2	0,5	0,5	0,0001	0,0003	0,0003		⊞	
Igreja Nova	0,2			0,0004					
Estrada Municipal da Abrunheira		1,3	0,5		0,0011	0,0003		↓	
Tratolixo - Edifício Exploração		1,6	2,5		0,0011	0,0018		↑	
Tratolixo - ETARI		114,4	7,9		0,0808	0,0057		↓	
Média	0,3	13,6	1,8	0,0002	0,0096	0,0012		↓	

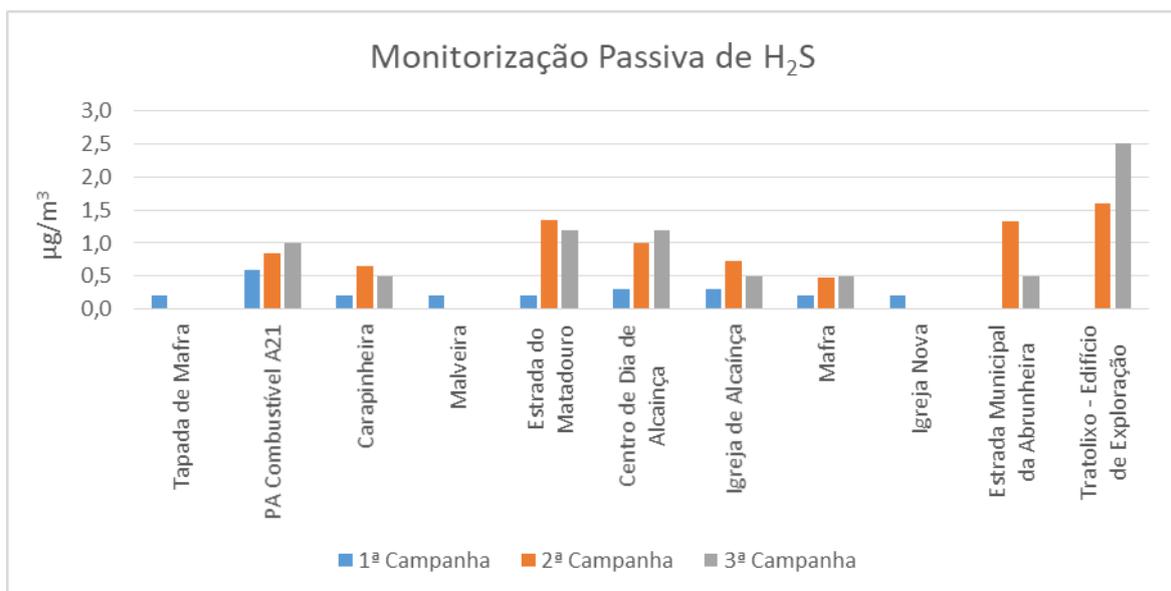


Figura 13 – Representação gráfica das concentrações de H₂S monitorizadas nas duas campanhas

Atendendo aos valores obtidos e referenciados na Tabela 6, 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 monitorização de acompanhamento de H₂S, constatou-se que 5 dos 9 pontos de amostragem (sendo que dois são dentro das instalações do Ecoparque da Abrunheira) registaram uma 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 três campanhas de monitorização foram de tal forma diminutos que não apresentam um carácter ofensivo para a saúde pública. Contudo, dado que os amostradores de difusão passiva funcionam por adsorção química ao longo do tempo de exposição, não se torna possível detetar variações de concentração, dado que o valor apresentado é uma média global para o período.

No que respeita à análise meteorológica do período de monitorização passiva de H₂S, os parâmetros velocidade e direção de vento, humidade relativa, precipitação e temperatura foram registados com recurso à estação meteorológica, propriedade da TratoLixo, instalada no Ecoparque da Abrunheira.

A monitorização de acompanhamento com recurso a tubos de difusão decorreu simultaneamente com a medição efetuada pelo de painel de observadores.

A análise dos dados recolhidos nos referidos períodos encontram-se representados, sumariamente na Tabela 7 e sob a forma de perfis de base diária na Figura 14.

Tabela 7 – Parâmetros meteorológicos registados na TratoLixo nas campanhas de tubos de difusão

Campanhas	Mínima			Média			Máxima		
	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª
Temperatura (°C)	12,7	7,9	13,8	18,2	17,1	21,2	29,4	27,8	35,8
Humidade Relativa (%)	32,9	33,6	25,0	80,7	77,2	73,9	100,0	100,0	96,0
Velocidade Vento (m/s)	0,0	0,0	0,0	3,2	0,7	1,7	7,5	4,4	4,0

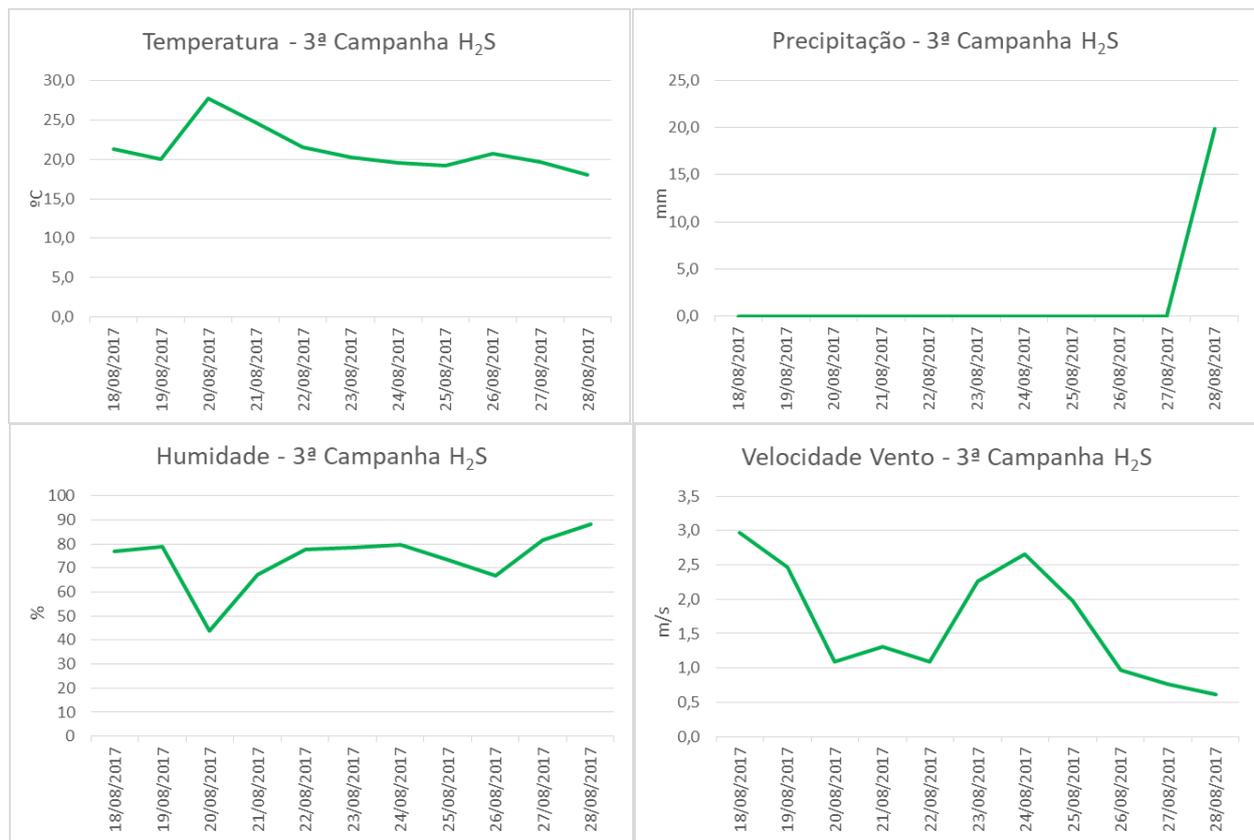


Figura 14 – Análise dos parâmetros meteorológicos registados na monitorização de H₂S

Analisando os perfis diários referidos, verificou-se que não ocorreram fenómenos extremos de temperatura e que esta se manteve em grande parte do tempo acima dos 20°C. 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 apenas no dia 27 de Agosto durante o período de campanha de amostragem passiva. Por fim, analisando a velocidade do vento, verificou-se uma variação entre vento calmo e fraco.

A rosa de ventos presente na Figura 15 ilustra a frequência de direções de vento monitorizada pela estação meteorológica da Tratalixo instalada no Ecoparque da Abrunheira. Nesta monitorização de acompanhamento constatou-se uma predominância do quadrante Norte/Nordeste, tendo apresentado uma percentagem de calmas de 12,4%.

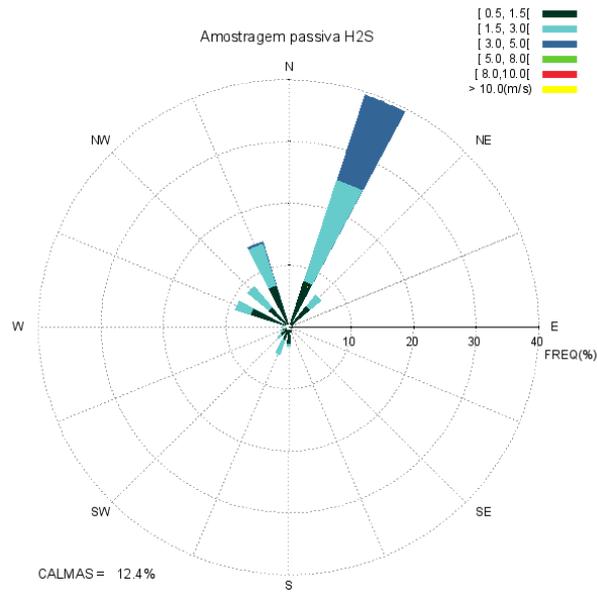


Figura 15- Rosa de ventos determinada a partir dos dados da estação meteorológica da TratoLixo

7 Ações de sensibilização e informação

Um dos módulos acordados para a monitorização de acompanhamento de odores atmosféricos foi a participação em ações de sensibilização e informação à população. Neste sentido, a equipa da FCT-NOVA esteve presente em algumas iniciativas, fazendo parte integrante do *stand* da TratoLixo na FEXPOMALVEIRA 2017 e no Greenfest 2017.

Relativamente à FEXPOMALVEIRA, considerou-se que a presença da equipa da FCT-NOVA foi frutífera e produtiva, tendo sido abordada por algumas pessoas com questões direcionadas para o tema dos odores atmosféricos. Esta abordagem era, inicialmente, em jeito de reclamação e de indignação, mas após explicação e diálogo com a equipa, os indivíduos ficavam visivelmente elucidados e de, alguma forma, tranquilizados pelo facto de se estar a fazer alguma coisa em relação ao tema. Não divulgando os resultados do programa de monitorização anterior (apesar de estar disponível na íntegra uma versão no site da TratoLixo para consulta pública), mas explicando os procedimentos utilizados, assim como as dificuldades encontradas (como por exemplo na formação dos painéis de observadores), desmistificaram-se as questões relacionadas com os potenciais impactes do odor na saúde. Foi notório que os cidadãos que se dirigiram ao *stand* da TratoLixo desconheciam o funcionamento do Ecoparque da Abrunheira, nomeadamente do processo de tratamento de resíduos, da proveniência do odor e sobretudo da dúvida/suspeita da realização de alguma atividade de queima de resíduos/incineração que originasse libertação de odores. Além disto, ficou presente a ideia generalizada de que no período noturno seriam efetuadas deliberadamente algumas atividades no Ecoparque que resultassem numa maior emissão de odores atmosféricos. Este facto foi prontamente esclarecido através de uma explicação sobre os fenómenos meteorológicos existentes na zona em análise.

Agindo de acordo com o que ficou definido na reunião preparatória deste evento, e existindo interesse por parte dos indivíduos que abordavam a equipa da FCT-NOVA, foram constituídos dois como observadores do painel que arrancou no dia 14 de Agosto em simultâneo com o início da campanha de monitorização de H₂S. Considerou-se que os indivíduos ficaram agradados pela possibilidade de manifestarem a sua opinião e fundamentalmente por se sentirem ouvidos e incluídos na questão dos odores. Foi visível que a falta de enquadramento jurídico para esta temática e a não obrigatoriedade de cumprimento legal de emissões de odores tornou ainda mais meritória a iniciativa de um estudo do tema por parte da empresa em causa.

No que se refere ao Greenfest, a participação da equipa da FCT-NOVA foi menos direcionada para a temática dos odores na medida em que o público-alvo desta iniciativa era abrangido pelas instalações da TratoLixo de Trajouce, e não apresentaram questões relacionadas com os odores atmosféricos. Não existindo efetivos problemas que causem impacto na qualidade de vida dos cidadãos, as abordagens foram de natureza

ambiental mas ligadas fundamentalmente à área da separação dos resíduos e, uma vez mais, ao esclarecimento sobre a atividade da empresa. Também neste evento foi notória a falta de conhecimento dos indivíduos sobre os processos de tratamento de resíduos urbanos realizados na Tratólixo, pelo que a sensibilização ambiental foi de extrema importância. Apesar da não existência de reclamações de odores, esta temática foi debatida pela equipa com principal enfoque na área da informação sobre a valência do estudo voluntário realizado pela empresa.

8 Considerações finais

8.1 Conclusões

O presente documento insere-se no âmbito da monitorização de acompanhamento de odores atmosféricos na área envolvente ao Ecoparque da Abrunheira, unidade da empresa TratoLixo, no concelho de Mafra.

Esta etapa de pós programa de monitorização de odores foi constituído por quatro módulos desenvolvidos no curto espaço de tempo de três meses, entre Agosto e Outubro de 2017.

A campanha de monitorização de sulfureto de hidrogénio (H_2S) através de amostragem passiva (tubos de difusão) compreendeu um período espaço-temporal de 15 dias, tendo decorrido entre 14 e 28 de Agosto de 2017. A média das concentrações obtidas foi de $1,8 \mu g/m^3$, verificando-se uma diminuição significativa comparativamente com a campanha anterior. No que respeita aos locais onde foram registados os valores mais elevados de concentração de H_2S constatou-se que estes localizaram-se no interior do Ecoparque da Abrunheira. No que concerne aos pontos situados fora do local em estudo, verificaram-se mais diminuições da concentração de H_2S do que aumentos. Isto pode ser justificado pela recente melhoria implementada para o tratamento do ar na ETARI (torre de lavagem química). Analisando as concentrações obtidas comparativamente com o limite de deteção (*“Odor Threshold”* - $0,76 \mu g/m^3$) mencionado no presente relatório, tornou-se possível concluir que os valores foram em cinco pontos, dois dentro da TratoLixo da Abrunheira superiores ao referido limite. Isto significa que houve alguma probabilidade para os recetores sensíveis percecionarem odores atmosféricos associados ao composto H_2S .

De acordo com o estado da arte, concluiu-se que as concentrações de H_2S amostradas em ar ambiente não constituíram qualquer perigo de exposição para a saúde pública.

Quanto ao painel de observadores, este encontrou-se a registar odores na atmosfera durante 48 dias correspondentes aos meses de Agosto e Setembro e portanto inserida no período meteorológico de verão. Concluiu-se que houve uma alteração no tipo de odor mais registado pelos recetores, passando de *“Couves podres/Ovos podres”* para *“Acre/Azeitonas”*, não tendo sido registado mais nenhum tipo de odor. Este facto pode relacionar-se com uma mudança nas condições de formação do painel, estando este informado sobre o objeto de estudo.

Concluiu-se que dada a seleção específica no grupo de assessores, os principais focos de odor situaram-se em Alcaíça e no posto de abastecimento da A21. Apesar da A21 apresentar maior exposição aos odores devido à sua proximidade com a fonte emissora e por ser um local de passagem, há que ter dar igual importância aos locais onde efetivamente residem recetores sensíveis.

Considerando os dias que compreenderam o período de monitorização do painel de observadores, foram contabilizados 76 registos de odores, sendo 51 ao tipo “Acre/Azeitonas” e 25 a “Couves podres/Ovos podres”. Concluiu-se que apenas em 13% do tempo não foi registado qualquer tipo de odor. Isto quer dizer que em 87% do período de amostragem foram percecionados odores atmosféricos, o que pode ser justificado pelo facto da amostra ter sido mais seletiva.

No que diz respeito à intensidade de odor, concluiu-se, no que diz respeito ao odor predominante (“Acre/Azeitonas”) que a classificação foi de fraco, ao passo que no segundo tipo de odor identificado nesta campanha (“Couves Podres/Ovos Podres”) a sua classificação foi distribuída pelas três categorias.

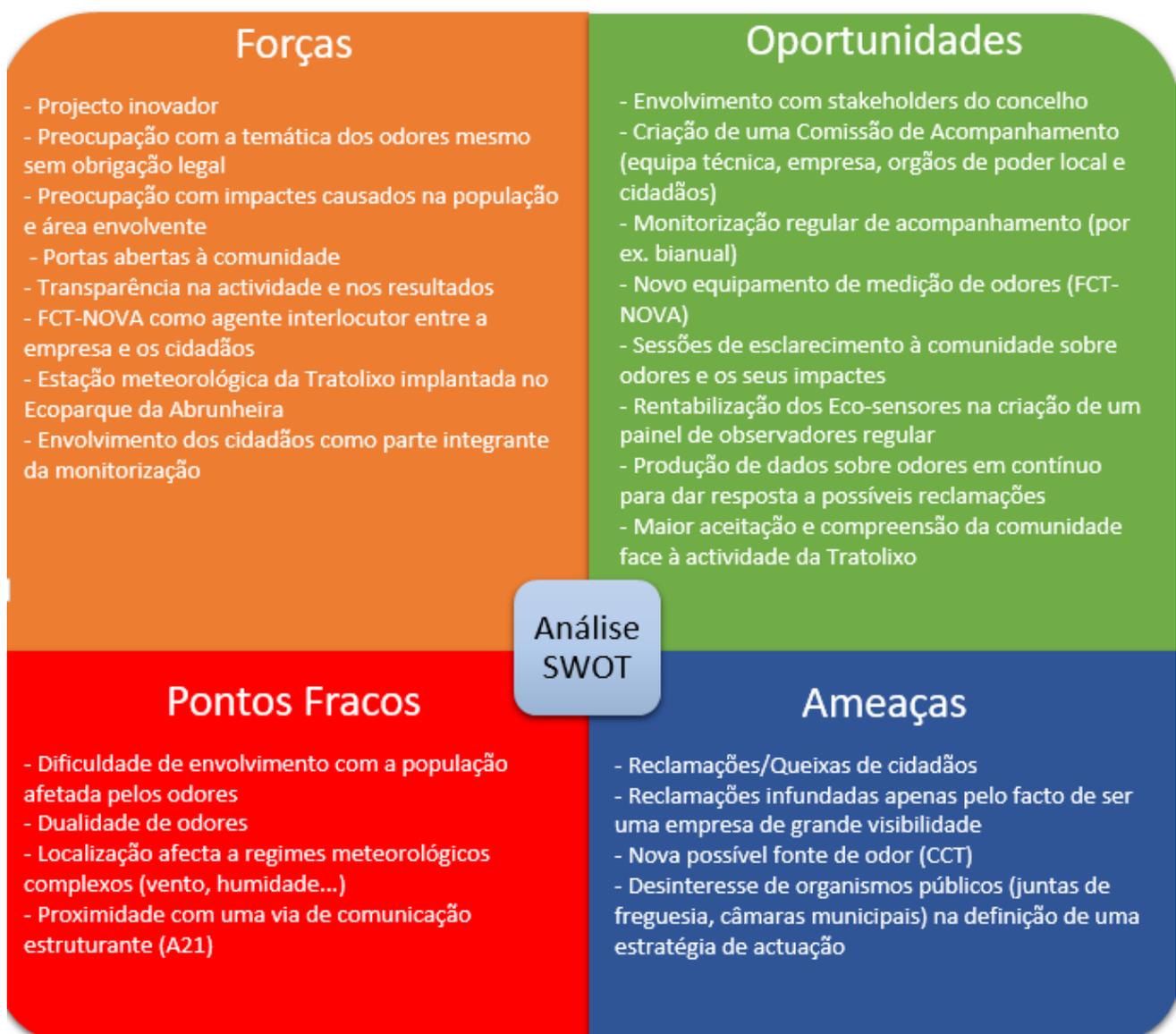
As ocorrências registadas pelos indivíduos permitiram concluir que se verificaram maioritariamente com brisa ligeira e quando o estado do tempo se apresenta com céu limpo. Isto pode indiciar existirem condições propícias para a acumulação de odores devido às fracas condições de dispersão. Quanto aos períodos do dia em que os odores foram sentidos os registos ocorreram maioritariamente de manhã.

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 nos 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/Nordeste, tendo-se apresentado geralmente fraco.

Relativamente às ações de sensibilização e informação realizadas nas iniciativas que contaram com a presença da TratoLixo, na qual a equipa da FCT-NOVA esteve envolvida, concluiu-se que foram produtivas para os esclarecimentos de questões relacionadas com o tema dos odores e para a formação desta abordagem do painel de observadores. Contudo, teria sido mais desafiante reunir uma amostra mais alargada e heterogénea de pessoas dispostas a colaborar no estudo. Porém existiu alguma resistência por parte das pessoas que nos abordaram, que em certas situações não mostraram interesse em qualquer esclarecimento. Além disso, talvez tivesse sido mais proveitoso e dinâmico a existência de material informativo direcionado para o tema dos odores, não referindo dados do programa de monitorização anterior, mas esclarecendo a problemática numa abordagem generalizada, o que evidenciaria ainda mais transparência e enalteceria o ato de preocupação da empresa com esta questão.

8.2 Linhas de Orientação Futura

Considerando os resultados obtidos no programa de monitorização de odores e as alterações efetuadas no Ecoparque da Abrunheira, nomeadamente ao nível da ETARI e da entrada em funcionamento das células de confinamento técnico, considerou-se pertinente efetuar uma análise mais detalhada sobre a monitorização de odores desenvolvida no Ecoparque da Abrunheira. Assim, recorrendo a uma ferramenta de gestão utilizada no âmbito de diagnóstico estratégico, a Análise SWOT (Strengths -Forças), Weaknesses -Pontos Fracos), Opportunities -Oportunidades), Threats -Ameaças) permite mostrar os elementos chave no prosseguimento do programa de monitorização de odores atmosféricos. Este tipo de análise permite efetuar uma síntese das análises internas e externas, identificar prioridades de atuação e preparar opções estratégicas.



9 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;
- Giuliana 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.; Steunenber 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

 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA	Questionário de Identificação do Painel 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 Perçetível			
	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

 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA	Painel de Observadores 2017	Nome:	Mês:
		Código:	

Instruções de Preenchimento: por favor assinale com uma cruz em caso de sentir um odor na atmosfera. Se possível assinale 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	Fraco	Médio	Forte	Acre/ Azétozas	Ceivas podres/ Ovos podres	Excrementos de animais	Outros *	Sem vento	Brisa ligeira	Moderado	Forte	Céu limpo	Nublado	Chuva	Nevoso
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

Informação relativa aos locais de amostragem passiva de H₂S (3ª campanha)



Número do Ponto	H ₂ S 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	H ₂ S 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	H ₂ S 5
Concelho	Mafra
Freguesia	São Miguel de Alcaíça
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	H ₂ S 6
Concelho	Mafra
Freguesia	São Miguel de Alcaíça
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 Alcaíça



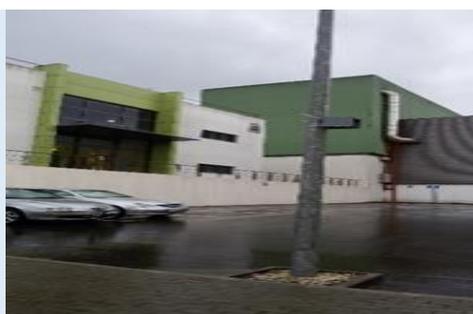
Número do Ponto	H ₂ S 7
Concelho	Mafra
Freguesia	São Miguel de Alcaíça
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°17'27.45"W
Latitude	38°55'9.94"N
Descrição do Local	Estrada de acesso à Igreja de São Miguel de Alcaíça



Número do Ponto	H2S 8
Concelho	Mafra
Freguesia	Mafra
Localização	Poste de Eletricidade
Longitude	9°19'36.81"W
Latitude	38°56'5.91"N
Descrição do Local	Rua do Canal (centro de Mafra)



Número do Ponto	H2S 10
Concelho	Mafra
Freguesia	S. Miguel de Alcaíça
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	Mafra
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 de exploração



Número do Ponto	H2S 12
Concelho	Mafra
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

Programa de Monitorização de Odores Atmosféricos para o Ecoparque da Abrunheira

Relatório Intermédio

Título Programa de Monitorização de Odores Atmosféricos para o Ecoparque da Abrunheira

Relatório Intermédio

Data Novembro de 2020

Equipa Coordenação

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

Equipa técnica:

Paulo Pereira (Licenciado em Engenharia do Ambiente)

Sofia Teixeira (Licenciada em Sociologia)



Associação para a Inovação e o Desenvolvimento da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa



Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Índice

1	RESUMO EXECUTIVO	1
2	INTRODUÇÃO.....	2
3	ENQUADRAMENTO.....	3
4	METODOLOGIA.....	4
4.1	Caracterização Meteorológica.....	4
4.2	Painel de Observadores.....	4
4.2.1	Integração da Plataforma Ortelium como ferramenta para a avaliação de odores	5
4.3	Olfatometria de campo	6
4.4	Análise da dispersão de odores.....	7
4.5	Amostragem passiva de sulfureto de hidrogénio (H ₂ S).....	7
4.6	Acompanhamento e capacitação da comunidade para a problemática dos odores.....	8
5	TIMELINE DE PROGRESSO.....	8
6	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	9
6.1	Caraterização meteorológica.....	9
6.2	Painel de Observadores.....	10
6.3	Olfatometria de Campo.....	13
6.4	Análise da dispersão de odores.....	14
6.5	Amostragem passiva de sulfureto de hidrogénio (H ₂ S).....	15
6.6	Acompanhamento e capacitação da comunidade para a problemática dos odores.....	16
7	CONCLUSÕES	17
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

Índice de Figuras

Figura 1 – Programas de Monitorização de Odores implementados pela TratoLixo.....	3
Figura 2 – Evolução dos Programas e Monitorização de Odores Atmosféricos.....	3
Figura 3 – Estação Meteorológica Davis Vantage Pro instalada no Ecoparque da Abrunheira	4
Figura 4 – Plataforma Ortelium	5
Figura 5 – Olfatómetro de campo Nasal Ranger	6
Figura 6 – Mapa de medições de odor no terreno com recurso a olfatómetro	6
Figura 7 – Geolocalização dos locais de amostragem para a monitorização de Sulfureto de Hidrogénio	7
Figura 8 – Timeline de progresso	8
Figura 9 – Evolução diária dos parâmetros meteorológicos de Dezembro de 2019 a Setembro de 2020	9
Figura 10 – Rosa de ventos para o período de Dezembro de 2019 a Setembro de 2020.....	9
Figura 11 – Registos de odores atmosféricos no Ortelium nos meses de Setembro e Outubro de 2020	10
Figura 12 – Registos do PO no Ortelium por tipo de odor identificado	10
Figura 13 – Intensidade e Incomodidade assinalada pelo PO relativamente ao tipo de odor a “Acre/Azeitonas”	11
Figura 14 – Localização dos registos de odor a “Acre/Azeitonas” do PO.....	11
Figura 15 – Rosas de ventos para os dias com e sem registos do PO	12
Figura 16 – Distribuição das avaliações positivas de todos os tipos de odor.....	13
Figura 17 – Resultados da monitorização de olfatometria de campo (Dezembro de 2019 a Outubro de 2020)13	
Figura 18 – Geolocalização das medições com olfatómetro por tipo de odor	14
Figura 19 – Simulações de dispersão atmosférica de dias com registos do PO e medições com olfatómetro através de modelação	14
Figura 20 – Resultados da 1ª campanha de amostragem passiva de H ₂ S – 2020	15
Figura 21 – Mapa de concentração de H ₂ S – 1ª campanha de 2020	15
Figura 22 – Panfleto explicativo sobre odores atmosféricos	16

1 Resumo executivo

O presente documento consiste no relatório intermédio da Associação para a Inovação e o Desenvolvimento da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (NOVA.ID.FCT), para a Tratolixo-Tratamento de Resíduos Sólidos, E.I.M, S.A relativo ao desenvolvimento do 2º Programa de Monitorização de Odores Atmosféricos no Ecoparque da Abrunheira.

A metodologia adotada permitiu até ao momento chegar a resultados preliminares, os quais se apresentam seguidamente. O tipo de odor diagnosticado para as atividades da Tratolixo no Ecoparque da Abrunheira foi, desde o 1º Programa de Monitorização e de acordo com o estado da arte, “**Acre/Azeitonas**”, sendo que as análises presentes neste relatório incidem, maioritariamente, sobre este tipo de odor.

No que concerne ao **Painel de Observadores** (composto por 7 elementos) foram realizados 51 registos na plataforma Ortelium entre os meses de Setembro e Outubro de 2020. Destes registos realizados, 13 foram do tipo de odor a “Acre/Azeitonas”, maioritariamente de duração momentânea e no período da noite, de intensidade forte e classificado como “Incómodo” e “Muito Incómodo”.

Relativamente às medições realizadas com o **olfatómetro de campo Nasal Ranger**, foram efetuadas 35 avaliações nos 18 pontos do mapa, no período compreendido entre Dezembro de 2019 e Outubro de 2020. A maioria das medições ocorreu na ausência de qualquer tipo de odor. No que concerne às avaliações positivas ao tipo de odor a “Acre/Azeitonas” verificou-se que a sua maioria decorreu com intensidade ligeira (2 D/T). Os locais onde mais frequentemente o odor foi detetado foram o ponto 2 (traseiras do Ecoparque da Abrunheira) e ponto 17 (A-21), próximos da fonte emissora.

Na **amostragem passiva de Sulfureto de Hidrogénio** (11 pontos de amostragem na aérea envolvente à Tratolixo, 3 dos quais no Ecoparque da Abrunheira) verificou-se que a maioria das concentrações dos tubos de difusão situou-se abaixo do limite de deteção ($0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Os únicos locais que apresentaram concentrações acima do referido limite foram o posto de combustível da A21 ($1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a junta de freguesia de Alcaínça ($1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e o edifício de escritórios da Tratolixo ($1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Efetuada uma comparação entre a caracterização meteorológica elaborada (sucintamente, **vento** predominante das direções **Oeste/Noroeste e Norte/Nordeste**, de fraca intensidade), a modelação realizada (nos dias selecionados), os resultados do PO, as medições com o olfatómetro e os resultados de sulfureto de hidrogénio, verificou-se que os pontos localizados a sul da Tratolixo, nomeadamente na zona junto a S. Miguel de Alcaínça podem sofrer de maior influência do tipo de odor proveniente da fonte emissora, devido à dispersão atmosférica sobre as localizações identificadas.

Finalmente, estima-se que o impacte nos recetores sensíveis pode ser considerado reduzido uma vez que os resultados mostram que o nível de odor percecionado não é considerado excessivo, tendo em conta os referenciais internacionais. Desta forma, para além da incomodidade verificada, não se encontraram, até ao momento, implicações ao nível da saúde na comunidade vizinha.

2 Introdução

Os odores atmosféricos são a segunda causa mais comum de reclamações ambientais um pouco por todo o mundo a seguir ao ruído.

Por serem de fácil avaliação pelos cidadãos, muitas vezes torna-se necessário monitorizar o impacto que algumas fontes emissoras poderão ou não exercer sobre a comunidade vizinha dos mesmos.

A incomodidade de odores tem o poder de criar efeitos adversos na vida das populações e no seu bem-estar. A problemática dos odores em ar ambiente é bastante complexa uma vez que pode variar significativamente devido à sensibilidade dos recetores próximos, à distância da fonte emissora, e até às condições meteorológicas. Estas variáveis podem criar multiplicidade de perceções odoríficas e conflitos no binómio comunidade-fonte emissora.

A nível nacional, não existe até ao momento legislação específica que possa regular a incomodidade resultante dos odores em ar ambiente. No entanto, o paradigma encontra-se em mudanças, uma vez que o nº 2 do artigo 9º do Decreto-Lei 39/2018 de 11 de Junho, que estabelece o regime de prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar faz, pela primeira vez, referência à necessidade do uso de técnicas disponíveis em conjunto com a adoção de boas práticas de gestão para a eliminação e minimização de compostos odoríficos por parte dos operadores.

Torna-se importante desenvolver uma metodologia para avaliar e monitorizar odores atmosféricos que possa responder às seguintes questões: o que é um odor e como pode afetar os recetores sensíveis, como resolver potenciais reclamações de odor, como monitorizar e gerir uma investigação tendo por objetivo avaliar a incomodidade odorífica diretamente nos cidadãos.

Assim, o programa de monitorização de odores tem como principal objetivo o acompanhamento, medição e caracterização de potenciais ocorrências odoríficas, com vista à avaliação da fonte emissora (neste caso do Ecoparque da Abrunheira), bem como dos processos atmosféricos que contribuem para o agravamento dos odores. O resultado final será o desenvolvimento de medidas de minimização ao nível dos impactes causados nos recetores sensíveis.

Tendo em conta os elementos chave para a realização de um programa de monitorização de odores atmosféricos que os episódios de odores são de carácter intermitente, conceptualizou-se uma abordagem metodológica faseada, atendendo às referências legais noutros países nomeadamente, 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), e o Colorado (*Colorado State's Odor Control Regulation*, para a utilização de olfatómetro portátil).

3 Enquadramento

A Tratolixo tem vindo a demonstrar preocupação relativamente à temática dos odores atmosféricos e dos seus potenciais impactes sobre a população vizinha do Ecomarque da Abrunheira. Nesse sentido, o atual programa de monitorização de odores é o segundo a ser implementado ao longo de 5 anos (conforme Figura 1), tendo ocorrido ainda um programa de acompanhamento em 2017. O desenvolvimento de cada programa de monitorização tem acompanhado uma estratégia de mudança implementada pela Tratolixo no Ecomarque da Abrunheira.



Figura 1 – Programas de Monitorização de Odores implementados pela Tratolixo

Estas mudanças dizem respeito, por um lado, ao *upgrade* do sistema de desodorização da ETAL para lavagem química e à instalação da Estação Meteorológica no Ecomarque e por outro lado, à entrada em funcionamento das células de confinamento técnico (CCT).

De forma a acompanhar esta estratégia evolutiva da Tratolixo, também o programa de monitorização de odores têm vindo a ser melhorado com a introdução de novas ferramentas metodológicas, nomeadamente a utilização de um olfatómetro de campo e a gestão de uma plataforma digital de registos de odores- Ortelium (ver Figura 2).

Ferramentas Metodológicas de Investigação	1º Programa de Monitorização	Programa de Acompanhamento	2º Programa de Monitorização
Tempo de Execução	12 meses	3 meses	12 meses
Caracterização Meteorológica			
Monitorização de H ₂ S através de difusão passiva			
Formação e acompanhamento de Painéis de Observadores			
Análise de dispersão de odores atmosféricos (modelo Hysplit)			
Ações de sensibilização (ex. Fexpomalveira)			
Olfatometria de Campo			
Plataforma digital de registo de odores (Ortelium)			

Figura 2 – Evolução dos Programas e Monitorização de Odores Atmosféricos

4 Metodologia

4.1 Caracterização Meteorológica

O registo dos parâmetros meteorológicos no local de operação da TratoLixo é relevante para perceber a fenomenologia dos episódios de odores, ou seja, possibilita a identificação das características comuns nestes dias e das condições mais propícias para a ocorrência dos odores em ar ambiente. Pode contribuir para que se distingam odores decorrentes da atividade da TratoLixo dos produzidos por outros operadores (ex: de abate de animais ou de processos agrícolas).

Ciente desta questão, foi instalada uma estação meteorológica no Ecoparque da Abrunheira, modelo *Davis Vantage Pro* (Figura 3), que se encontra conectada à rede interna da empresa de modo a promover a recolha contínua de informação.



Figura 3 – Estação Meteorológica Davis Vantage Pro instalada no Ecoparque da Abrunheira

A análise meteorológica efetuada pela equipa técnica incide na avaliação do registo contínuo dos parâmetros meteorológicos nomeadamente nas direções dos ventos predominantes, de forma a inferir quanto ao grau de dispersão dos compostos odoríficos.

Os dados meteorológicos recolhidos no âmbito deste módulo servem de complemento para a restante metodologia do programa de monitorização de odores atmosféricos.

4.2 Painel de Observadores

De forma a avaliar a incomodidade de odor percebida por recetores sensíveis, está em utilização uma ferramenta metodológica baseada no paradigma de ciência cidadã (*citizen science*) e no conceito de cocriação que consiste em tornar o cidadão como produtor de dados, participando no processo de análise e na construção de soluções para a problemática. O conceito de painel de observadores (PO) 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 perceber, de uma forma regular, algum tipo de odor na atmosfera.

O objetivo primordial para a seleção dos elementos do painel de observadores foi reunir uma amostra constituída por residentes e/ou trabalhadores (sem vínculo à empresa) nas freguesias do concelho Mafra sem restrições olfativas. Mas o critério integrador destes elementos foi sobretudo a inclusão de reclamantes, ou seja, cidadãos que ou já fizeram parte deste grupo nos programas anteriores ou apresentaram reclamações junto da empresa por mais do que uma ocasião. Adicionalmente e dado que existe uma Comissão de

Acompanhamento das atividades desenvolvidas no Ecoparque da Abrunheira composta por vários *stakeholders* do município, alguns elementos da sua composição fazem, igualmente, parte deste Painel de Observadores.

A principal tarefa deste grupo consiste no registo de episódios de odor incómodos no seu local de residência/trabalho.

O envolvimento da comunidade em questões de poluição por odores é uma técnica cada vez mais utilizada como forma de solucionar potenciais conflitos entre a sociedade e a indústria. A formação de uma rede de observadores georreferenciados em diferentes locais da envolvente do Ecoparque da Abrunheira permitirá avaliar o grau de dispersão, o impacto e a exposição ao odor de recetores sensíveis.

O Painel de Observadores teve o seu arranque em Setembro de 2020 e estará ativo até Fevereiro de 2021 sem qualquer interrupção temporal de forma a se obter 6 meses de dados contínuos distribuídos por diferentes estações do ano.

4.2.1 Integração da Plataforma Ortelium como ferramenta para a avaliação de odores

Para facilitar a tarefa do Painel de Observadores de assinalar os seus registos de odor e de forma a se obter resultados instantâneos e em tempo real, recorreu-se à ajuda da plataforma digital Ortelium (Figura 4), constituindo-se como uma inovação deste programa de monitorização. O Ortelium é um atlas dinâmico que permite recolher observações de odor dos cidadãos diretamente num *smartphone* ou computador, estabelecendo uma comunicação direta entre a empresa e a comunidade. Esta informação é acompanhada por um modelo meteorológico no momento do registo bem como da localização exata do elemento. Como a plataforma é dinâmica, cada elemento terá oportunidade de ver a existência de outros registos de odor na área envolvente, bem como a utilização de um sistema de troca de mensagens com a empresa.

O Ortelium foi desenvolvido pela empresa Olfasense, sendo a sua licença adquirida pela TratoLixo. Está a ser utilizado pela primeira vez em Portugal, sendo a sua gestão efetuada pela equipa técnica da NOVA.ID.FCT. Encontra-se disponível através de *app* nas lojas android e apple ou no link https://app.ortelium.com/TratoLixo_abrunheira.

O objetivo é a otimização de um mecanismo de registo de ocorrências de odores (“Diário de odores”) com o objetivo de caracterizar o odor segundo o sistema FIDOL (Frequência -quantas vezes ocorre), Intensidade (concentração), Duração (tempo de cada episódio de odor), Ofensividade (grau de incomodidade) e Localização.

A plataforma Ortelium está ainda disponível para qualquer cidadão que tenha interesse em utilizá-la no concelho de Mafra. Para isso existem dois formulários de inscrição para a utilização do Ortelium: um para os observadores comuns e outro para o Painel de Observadores (este último mediante acesso por password).

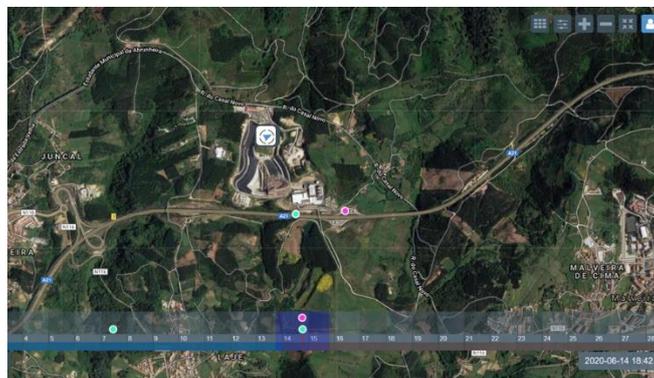


Figura 4 – Plataforma Ortelium

4.3 Olfatometria de campo

A análise da incomodidade de odores e do seu impacte em comunidades locais, apesar de não se encontrar legislada em Portugal, é efetuada recorrendo ao normativo alemão, nomeadamente a VDI 3940: parte 2 que permite realizar uma medição do impacte na área afetada pela pluma de odor de determinado operador industrial. A carga de odor é determinada pela equipa técnica qualificada (com certificação olfativa em laboratório internacional acreditado- *Silsoe*) que, em simultâneo e em posições definidas geograficamente, avalia o ar ambiente a cada 10 segundos. Esta avaliação é feita num primeiro momento pelo nariz humano e em caso de resultado positivo, é utilizado um olfatómetro de campo. Neste caso recorreu-se ao Nasal Ranger *Field Olfactometer* desenvolvido pela *St. Croix Sensory Inc* (Figura 5).



Figura 5 – Olfatómetro de campo Nasal Ranger

A olfatometria de campo com o Nasal Ranger é um meio de baixo custo- alta eficácia para quantificar a intensidade de um odor em termos de diluição por limiar (D/T). Este instrumento cria uma série calibrada de diluições, misturando os odores em ar ambiente com o ar filtrado sem odor. A quantificação odor em D/T irá permitir comparar os resultados obtidos com legislação existente a nível europeu e mundial, nomeadamente a que incida sobre esta temática e a saúde pública.

A implementação desta metodologia é realizada de forma semanal, perfazendo um total de 40 inspeções para o período de abrangência do programa de monitorização de odores atmosféricos.

Foram definidos pontos fixos de avaliação com o olfatómetro numa grelha de localizações utilizada para cada inspeção de campo (Figura 6). Estes pontos foram escolhidos tendo em conta, a localização do Ecoparque da Abrunheira relativamente ao concelho de Mafra, a orografia do terreno e as localizações dos elementos do painel de observadores do programa de monitorização anterior. Para além destes fatores, foi ainda tido em consideração a direção de ventos predominante do Ecoparque (vento do quadrante Oeste/Nordeste), sendo que as localizações se encontram maioritariamente a Sul do mesmo.

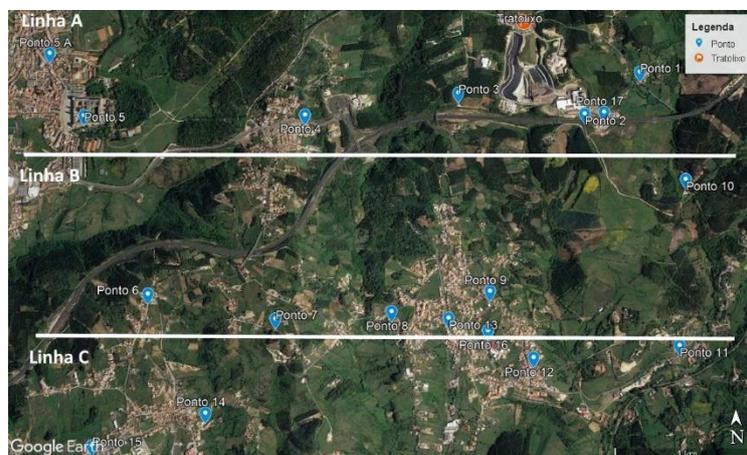


Figura 6 – Mapa de medições de odor no terreno com recurso a olfatómetro

4.4 Análise da dispersão de odores

A modelação de plumas de fontes emissoras revela-se importante para compreender, essencialmente de forma visual, a trajetória e área de dispersão da possível zona de abrangência do penacho. O modelo *Hysplit (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model)* desenvolvido pelo *Air Resources Laboratory/ National Oceanic And Atmospheric Administration (ARL/NOAA)* tem como objetivo perceber a trajetória e dispersão atmosférica do alcance da pluma face a possíveis recetores sensíveis, representando graficamente a disseminação da massa de ar a partir de um determinado ponto geográfico, atendendo a condições específicas como a localização, o caudal mássico da fonte emissora identificada, a altura da sua fonte fixa, e dados meteorológicos relevantes.

No caso do Ecoparque da Abrunheira, tendo em conta o histórico de reclamações de odores atmosféricos percecionados pela população foi assumido, para efeitos de modelação, a torre de desodorização da ETAL.

Através do cruzamento de dados entre os registos do painel de observadores (nomeadamente os dias com maior número de ocorrências odoríficas), as medições positivas de odor obtidas com o olfatómetro de campo, os dados meteorológicos e a análise regressiva do modelo de dispersão, é possível identificar geograficamente a dispersão atmosférica que incide sobre os recetores sensíveis.

4.5 Amostragem passiva de sulfureto de hidrogénio (H₂S)

Tendo em conta a identificação do marcador de odor sulfureto de hidrogénio (H₂S) característico das operações industriais associadas à atividade da Tratulixo, recorreu-se ao método de amostragem de difusão passiva, à semelhança do programa de monitorização anterior. Os tubos de difusão estarão a reagir com o ar ambiente durante 15 dias segundo as recomendações do fabricante e as amostras depois de recolhidas serão enviadas para análise num laboratório acreditado (*Instituti Clinici Scientifici Maugeri - Itália*).

Foi definida uma grelha de amostragem (com base na grelha anterior e nos locais identificados para as inspeções de campo) composta por 11 pontos para colocação de amostradores passivos, distribuídos espacialmente na área envolvente à Tratulixo (Figura 7). Três desses pontos foram colocados dentro do perímetro das instalações do Ecoparque da Abrunheira, de forma a ser avaliado o impacte produzido diretamente na fonte emissora e o seu alcance face a potenciais recetores sensíveis. Esses pontos corresponderam ao edifício de escritórios, à ETAL e às células de confinamento técnico. Serão realizadas duas campanhas de monitorização, Verão e Inverno, do modo a avaliar os níveis de H₂S presentes na atmosfera nestes dois períodos meteorológicos.

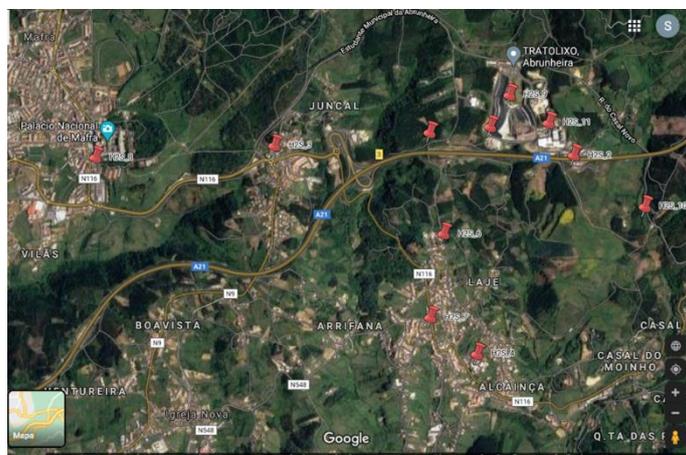


Figura 7 – Geolocalização dos locais de amostragem para a monitorização de Sulfureto de Hidrogénio

4.6 Acompanhamento e capacitação da comunidade para a problemática dos odores

Tendo em conta que a problemática dos odores atmosféricos ainda é uma temática desconhecida da maioria dos cidadãos, nomeadamente no que se refere à sua relação com a saúde humana, foram delineadas algumas tarefas para capacitar os atores envolvidos (população, poder local, associações, entre outras entidades competentes) de conhecimentos e ferramentas direcionadas para a temática dos odores, de forma a uma maior aceitação da problemática.

Neste sentido e tendo por objetivo o esclarecimento e clarificação da problemática, estão previstas algumas atividades de dinamização, nomeadamente:

- Preparação de conteúdos sobre a temática (*flyers*, posters, guiões de utilizadores, vídeos);
- Organização e preparação de reuniões com *stakeholders*;
- Participação em eventos públicos (Fexpomalveira);
- Dinamização de ações de sensibilização.

5 Timeline de Progresso

As tarefas metodológicas elencadas para a gestão deste projeto começaram a ser desenvolvidas em Agosto de 2019, com a participação da equipa técnica na Fexpomalveira. No entanto, devido a alguns constrangimentos da otimização da plataforma Ortelium, nomeadamente a sua tradução para português e a criação de guias de utilização, os trabalhos relativos ao atual programa de monitorização começaram de forma consistente em Dezembro de 2019. Até ao momento, ocorreu uma paragem forçada de 16 de Março a 24 de Maio de 2020, correspondente ao decretar de estado de emergência nacional relativo à pandemia de COVID-19. Não estão previstos mais constrangimentos ao normal funcionamento da metodologia apresentada (Figura 8).

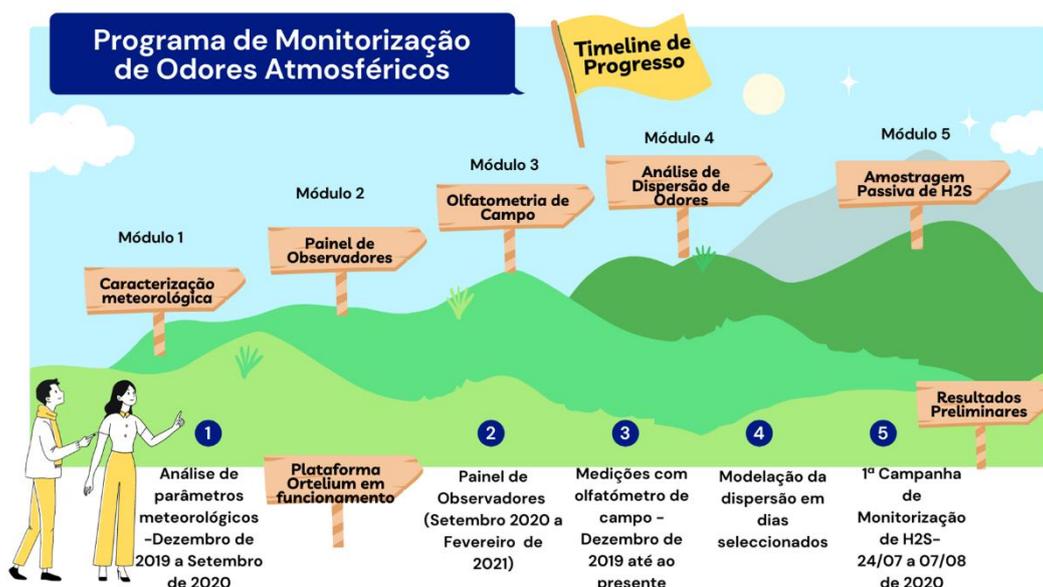


Figura 8 – Timeline de progresso

6 Análise de Resultados

6.1 Caracterização meteorológica

A caracterização meteorológica tem por base dados recolhidos por uma estação automática instalada no Ecoparque da Abrunheira. A Figura 9 apresenta a evolução mensal (Dezembro de 2019 a Setembro de 2020) dos parâmetros temperatura, humidade relativa, velocidade do vento e precipitação.

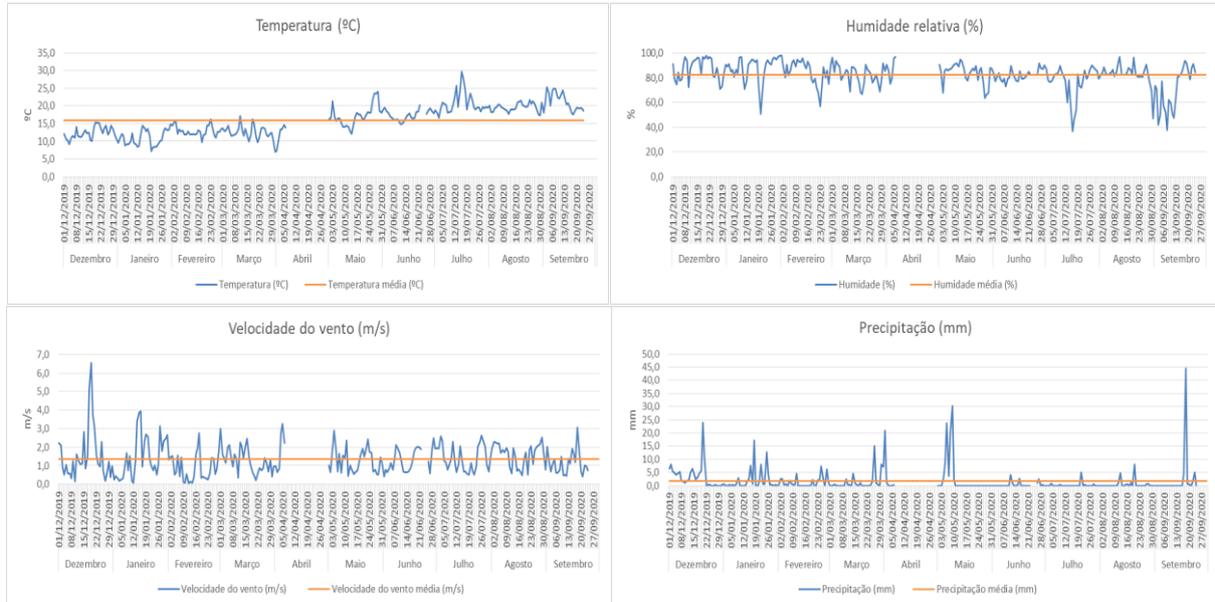


Figura 9 – Evolução diária dos parâmetros meteorológicos de Dezembro de 2019 a Setembro de 2020

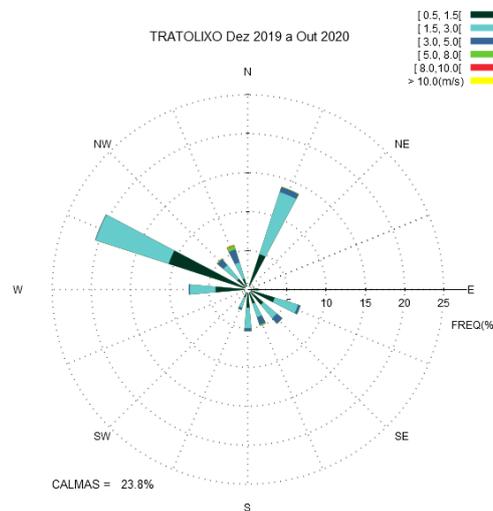


Figura 10 – Rosa de ventos para o período de Dezembro de 2019 a Setembro de 2020

No período em análise (Dezembro de 2019 a Setembro 2020) não se verificaram fenómenos meteorológicos extremos. O vento, apesar de se ter apresentado de fraca intensidade (1,3 m/s de velocidade média), teve predominância dos quadrantes Oeste/Noroeste (W/NW) e Norte/Nordeste (N/NE) (Figura 10). Estas características podem significar que a dispersão atmosférica ocorreu para localizações a Sul e Sudeste próximas do Ecoparque da Abrunheira, nomeadamente para a localidade de S. Miguel de Alcaíça.

6.2 Painel de Observadores

O Painel de Observadores iniciou as suas observações no passado mês de Setembro de 2020 e irá manter-se ativo até ao mês de Fevereiro de 2021. A sua composição conta até ao momento com 7 elementos. Este número poderá a vir a sofrer alterações caso se justifique o interesse da colaboração de mais elementos.

A opção escolhida pelo Painel de Observadores para os registos de odor foi a app Ortelium como se pode verificar na Figura 11. Os registos assinalados a rosa são do PO, a verde são de utilizadores comuns e a azul são de funcionários da Tratolixo (neste caso foi um teste efetuado pela equipa técnica).

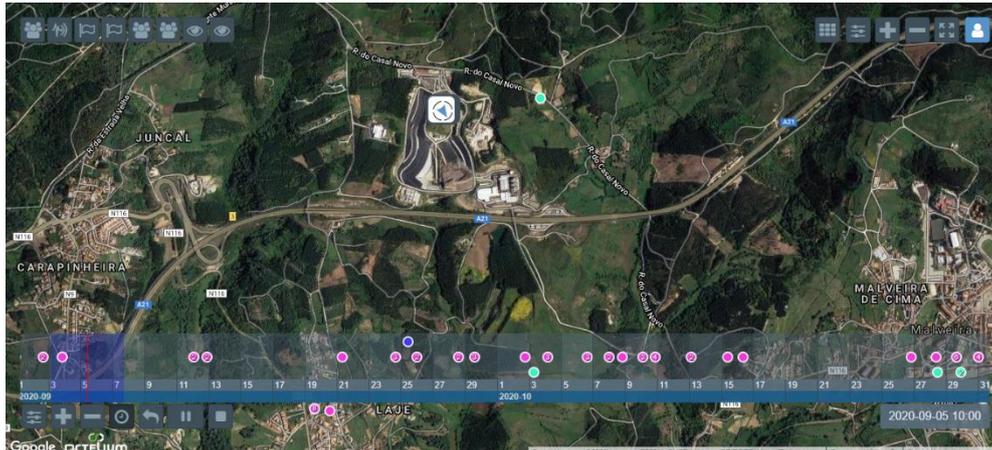


Figura 11 – Registos de odores atmosféricos no Ortelium nos meses de Setembro e Outubro de 2020

Verificaram-se 51 registos de vários tipos de odor nos meses de Setembro e Outubro (61 dias de monitorização) (Figura 12) efetuados pelo Painel de Observadores, distribuídos por 26 dias diferentes. No entanto, atendendo ao tipo de odor “Acre/Azeitonas”, verificou-se que os registos deste odor foram realizados ao longo de 8 dias. Para além dos registos do PO, efetuaram-se 4 registos por utilizadores comuns (cidadãos que não integram o grupo). Ter-se-ão em consideração para a análise apenas os dados do PO.

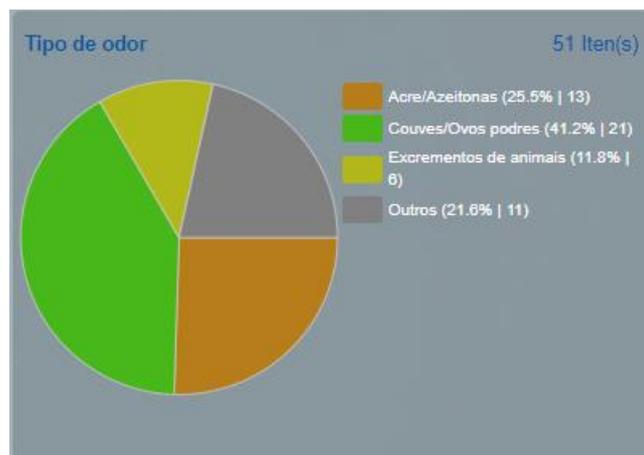


Figura 12 – Registos do PO no Ortelium por tipo de odor identificado

O tipo de odor mais registado pelo PO foi “Couves podres/Ovos podres” (21 registos), sendo que o tipo de odor identificado para as operações técnicas da Tratolixo foi “Acre/Azeitonas”, o 2º mais registado (13 registos). Salienta-se que a categoria “Outros” foi a 3ª mais registada (11 registos), sendo que os observadores a caracterizavam de “Gás”, podendo existir uma dificuldade de interpretação dos odores percecionados, uma

vez que o composto sulfureto de hidrogénio (H₂S) que deu origem ao tipo de odor definido para a Tratólixo, é efetivamente um gás. Aliás, tem existido alguma dificuldade de interpretação nos tipos de odor percecionados pelo PO, uma vez que nalgumas situações é detetado o tipo de odor a “Couves podres/Ovos podres” e identificada a empresa como fonte emissora. No entanto, encontramos-nos a comunicar diretamente com o PO para colmatar esta situação.

Atendendo ao tipo de odor a “Acre/Azeitonas”, verificou-se que o nível de intensidade da maioria das perceções é “Forte” e o nível de incomodidade foi caracterizado como “Muito incómodo” e “Incómodo” (Figura 13).

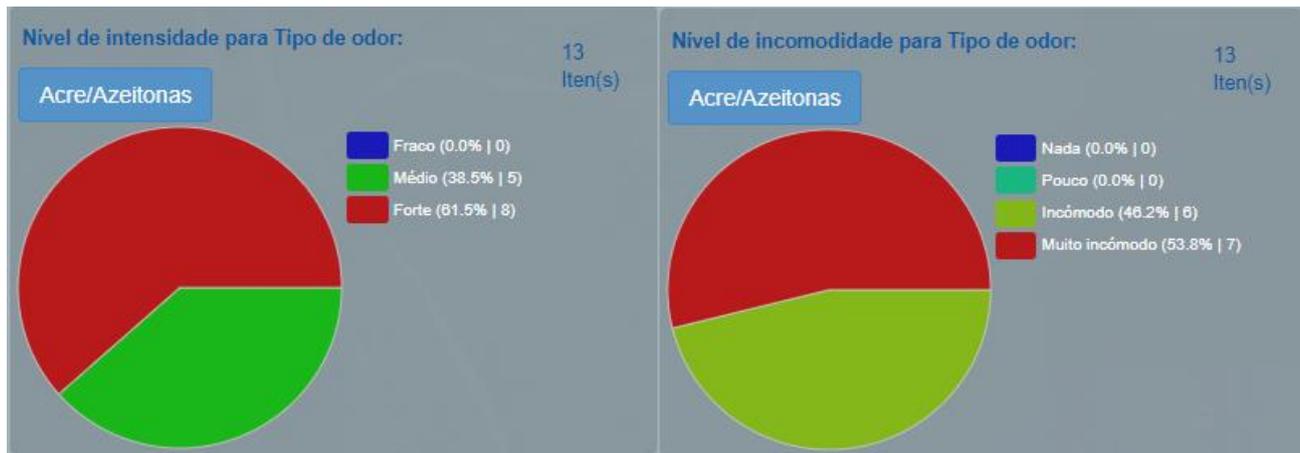


Figura 13 – Intensidade e Incomodidade assinalada pelo PO relativamente ao tipo de odor a “Acre/Azeitonas”.

Relativamente à duração do episódio de odor a “Acre/Azeitonas”, verificou-se que o PO considerou que os mesmos ocorreram de forma momentânea e no período da noite.

No que respeita à localização onde o tipo de odor em análise foi maior frequentemente assinalado foi a zona de Alcaíça, nomeadamente na Rua de S. Miguel. No que respeita à localização dos observadores no momento dos registos de todos os tipos de odor verificados, continua a destacar-se a localidade de Alcaíça como se pode verificar na Figura 14.

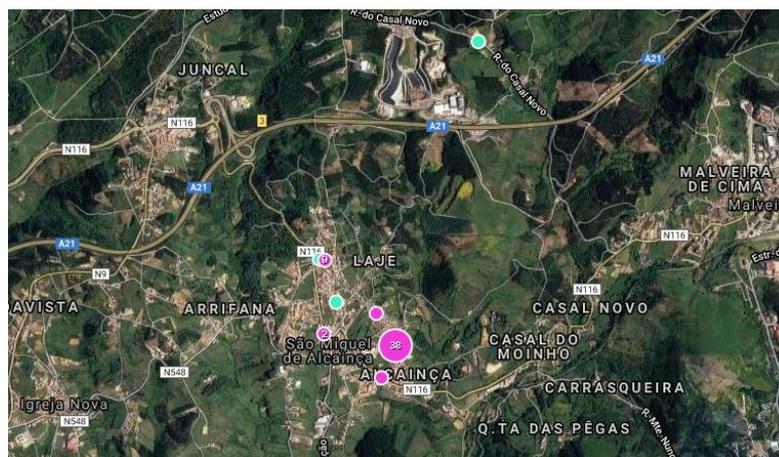


Figura 14 – Localização dos registos de odor a “Acre/Azeitonas” do PO

Atendendo particularmente aos dias com e sem registos de odor, verificou-se que as direções de vento predominante (Figura 15) foram idênticas. No entanto, constatou-se ainda que nos dias sem registos existiu alguma prevalência de ventos dos quadrantes Sul/Sudeste (S/SE) e Sudeste (SE) o que pôde promover a dispersão de odores para locais a Norte do Ecoparque da Abrunheira, com menor aglomerado de recetores sensíveis. Por outro lado, foi possível analisar rumos de vento semelhantes nos dias com registos de todos os tipos de odor e naqueles em que só foi percecionado o odor a “Acre/Azeitonas”, o que pode indicar, uma vez mais, a dificuldade de caracterização dos odores por parte dos elementos que compõem o PO.

Relativamente aos restantes parâmetros recolhidos na estação meteorológica da TratoLixo (temperatura, humidade e velocidade de vento), dado que o período de avaliação do PO ainda é reduzido (61 dias) não foi possível estabelecer uma análise comparativa sólida entre dias com e sem registos de odor.

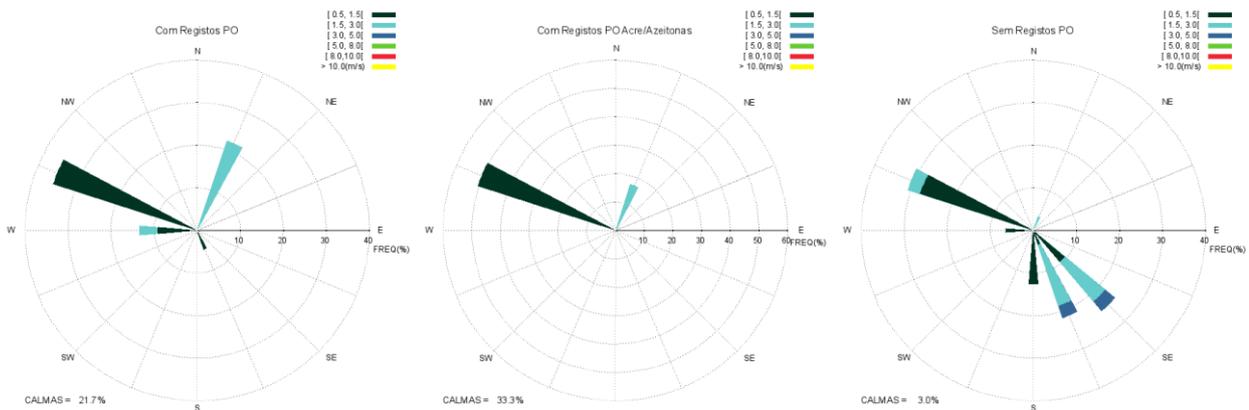


Figura 15 – Rosas de ventos para os dias com e sem registos do PO

6.3 Olfatometria de Campo

Foram realizadas 35 semanas de medições com o olfatómetro de campo Nasal Ranger (até Outubro de 2020) pelas localizações identificadas anteriormente. As medições de carácter semanal iniciaram-se em Dezembro de 2019 e decorrem até ao presente momento.

A Figura 16 apresenta a distribuição estatística das avaliações positivas de todos os tipos de odor, realizadas na grelha de pontos definida para a olfatometria de campo. Verificou-se que 69% das medições foram respeitantes ao tipo de odor “Acre/Azeitonas”.

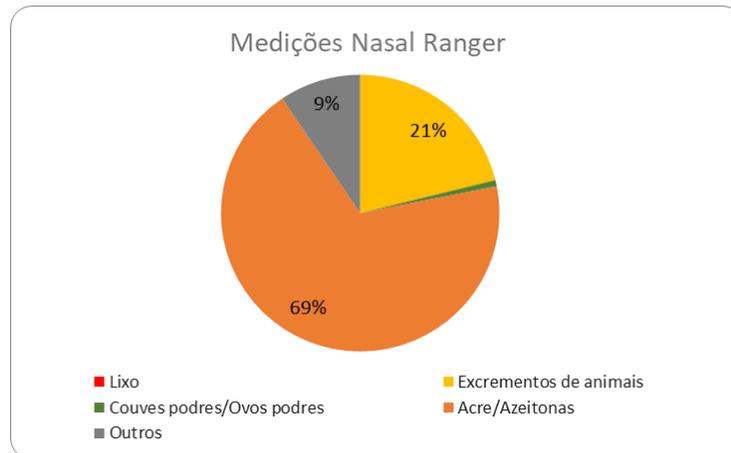


Figura 16 – Distribuição das avaliações positivas de todos os tipos de odor

De acordo com a Figura 17 verificou-se que no que respeita ao tipo de odor a “Acre/azeitonas”, a maioria das medições ocorreram na ausência de qualquer tipo de odor. Por outro lado, a maioria das perceções positivas do tipo de odor a “Acre/Azeitonas foram medidas com intensidade ligeira (2 diluições por limiar). Os locais onde o odor foi mais frequentemente detetado foram o ponto 2 (traseiras do Ecoparque da Abrunheira) e ponto 17 (A-21), próximos da fonte emissora. Nestes locais, o odor foi medido nalgumas ocasiões com maior intensidade (7 e 15 D/T-“Forte” e “Muito Forte”). Não ocorreu nenhuma medição acima dos 30 D/T.

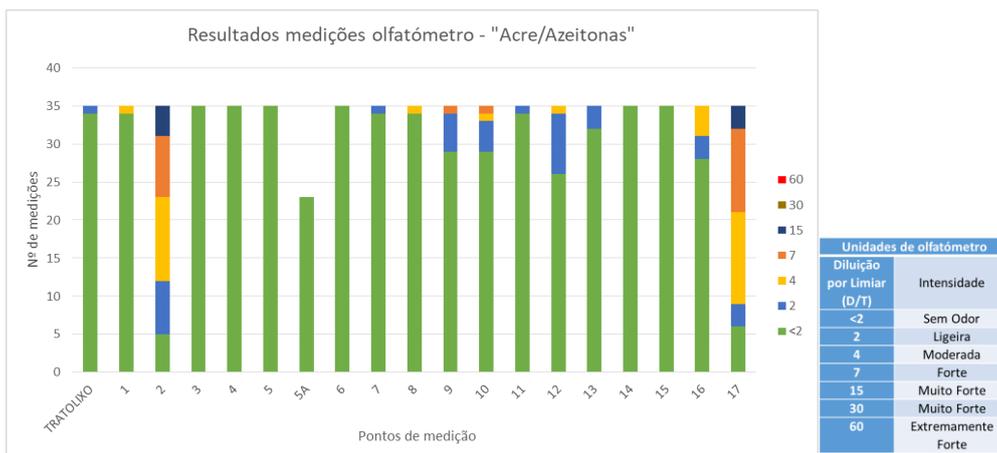


Figura 17 – Resultados da monitorização de olfatometria de campo (Dezembro de 2019 a Outubro de 2020)

Segundo a legislação do Colorado pode existir incomodidade de odores quando o mesmo é detetável em ar ambiente a partir de 7 diluições (≥ 7 D/T) junto a áreas residenciais, comerciais e recreativas. No entanto a mesma legislação considera que os odores são excessivos quando detetáveis em ar ambiente a partir de 15 diluições (≥ 15 D/T) junto a operadores industriais, o que não se verificou na maior parte das medições.



Figura 18 – Geolocalização das medições com olfatómetro por tipo de odor

Atendendo às três linhas definidas (A, B e C) no mapa da Figura 6 de acordo com a legislação Alemã, constatou-se uma maior concentração de avaliações positivas do tipo de odor a “Acre/Azeitonas” na linha A, ou seja, mais próxima da fonte emissora e de acordo com a direção de vento predominante.

6.4 Análise da dispersão de odores

A análise de dispersão de odores com recurso a modelação, através da ferramenta Hysplit, foi realizada para os dias 25 de Setembro e 8 de Outubro. Nesses dias, verificaram-se registos do painel de observadores a “Acre/Azeitonas” coincidentes com uma medição positiva de odores através de olfatometria de campo. Verificou-se a dispersão da pluma sobre as localizações próximas da fonte emissora com maior intensidade nas situadas dentro da área a amarelo.

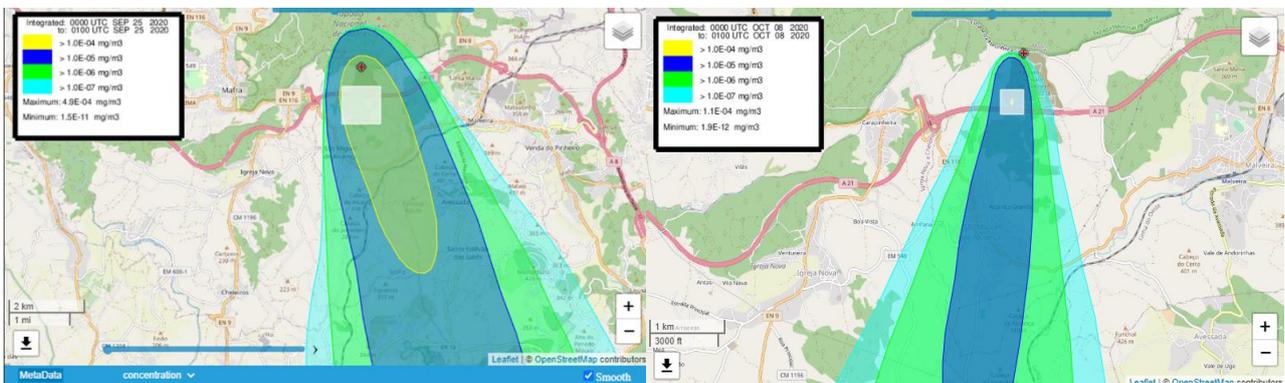


Figura 19 – Simulações de dispersão atmosférica de dias com registos do PO e medições com olfatómetro através de modelação

6.5 Amostragem passiva de sulfureto de hidrogénio (H₂S)

A primeira campanha de amostragem de sulfureto de hidrogénio (H₂S) do presente programa de monitorização de odores decorreu entre 24 de Julho e 7 de Agosto de 2020. A Figura 20 apresenta os resultados obtidos nos 11 pontos da grelha de amostragem de H₂S.

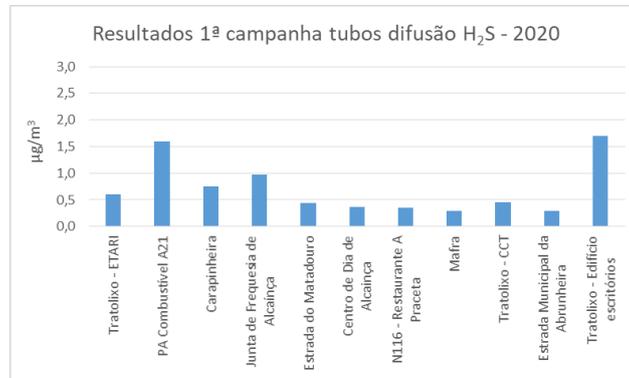


Figura 20 – Resultados da 1ª campanha de amostragem passiva de H₂S – 2020

Verificou-se que maioria das concentrações situaram-se abaixo do limite de deteção de H₂S (0,76 µg/m³ – OSHA 2005), sendo que apenas nos pontos “PA Combustível A21”, “Junta de Freguesia de Alcaíça” e “Tratolixo – Edifício escritórios” esse limite foi ultrapassado (Figura 21), no entanto, as concentrações obtidas enquadram-se nos níveis típicos em ar ambiente, sem efeitos diretos na saúde humana.

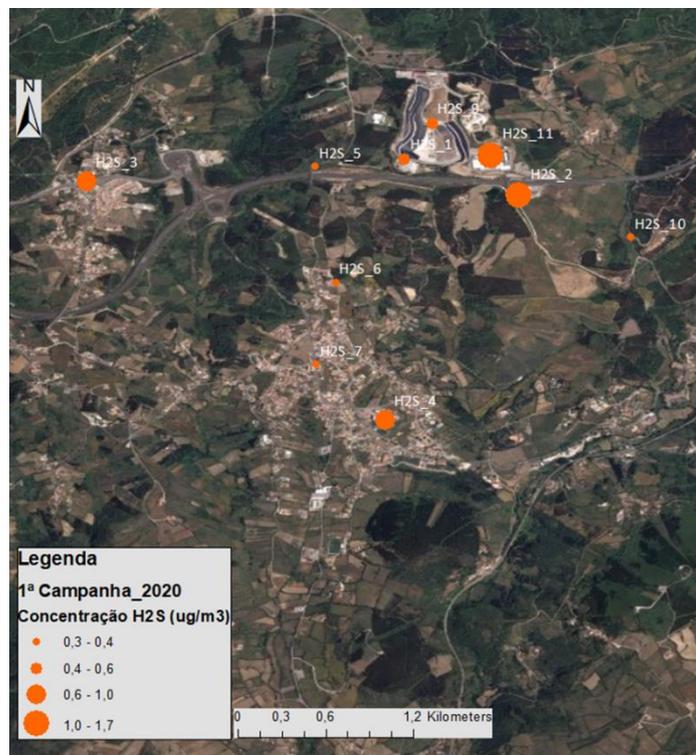


Figura 21 – Mapa de concentração de H₂S – 1ª campanha de 2020

6.6 Acompanhamento e capacitação da comunidade para a problemática dos odores

Apesar dos constrangimentos relativos à Pandemia de COVID-19, foram realizadas algumas tarefas inerentes à capacitação da comunidade para a problemática dos odores atmosféricos.

Em Agosto de 2019, a equipa técnica esteve presente no certame Fexpomalveira onde lhe foi dada a oportunidade de interagir com os visitantes que se dirigiram ao *stand* da TratoLixo e para o qual foi concebido e distribuído um panfleto explicativo sobre a temática dos odores, conforme Figura 22.



Figura 22 – Panfleto explicativo sobre odores atmosféricos

Foi elaborada uma apreciação escrita sobre a plataforma Ortelium, quer do ponto de vista de conteúdo técnico, quer do ponto de vista do utilizador, bem com efetuada a sua tradução para português. Foi, ainda, desenvolvido o manual de utilizador para o Painel de Observadores em suporte vídeo, o qual poderá ser difundido nos canais de comunicação da TratoLixo se a empresa assim o desejar.

Foram realizadas duas apresentações para a Comissão de Acompanhamento (uma em 17 de Junho de 2020 e outra em 16 de Outubro de 2020, a qual foi cancelada por motivos de força maior) sobre a evolução do programa de monitorização de odores e os seus principais resultados preliminares.

7 Conclusões

O presente relatório de carácter intermédio é parte integrante do 2º Programa de Monitorização de Odores do Ecoparque da Abrunheira, desenvolvido pela equipa técnica da FCT-NOVA (através da NOVA.ID.FCT) para a Tratulixo.

No que concerne aos resultados do **Painel de Observadores**, (cuja composição até ao momento é de 7 elementos), verificaram-se 13 registos do tipo de odor a “Acre/Azeitonas” na plataforma Ortelium. Concluiu-se que estes registos foram maioritariamente efetuados com duração momentânea, no período da noite, com intensidade forte (numa escala de “Fracó”, “Médio”, “Forte”) e classificados, quanto ao grau de incomodidade, nas categorias de “Incómodo” e “Muito Incómodo”. Além destes registos, verificaram-se ainda 21 a “Couves podres/Ovos podres” (tendo sido o tipo de odor mais avaliado pelo PO), 11 a “Outros” e 6 a “Excrementos de animais”, perfazendo um total de 51 observações. Estes resultados permitem concluir preliminarmente que, por um lado o tipo de odor mais característico das atividades desenvolvidas na Tratulixo (Acre/Azeitonas) não foi o mais percecionado, mas por outro pode demonstrar uma dificuldade, por parte dos observadores, na identificação do tipo de odor que sentem no momento da observação.

Relativamente à **Olfatometria de Campo**, foram efetuadas 35 medições com olfatómetro Nasal Ranger, sendo que a maioria ocorreu na ausência de qualquer tipo de odor (< 2 D/T). As medições de odor a “Acre/Azeitonas” foram na sua maioria de intensidade ligeira (2D/T). Concluiu-se que os locais onde o odor foi mais frequentemente detetado foram o ponto 2 (traseiras do Ecoparque da Abrunheira) e ponto 17 (A-21), próximos da fonte emissora, locais estes com as medições mais elevadas (com maior frequência 4 D/T, 7D/T e esporadicamente 15 D/T) até ao momento.

No que respeita à **Amostragem Passiva de Sulfureto de Hidrogénio** (recorrendo a tubos de difusão), a maioria das concentrações situou-se abaixo do limite de deteção ($0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para o composto em análise, sendo que os locais com concentrações acima do mesmo foram, na área envolvente o posto de combustível da A21, a junta de freguesia de Alcaíça e no Ecoparque da Abrunheira o edifício de escritórios da Tratulixo. Concluiu-se que, comparativamente com o programa de monitorização anterior, existiu uma diminuição das concentrações de H_2S nesta campanha na maioria dos pontos de amostragem.

Concluiu-se, ainda, que os pontos localizados a Sul e Sudeste da Tratulixo, nomeadamente na zona junto a S. Miguel de Alcaíça podem sofrer de maior influência do tipo de odor proveniente da fonte emissora em análise, uma vez que foram os locais onde se verificou uma concomitância de registos do PO, de perceções positivas medidas com olfatómetro e de concentração de sulfureto de hidrogénio ligeiramente acima do limite de deteção. Além deste aspeto, o facto do rumo de **ventos** ser predominante das direções **Oeste/Noroeste e Norte/Nordeste**, pode influenciar a dispersão de odores atmosféricos do Ecoparque da Abrunheira para a zona acima mencionada.

Ressalva-se que o tipo de atividade desenvolvida pela Tratulixo no Ecoparque da Abrunheira é considerada como geradora de odor devido ao seu dinamismo (ainda agravada pela pandemia de COVID-19) pelo que é fundamental uma monitorização frequente, em linha com o que a empresa tem vindo a efetuar nos últimos anos.

8 Referências Bibliográficas

- Bliss P.J.; Schulz T.J.; Senger T.; Kaye R.B., (1996). Odour measurement — factors affecting olfactometry panel performance. *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. *Water Science and Technology (v.50)*;
- Burgess, J., Parsons S.; Stuetz R., (2001). Developments in odour control and waste gas treatment biotechnology: a review. *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. *Eng Sanit Ambient (v.14)*, 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 threshold. IRL Press, Oxford;
- Epstein, E. (2011). *Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management.*: Taylor and Francis Group, LLC;
- Fast, T. (1992), The relationship between the exposure to odours of several industrial activities and the odour annoyance. *Studies in Environmental Science (v.51)*, Elsevier;
- Giuliana 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. *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. *Wat. Sci. Technol. (v.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);
- Howel, D. et al. (2003). Public views on the links between air pollution and health in Northeast England. *Environmental Research (v.91, p. 163–171)*;
- Hyslop, N.P (2009). Impaired visibility: the air pollution people see. *Atmospheric Environment (v. 43, p. 182-195)*;
- 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 (v.12)*;

- Miedema, H.; Walpot J.; Vos H.; Steunenber C.; (2000). Exposure-annoyance relationships for odour from industrial sources. Atmospheric Environment (v.34);
- Odortech, (2015). Guia de caracterização de Odores em Portugal;
- Ph, V.; Harreveld V. (1999). Odor Regulation and the History of Odor Measurement in Europe. Odournet Editions;
- Stenlund, T., Lidén, E., Anderson, K., Garvill, J., Nordin, S. (2009). Annoyance and health symptoms and their influencing factors: A population-based air pollution intervention study. Public Health (v.123, 339-345);
- Wallace J.; Corr D.; Kanaroglou P., (2010). Topographic and spatial impacts of temperature inversions on air quality using mobile air pollution surveys. Science of The Total Environment. Elsevier;
- Wypych G., (2013). Mechanisms of odor formation and its transport. ChemTec publishers;
- VDI 3881, (1986). 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.